

Havbruksnæringens konsekvenser for økosystemtjenester og samfunn i nordområdene

Forprosjekt Balsfjorden

Bjørn-Steinar Sæther, Ann-Magnhild Solås, Otto Andreassen, Roy Robertsen, Geir Dahl Hansen, Guttorm Christensen, Torstein Pedersen, Ingebrigt Uglem, Gunnbjørn Bremseth og Karl Øystein Gjelland





Nofima er et næringsrettet forskningsinstitutt som driver forskning og utvikling for akvakulturnæringen, fiskerinæringen og matindustrien.

Nofima har om lag 350 ansatte.

Hovedkontoret er i Tromsø, og forskningsvirksomheten foregår på fem ulike steder: Ås, Stavanger, Bergen, Sunndalsøra og Tromsø

Hovedkontor Tromsø:

Muninbakken 9–13
Postboks 6122 Langnes
NO-9291 Tromsø

Ås:

Osloveien 1
Postboks 210
NO-1433 ÅS

Stavanger:

Måltidets hus, Richard Johnsenegate 4
Postboks 8034
NO-4068 Stavanger

Bergen:

Kjerreidviken 16
Postboks 1425 Oasen
NO-5844 Bergen

Sunndalsøra:

Sjølseng
NO-6600 Sunndalsøra

Alta:

Kunnskapsparken, Markedsgata 3
NO-9510 Alta

Felles kontaktinformasjon:

Tlf: 02140

E-post: post@nofima.no

Internett: www.nofima.no

Foretaksnr.:

NO 989 278 835 MVA

Rapport

<p><i>Tittel:</i> Havbruksnæringens konsekvenser for økosystemtjenester og samfunn i nordområdene Forprosjekt Balsfjorden</p>	<p>ISBN: 978-82-8296-479-1 (trykt) ISBN: 978-82-8296-480-7 (pdf) ISSN 1890-579X</p>
<p><i>Title:</i> Consequences for ecosystem services and society from the aquaculture industry in the northern areas. Pilot project "Balsfjorden"</p>	<p><i>Rapportnr.:</i> 2/2017</p> <p><i>Tilgjengelighet:</i> Åpen</p>
<p><i>Forfatter(e)/Prosjektleder:</i> Bjørn-Steinar Sæther¹, Ann-Magnhild Solås¹, Roy Robertsen¹, Otto Andreassen¹, Geir Dahl Hansen², Guttorm Christensen², Torstein Pedersen³, Ingebrigt Uglem⁴, Gunnbjørn Bremseth⁴, Karl Øystein Gjelland⁴ ¹Nofima, ²Akvaplan-NIVA, ³Universitetet i Tromsø, ⁴Norsk institutt for Naturforskning - NINA</p>	<p><i>Dato:</i> 14.02.2017</p>
<p><i>Avdeling:</i> Produksjonsbiologi</p>	<p><i>Ant. sider og vedlegg:</i> 106</p>
<p><i>Oppdragsgiver:</i> NINA - Norsk institutt for naturforskning</p>	<p><i>Oppdragsgivers ref.:</i></p>
<p><i>Stikkord:</i> Bærekraftig oppdrett, Balsfjord, effekter av havbruk</p>	<p><i>Prosjektnr.:</i> 11025</p>
<p><i>Sammendrag/anbefalinger:</i></p> <p>Utviklingen av havbruksnæringen styres etter prinsippet om bærekraftig utvikling; sosial, økonomisk og miljømessig. Forvaltningen trenger mer kunnskap om hvilke effekter merdbasert havbruk har på økosystemtjenester og samfunn. Balsfjorden gir en unik mulighet til å studere hvordan anleggsetablering påvirker miljø og samfunn, der status for systemet i stor grad er kjent før etablering, og det kan legges til rette for en detaljert oppfølging av miljø og samfunn etter at oppdrettsanlegg er etablert. Det var derfor interesse for å etablere et større pilotprosjekt for kunnskapsoppbygging om virkninger på natur og samfunn, før, under og etter drift av et matfiskanlegg for laks i Balsfjorden. Rapporten har en statusgjennomgang som er delt inn i fem deler. Disse delene belyser ulike sider av kunnskapsgrunnlaget som bør ligge til grunn for forvaltning og drift av havbruksnæringen. Første del ser på sosioøkonomiske og institusjonelle forhold, del to tar for seg naturmiljø, del tre gir status for sjøvandrende laksefisk, del fire beskriver miljøpåvirkninger mens del 5 tar for seg drift ved havbruksanlegg, samt mulige effekter av denne på omgivelsene</p>	
<p><i>English summary/recommendation:</i></p> <p>Future growth and development of the aquaculture industry are required to be according to the principle of sustainability, involving both social, economic and ecological aspects of the concept. To support this, policy makers and administration need more knowledge about how cage based farming affects ecosystem services and society. This report summarise available knowledge and knowledge gaps in a fjord system in northern Norway. It demonstrates an holistic approach to how a large scale project can address knowledge gaps and complement the knowledge needed to meet the requirements of sustainable future development of salmon aquaculture in sea cages.</p>	

Forord

Troms fylke har en havbruksstrategi som følger av den nasjonale satsingen på havbruk. Det er et uttalt mål om økt havbruksaktivitet nord i landet, ettersom de klimatiske forholdene blir stadig bedre og at tettheten av anlegg og arealbegrensinger lenger sør i landet vanskeliggjør mulighetene for videre vekst. Utviklingen av havbruksnæringen styres etter prinsippet om bærekraftig utvikling, som i internasjonale og nasjonale føringer skal inkludere sosial, økonomisk og miljømessig bærekraft. I forvaltning av havbruksnæringen, ved avveining mellom ulike interesser og hensyn i kystsonen, er det etterlyst mer kunnskap om hvilke effekter merdbasert havbruk har på økosystemtjenester og samfunn.

Balsfjorden gir en unik mulighet til å studere hvordan anleggsetablering påvirker miljø og samfunn, der status for systemet i stor grad er kjent før etablering, og det kan legges til rette for en detaljert oppfølging av effektene på miljø og samfunn etter at havbruksanlegg er etablert. Det er derfor interesse for å etablere et større pilotprosjekt for kunnskapsoppbygging om virkninger på natur og samfunn, før, under og etter drift av et matfiskanlegg for laks i Balsfjorden. Forslaget om et pilotprosjekt om kartlegging av påvirkninger fra akvakultur ble vurdert i forbindelse med utarbeidelse av en havbruksstrategi for Troms fylkeskommune. Strategiarbeidet innebar en bred prosess med deltagelse fra både lokale-, regionale og statlige myndigheter, næringen og FoU-miljø, og det kom klart til uttrykk at et slikt prosjekt var ønsket. Et slikt pilotprosjekt inngår også som et tiltak i Troms fylkeskommunes havbruksstrategi (vedtatt 11.06.2013), under tema forskning, utvikling og innovasjon.

Nofima AS bisto Troms fylkeskommune i arbeidet med strategiplanen og deltok i diskusjoner om et slikt pilotprosjekt. Det ble uttrykt ønsker om at Nofima AS skulle ta initiativ med sikte på realisering av et slikt unikt forsknings- og utviklingsprosjekt.

Balsfjord kommune fattet høsten 2013 vedtak som åpnet for etableringen av et slikt forskningsprosjekt. I desember 2013 gjennomførte aktuelle aktører og deltakere et formøte som skisserte en tilnærming til forskningstemaer og prosjektorganisering. Det ble da konkludert med at et slikt pilotprosjekt vil måtte være relativt omfattende og at det derfor først burde etableres et forprosjekt. Forprosjektet skulle fokusere på kunnskapsgenerering før etablering av akvakultur. Det ble etablert en tverrfaglig prosjektgruppe med deltagelse fra offentlige myndigheter lokalt og regionalt, havbruksnæringen, samt (naturvitenskapelige og samfunnsvitenskapelige) forsknings- og utviklingsinstitusjoner. Denne rapporten er basert på forutgående prosesser og arbeid gjennomført av de involverte FoU aktørene.

Leseveiledning

Rapporten er satt sammen av bidrag fra flere samarbeidspartnere og i kapitlet kalt Statusgjennomgang vil det være noe overlapp mellom de ulike delkapitlene. Vi har likevel valgt ikke å redigere dette, ettersom det bidrar til å øke lesbarheten og forståelsen for lesere som er spesielt interessert i kun enkelt-tema. Av samme årsak vil man også finne referansene samlet under hvert delkapittel. Rapporten har en statusgjennomgang som er delt inn i fem deler, med bidragsyter er angitt i parentes. Disse delene belyser ulike sider av kunnskapsgrunnlaget som bør ligge til grunn for forvaltning og drift av havbruksnæringen. Første del ser på sosioøkonomiske og institusjonelle forhold, del to tar for seg naturmiljø, del tre gir status for sjøvandrende laksefisk, del fire beskriver

miljøpåvirkninger mens del 5 tar for seg drift ved havbruksanlegg, samt mulige effekter av denne på omgivelsene. I rapportens sammendrag er de viktigste funnene fra hvert av delkapitlene presentert samlet.

Innhold

1	Sammendrag	1
2	Innledning (Nofima)	6
2.1	Forprosjektet	9
3	Statusgjennomgang	12
3.1	Sosioøkonomiske og institusjonelle forhold (Nofima)	12
3.1.1	Institusjonelle rammer	12
3.1.2	Sosioøkonomiske forhold i Balsfjord kommune	18
3.1.3	Kystsonenplanlegging og lokaliteter for akvakultur i Balsfjord kommune	20
3.1.4	Kommunal behandling av søknader om lokaliteter for havbruk	24
3.1.5	Havbruk og andre interesser i kystsonen	29
3.1.6	Aktuelle forskningstema	33
3.1.7	Referanser	37
3.2	Naturmiljø (Universitetet i Tromsø)	40
3.2.1	Innledning	40
3.2.2	A Hvordan fungerer det marine økosystemet i Balsfjord	42
3.2.3	Det pelagiske mikrobielle næringsnett	44
3.2.4	Makroalger og ålegress	46
3.2.5	Bløtbunnsfauna i dypbassenget	49
3.2.6	Trofiske interaksjoner og energistrømmer	56
3.2.7	Generelle effekter og utfordringer ved lakseoppdrett på økosystemer	57
3.2.8	Referanser	61
3.3	Status for sjøvandrende laksefisk i Balsfjorden (NINA)	68
3.4	Miljøpåvirkninger i Balsfjord (Akvaplan-NIVA)	76
3.4.1	Undersøkelser av miljøpåvirkning	78
3.4.2	Vannkvalitet og hydrografi	78
3.4.3	Bløtbunnsundersøkelser	78
3.4.4	Sediment	79
3.4.5	Bunndyr	79
3.4.6	Fjæreundersøkelser	79
3.4.7	Strøm og spredningsforhold	80
3.4.8	Referanser	80
3.5	Drift på lokalitet (Nofima)	83
3.5.1	Miljømessig bærekraft i Havbruksnæringen	85
3.5.2	Lakselus	87
3.5.3	Rømt oppdrettsfisk	88
3.5.4	Organisk belastning på bunn	88
3.5.5	Effekter på villfisk (Nofima, NINA)	91
3.5.6	Effekter av tiltrekning av fisk	95
3.5.7	Kvalitet på oppdrettsassosiert villfisk	97
3.5.8	Mulig påvirkning på vandring og gyteadferd hos kjønnsmoden villfisk	100
3.5.9	Referanser	102

1 Sammendrag

Det var tidlig klart at arbeidet med denne rapporten ville bli relativt omfattende. Det er mange områder der det er vesentlig kunnskapsmangel om havbruksnæringens effekter på miljø og samfunn. Det er derfor stort behov for denne typen prosjekter slik at beslutninger rundt fremtidig vekst kan legges inn i bærekraftige rammer. Dersom det viser seg at prosjektet ikke kan realiseres i Balsfjorden bør man derfor se etter alternative områder som egner seg for denne type studier. Det er utfordrende å samle kunnskap om et så bredt tema som bærekraftig utvikling av havbruksnæringen. Derfor har vi valgt å inkludere et noe utvidet sammendrag. De viktigste konklusjonene fra rapporten vil leseren finne her, med mer utfyllende informasjon i de ulike kapitlene.

Innledningsvis ser vi på premissene for bærekraft, og redegjør for hvorfor bærekraft bør inkludere både miljømessige, sosiale, økonomiske og institusjonelle forhold. Verdenskommisjonen for miljø og utvikling så for seg at en bærekraftig utvikling skulle hvile på både miljø, sosiale forhold og økonomi. Uten en tilfredsstillende utvikling innen alle disse dimensjonene ville ikke samfunnet som helhet kunne få en bærekraftig utvikling. Miljømessig eller økologisk bærekraft, innebærer at utviklingen må skje innenfor naturens tålegrenser. Økonomisk bærekraft innebærer en økonomisk utvikling som over tid opprettholder gjennomsnittlig velferdsnivå og tillater velferdsvekst for fattige deler av befolkningen. Sosial bærekraft er en utvikling som sikrer trygghet, sosiale rettigheter og gode levevilkår. Den fjerde dimensjonen, institusjonell bærekraft, er blitt mer vanlig å inkludere de senere årene og omhandler blant annet de lover og reguleringer som ligger til grunn for forvaltningen av de øvrige dimensjonene.

Kapittel 3 beskriver sosioøkonomiske og institusjonelle forhold som er relevante for havbruk i Balsfjord kommune. I kapitlet gjennomgår vi kystsoneplanlegging og behandling av søknader om havbrukslokaliteter i kommunen. Selv om Balsfjord kommune ikke har aktivitet i primærleddet i havbruksnæringa, har kommunen i dag positive sosioøkonomiske effekter av havbruksnæringa. Dette dreier seg om sysselsetting og økonomiske ringvirkninger fra leverandørindustri som er etablert i Balsfjorden. Ved at en stadig økende andel av sysselsettingen og verdiskapning skjer i avledet virksomhet (Robertsen et al. 2012, Andreassen og Robertsen 2014) kan det tenkes at en generell vekst i havbruksnæringen også kan gi økt effekt for avledet virksomhet i Balsfjord kommune. Etablering av havbruksanlegg i Balsfjorden forventes å gi ytterligere direkte sysselsettingseffekter på til sammen 8 årsverk i kommunen, gitt at det etableres to lokaliteter med vekselvis drift. Potensielle ringvirkninger for lokale leverandører er ikke kvantifisert i dette forprosjektet. Tidligere beregninger viser at for hver sjølokalitet i bruk skapes det i gjennomsnitt 17 årsverk i primærproduksjonen, og 25 årsverk i avledet virksomhet (Andreassen og Robertsen 2014). Altså til sammen 42 årsverk, men det må her hensyntas at nedslagsfeltet av avledet virksomhet og ringvirkninger har endret noe karakter og blitt mer uavhengig av lokaliseringen av selve matfiskproduksjonen. Dersom det skulle benyttes såkalte 'grønne' konsesjoner, slik det har vært tenkt, vil det kunne innebære at kommunen får et

engangsvederlag for å stille arealene til disposisjon.¹ I framtiden vil også andre former for økonomisk kompensasjon til vertskommuner kunne bli aktuelt.²

Gjennom innspill sendt inn i forbindelse med planprosesser og høring av lokalitetssøknader har flere ulike aktører argumentert for at etablering av havbruksaktivitet i Balsfjorden kan ha potensielle negative sosioøkonomiske effekter også. Disse knyttes til negative effekter for virksomheter relatert til turistnæring og lokale fiskerier. Det uttrykkes også bekymring for redusert velferd knyttet til fritids- og friluftsopplevelser. Det foreligger lite kunnskap om bakgrunnen for og omfanget av interessekonflikter knyttet til bruk av kystsonen i Balsfjorden. Det er også lite kunnskap om mulige negative effekter for andre interesser, og forvaltningsverktøyene for å verdisette, avveie og prioritere mellom ulike bruks og verneinteresser i kystsonen er mangelfulle. Samtidig er det et økende press på kystsonen, og forvaltningsbeslutningene vil ha avgjørende betydning for utvikling av både samfunn, næring og naturmiljøet i kystsonen. Det vil derfor være nødvendig å gjøre grundige undersøkelser av disse tema i et hovedprosjekt.

Når det gjelder institusjonelle forhold, ble utfallet av siste kystzoneplanprosess (avsluttet i 2015) at Balsfjord kommune ikke satte av areal til havbruk. Gjennomgangen av både planprosesser og behandlingen av lokalitetssøknader viser at det forekommer ulike vurderinger av Balsfjords egnethet som lokaliseringsområde for havbruk blant ulike beslutningsmyndigheter, både statlige sektormyndigheter og lokale planmyndigheter. Også innad i enkelte etater har det vært ulike oppfatninger. Gjennomgangen av planprosesser i Balsfjord illustrerer også at kommunale planleggingsoppgaver har blitt svært omfattende, og at det kan være krevende for småkommuner å sikre den nødvendige plankapasiteten til å gjennomføre oppgavene. Disse forholdene åpner for flere mulige forskningsspørsmål som kan følges opp med Balsfjorden som case-område.

Beskrivelsen av planprosessene og behandlingen av lokalitetssøknadene i Balsfjord i kapittel 3, illustrerer tydelig at det er et stort behov for mer kunnskap om effektene av norsk havbruksnæring på naturmiljøet og på de samfunnsmessige forholdene, både på lokalt, regionalt og nasjonalt nivå. Flere av innspillene som kom inn under høringen av den interkommunale kystzoneplanen viser til kunnskapsmangel om havbruksnæringens effekter på økosystemet, spesielt med tanke på ville fiskebestander. Også beslutningstakere i forvaltningen etterlyser mer kunnskap om de samfunnsmessige effektene av havbruksnæringen.

Aktuelle sosioøkonomiske forskningsoppgaver vil for det første være å utvikle mer kunnskap om kontroverser ved havbruksetablering. Videre er det ønskelig å kartlegge den sosioøkonomiske effekten av, og interaksjonen mellom havbruksnæringen og andre virksomheter og interesser i kommunens kystzone. Herunder kartlegge økonomiske ringvirkninger fra både havbruk og andre relevante bruks- og næringsinteresser i kommunen. Når det gjelder institusjonelle forhold bør man undersøke beslutningsprosessene både i kommunal kystzoneplanlegging, og ved behandling av

¹ Vederlaget fordeles på antall kommuner hvor konsesjonen lokaliseres. Dersom det f.eks. var tre konsesjoner lokalisert på to lokaliteter i Balsfjorden og en tredje lokalitet i en annen kommune ville det innebære et vederlag til kommunen på 21,4 millioner.

² Regjeringen har i tråd med tidligere vedtak i Stortinget lagt fram et forslag om etablering av et havbruksfond som skal fordele kommunenes og fylkeskommunenes inntekter fra vederlagene ved tildelingen av nye konsesjoner og utvidelser av eksisterende konsesjoner. Forlaget innebærer en fordeling på 70 prosent til lokaliseringskommunene, 10 prosent til kommunen og 20 prosent til staten. Forslaget behandles av Stortinget i forbindelse med behandlingen av revidert nasjonalbudsjett, 17. juni 2016.

lokalitetssøknader fra havbruksnæringen. Herunder klarlegge kunnskapsgrunnlaget og undersøke bruk av konsekvensutredninger i planprosesser og ved lokalitetstildeling; hvilken kunnskap hentes inn og hvordan implementeres og vektlegges vitenskapelig og lokal kunnskap i beslutningsprosesser? Har forvaltningen tilgang til den kunnskapen som etterspørres, og hva mangler eventuelt? Videre er det ønskelig å klargjøre hvorvidt lokale organisasjons- og samarbeidsformer kan bidra til både å utveksle og generere kunnskap, ikke bare om effekter av havbruk, men også om sameksistens i kystsonen, og en mer optimal kystsoneforvaltning. Herunder forbedringspunkter knyttet til verktøy for synliggjøring og verdisetting av ulike interesser, samt prioriteringer mellom dem. I denne sammenhengen vil det også være sentralt å kunne utvikle mer kunnskap om muligheter for en mer koordinert ressursbruk, og for sameksistens i kystsonen.

Naturmiljøet i Balsfjord er godt beskrevet. Balsfjord er en av fjordene i Norge der det er gjort omfattende marinbiologiske undersøkelser og det finnes mange publikasjoner, selv om få er rettet direkte inn på effekter av havbruk. Vår gjennomgang ser på hvordan det marine økosystemet i Balsfjorden fungerer, inkludert topografiske og hydrografiske forhold. Primærproduksjonen i fjorden er sammenlignbar med andre fjord og kystområder i Nord-Norge, mens forekomst og dekning av makroalger er lite kartlagt, eksempelvis er det ikke gjort undersøkelser som viser om nedbeiting av tareskog er utbredt. De største områdene med ålegressenger i Troms finner vi i Balsfjorden, og slike er levested for mange andre arter og ansett som viktig oppvekstområde for småfisk. Det er generelt stor diversitet og mange arter av bunndyr, spesielt på hardbunn, i tillegg finnes det innslag av arter som tåler stor organisk belastning i områder med organiske sedimenter. Det er ikke beskrevet mange fiskearter i fjorden. Torsk forekommer over hele fjorden, dette er i hovedsak kysttorsk, med gyteområder i indre del. Det finnes to former av sild, en lokal stamme som lever hele livet i fjorden og Norsk vårgytende sild som vandrer. Balsfjordsilda regnes som unik etterkommere av Stillehavssild. Loddebestanden regnes også som stedegen, med en noe ulik livshistorie sammenlignet med lodda i Barentshavet.

Balsfjorden har fire store områder med mudderfjære med store forekomster av blåskjell og østersjøskjell. Dette er viktige områder for marint tilknyttede fuglearter. To av områdene er naturreservater.

Man har begrenset kunnskap om hvordan økt tilførsel av organisk materiale fra oppdrett av fisk vil påvirke økosystemene i Balsfjorden. Basert på forenklet modellering anslås en anleggsetablering å føre til økt planteplanktonproduksjon på ca. 2,7 % av total naturlig produksjon. Enkelte effekter på økosystemet kan være relativt enkle å vurdere, eksempelvis bruk av kitinhemmere som medfører økt dødelighet på krepsdyr vil kunne ha betydelige konsekvenser. Når det gjelder effekter av sedimentert materiale og løst organisk materiale fra et lakseoppdrettsanlegg er kunnskapen mangelfull. I et hovedprosjekt er vil det derfor være aktuelt å se på i) bruk av nedsenket lys og hvordan det påvirker økosystemkomponenter, ii) hva er de viktigste gruppene for nedbryting av sedimentert organisk materiale ved lave temperaturer og iii) hva er de viktigste gruppene som tar opp utslipp av løste næringssalter fra oppdrett og hvordan dette kan påvirke planktonsamfunnet.

Status for sjøvandrende laksefisk er omtalt i et eget delkapittel. Ut fra en samlet vurdering basert på foreliggende informasjon er eller har det vært laksebestander i Laksvatnvassdraget, Nordkjoselva og Tømmerelvvassdraget. Det er eller har vært sjøaurebestander i seks av de utredete vassdragene i Balsfjorden; Anderdalselva, Laksvatnvassdraget, Lavangselva, Nordkjoselva, Sørbotnelva og Tømmerelvvassdraget, og det er eller har vært sjørøyebestander i fire av vassdragene; Anderdalselva,

Laksvatnvassdraget, Lavangselva og Nordkjoselva. Av de sju utredete vassdragene er det bare Sagelva som ut fra foreliggende informasjon ikke har stedege bestander av sjøvandrende laksefisk. Ingen av vassdragene er av en størrelse som tilsier at de har høy regional og nasjonal verdi som laksevassdrag. Ut fra et sjeldenhetskriterium har imidlertid de fire sjørøyebestandene stor regional og nasjonal verdi. Videre er samlet verdi av alle bestandene av sjøvandrende laksefisk innenfor det aktuelle fjordområdet betydelig både regionalt og nasjonalt, selv om ikke noen av vassdragene og få av bestandene har en spesielt stor nasjonal verdi. Ved en etablering av havbruksaktivitet er det nærliggende å videreføre undersøkelser av hvordan ville populasjoner av laksefisk utvikler seg i området, spesielt med tanke på utfordringer med lakselus på villfisken ettersom denne parasitten benyttes som en viktig bærekrafts indikator for miljøet.

Modellberegninger fra Balsfjorden tilsier at resipientkapasiteten til fjorden i forhold til lakseoppdrett er i stand til å tåle en produksjon på 15 000 tonn. Ved eventuell havbruksetablering er det nødvendig å dokumentere mulige påvirkninger på alle trofiske nivå i det marine økosystemet, i tillegg til fysiske og kjemiske kartlegginger i vann og sediment. Her vil det legges opp til utvidede undersøkelser slik man ser det i pågående overvåkningsprogram i Nordland og på Vestlandet. Slike undersøkelser er beskrevet i mer detalj, og de dekker vannkvalitet og hydrografi, bløtbunn, bunndyr, fjære, strøm og spredningsforhold.

Det er ikke mulig å produsere fisk i oppdrett uten å påvirke omgivelsene, noe havbruksnæringen har til felles med all matproduksjon; og det handler om å unngå negativ påvirkning i størst mulig grad. Ved en eventuell etablering av havbruksanlegg vil drift av anlegget og dokumentasjon av denne tillegges ekstra stor vekt. Ettersom det er endringer som følge av slik etablering som skal dokumenteres, er det nødvendig å ha god kontroll på innsatsfaktorene, spesielt forbruk av fôr og fiskeproduksjonen, men også de miljø-gitte forutsetningene for driften som for eksempel vannstrøm, temperatur og oksygen.

Lakselus er en viktig bærekraftsindikator for lakseoppdrettsnæringen. Det er derfor nødvendig å følge utvikling i konsentrasjoner av frittlevende stadier av lakselus i fjorden, og se disse i sammenheng med infeksjonsrate hos villfisk. Videre er rømt oppdrettsfisk en utfordring for næringen som også må tillegges ekstra vekt, ettersom de kan påvirke de ville laksepopulasjonene i området. God kontroll på antall fisk i anlegget, og dermed grunnlag for beregning av totalt antall kilo fisk, er vesentlig for å følge opp og optimalisere daglig drift.

Villfisk tiltrekkes havbruksanlegg. Dette er beskrevet for mange arter internasjonalt, og er også kjent under norske forhold. Det er flere grunner til at villfisk tiltrekkes anlegg; de får skjul og beskyttelse, men også bedret tilgang til mat. Enten de spiser spillfôr eller andre dyr som er økt i antall som følge av økt tilgang på næring. Anlegg som benytter tilleggsbelysning vil gjerne trekke til seg små krepsdyr, som igjen er mat for villfisk. Ettersom det ikke er tillatt å fiske nær havbruksanlegg kan dette bety at fisk som tidligere var tilgjengelig for fiskere ikke lengre er det. Det kan også bety at den totale fiskemengden øker, som følge av bedre tilgang til mat. Det er kjent at villfisk som har god tilgang til spillfôr har en tendens til å vokse på seg en stor lever, og kan ha redusert kvalitet på linje med loddetorsk, eller åtesprengt sei. Det finnes imidlertid resultater som viser at dersom fisken håndteres godt, bløgges, sløyes og lagres kjølig, vil kvaliteten i mange tilfeller være tilfredsstillende.

Forprosjektet har demonstrert at det er mye usikkerhet knyttet til effekter av havbruk, både når det gjelder påvirkning på naturmiljøet og for lokalsamfunnet hvor anleggene tenkes etablert. En del av

den eksisterende kunnskapen om virkninger for lokalsamfunnene må kunne betegnes som usystematisk og anekdotisk. Det er derfor et behov for å etablere bedre forvaltningsverktøy for kunnskapsinnhenting og risikoanalyser, samt for veiing av ulike interesser opp mot hverandre.

Balsfjordprosjektet representerer en unik mulighet til å innhente data før, under og etter etablering av lakseoppdrett i et område, og på denne måten bedre kunnskapsgrunnlaget når det gjelder effekter av havbruksnæringa, og hvordan disse effektene kan hensyntas i planprosesser.

Gjennomføring av et hovedprosjekt i Balsfjord, er avhengig av tilgang til en eller flere lokaliteter for havbruk. Kommunen har ikke avsatt noe areal til akvakultur i Balsfjorden i den sist vedtatte arealplanen, og følgelig er ikke forutsetningene for å gjennomføre hovedprosjektet slik det var tenkt, til stede i dag.

De senere årene er mulighetene for dispensasjoner fra nylig vedtatte arealplaner blitt mer begrenset. Hvorvidt den nye politiske ledelsen i kommunen etter valget i 2015 vil være villig til å dispensere fra den vedtatte planen, er ikke undersøkt. Generelle føringer i planregimet, innsigelser fra Fylkesmannen i Troms til det å avsette akvakultur i Balsfjorden, samt uttrykt motstand fra lokale interesser tilsier at en dispensasjon kan bli vanskelig å få til. Hvorvidt det kan være mulig å få avsatt egnede områder for akvakultur i forbindelse med framtidig revisjon av arealplanen er usikkert.

Behovet for kunnskapsoppbygging om effekten av havbruksnæringen på miljø og samfunn er stort, noe som stadig understrekes i debatter om havbruksnæringens tilstedeværelse i kystsonen. Et prosjekt som følger etablering og drift av et havbruksanlegg vurderes derfor å være av betydelig samfunns- og miljømessig interesse. Prosessene relatert til lokalitets- og arealdisponeringer i Balsfjorden har både illustrert og aktualisert behovet for mer kunnskap, og klargjøring av gode løsninger for forvaltning og sameksistens i kystsonene. Dersom det ikke skulle la seg gjøre å få tilgang til nødvendige lokaliteter i Balsfjorden for gjennomføring av et hovedprosjekt, bør det gjennomføres et arbeid med sikte på å indentifisere andre aktuelle kystområder for etablering og gjennomføring av et hovedprosjekt ettersom problemstillingene som reises er vesentlig for både næringens samfunnsaksept og vekstmuligheter, men også for å kunne sikre en helhetlig bærekraftig utvikling i kystsonen.

2 Innledning (Nofima)

Norsk havbruksnæring er ventet å få en stadig større andel av norske eksportinntekter. En slik økning vil komme både som følge av redusert aktivitet på norsk sokkel, og dermed redusert eksport av olje, men også som følge av økt havbruksproduksjon. Det er helt nødvendig å utvikle andre eksportnæringer dersom vi skal klare å opprettholde utviklingen i norsk økonomi, eller i det hele tatt bremse fallet.

Havbruksnæringen er i en særstilling i Norge, ettersom dette er en eksportbasert næring som er effektiv nok til at vår produksjon er konkurransedyktig med annen matproduksjon i våre viktigste markeder. Årsaken til dette ligger i vår evne til å utnytte naturgitte fortrinn vi har i vår kystsone ved utviklingen av storskala oppdrett av laks i åpne merdanlegg. Utviklingen av næringen har gått raskt, og på mindre enn 40 år har norsk havbruksnæring vokst seg frem til å ha en større eksportverdi enn villfisknæringen, og samlet utgjør sjømatnæringen den nest største eksportnæringen i Norge, etter olje og gass.

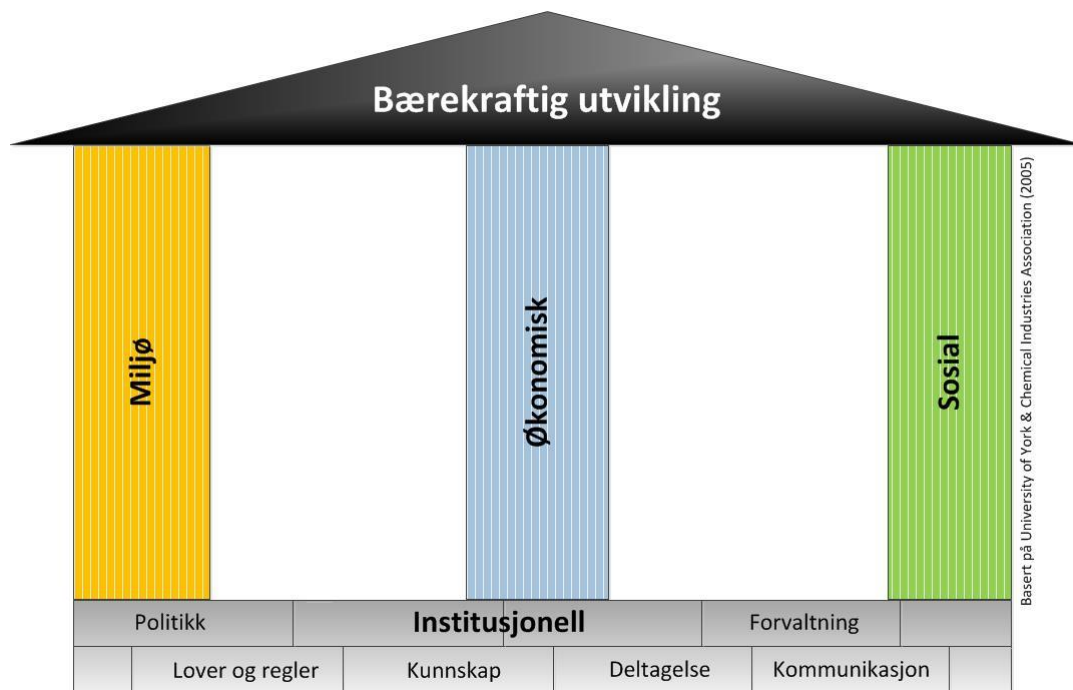
Internasjonalt er det anerkjent at mer av maten vi spiser må komme fra havet. Ettersom ville fiskepopulasjoner som fiskes kommersielt er nær, eller over, grensen for maksimal utnyttelse, vil den økte mattilgangen fra havet måtte komme fra havbruk – den blå åker. Myndighetene ønsker økt satsing på havbruk for å nå ambisjonene om å bli verdens fremste sjømatnasjon (St.mld.22, 2012–13). Framtidig vekst forventes i stor grad å skje i nordområdene, som følge av både klimaendringer og tilgjengelige arealressurser. Samtidig foreligger det nasjonale mål om å bli verdensledende innen miljøforvaltning. Påvirkning av økosystemene og utvikling av kystsamfunnene i nord vil avgjøres av hvordan nasjonale, regionale og lokale myndigheter agerer og regulerer i spenningsfeltet mellom ulike hensyn til miljø, arealbehov og næringsutvikling (Young & Matthews, 2010; Hersoug & Johnsen, 2012). Det er derfor behov for tverrfaglig kunnskap om havbruksnæringens påvirkning på økosystemtjenester og samfunn, samt forståelse av hvordan denne kunnskapen kan implementeres i en helhetlig forvaltning, regulering og utøvelse av havbruksnæringen.

Som all matproduksjon på land kan man heller ikke produsere mat i havet uten at dette påvirker omgivelsene. Tidligere lokalisering av anlegg på skjermede lokaliteter førte da også til lokale forureningsproblemer, ettersom organisk avfall aggregerte under anlegg i så store mengder at det påvirket både flora og fauna. Den økologiske balansen nær lokalitetene ble så forskjøvet at kun enkelte svært robuste arter kunne overleve der, og dermed dominerte bunnsubstratene fullstendig. Dette er beskrivende for området med for stor organisk belastning (overgjødning), og vil ikke være miljømessig bærekraftig. Videre så man i ekstreme tilfeller at oksygentilgangen sviktet med det resultat at nedbrytingen av avfallet dannet giftige gasser som hydrogensulfid (H_2S). Slike forhold er ingen tjent med, aller minst havbruksnæringen selv, som er avhengig av god vannkvalitet der den skal produsere. Den økte forståelsen for miljøets betydning for havbruksaktiviteten har ført til at produksjonen er flyttet til mer eksponerte lokaliteter, og næringen har bedre kontroll på status på strøm og bunnforhold ved lokalitetene. Dette fremgår av resipientundersøkelsene næringen er pålagt; alle matfiskanlegg skal gjennomføre trendovervåking av miljøtilstanden på lokaliteten etter Norsk Standard 9410. Det store bildet de siste 10 år viser stabile og gode forhold under oppdrettsanleggene, til tross for en betydelig produksjonsøkning (Kilde: Fiskeridirektoratet). Den økte produksjonen per lokalitet øker også den organiske belastningen, og kapasiteten til å håndtere avfallet er ikke ubegrenset. Moderne havbrukslokaliteter må derfor ha kapasitet til større produksjon

enn tidligere, samtidig som antall klarerte lokaliteter er omtrent halvert fra år 2000 til i dag. Lokalitetene er generelt blitt større, men det samlede fysiske arealbeslaget i havoverflaten har vært tilnærmet uforandret de siste årene.

Kystsonen benyttes av flere interessenter, og i bruken av den kan det dermed oppstå konflikter. Kystfiskere har lenge tilkjennegjort bekymring for mulige effekter av havbruk på fjordsystemer og villfisker der. Naturlig nok, ettersom dette har direkte betydning for deres eget driftsgrunnlag. Ved siden av organisk avfall, som er å sammenligne med gjødsling, bruker næringen stadig mer medikamenter for å behandle mot lakselus. Enkelte av disse har potensiale til å påvirke ville bestander av reke, ettersom de hindrer skallskifte hos krepsdyr. En side er den fysiske plassen havbruksanleggene med fortøyninger tar, og der fiskere er forhindret fra å fiske. En annen side er hvordan villfisk reagerer på oppdrettsanlegg som sådan. Det er kjent at villfisk tiltrekkes havbruksanlegg, men det hevdes også at kjønnsmoden kysttorsk skyr unna fjorder med havbruk uten at dette er dokumentert.

Det er bred enighet om at videre utvikling av havbruksnæringen skal skje i henhold til prinsippet om bærekraft. Bærekraftig utvikling ble i 1987 definert av Brundtland-kommisjonen som «en utvikling som imøtekommer dagens behov uten å ødelegge mulighetene for at kommende generasjoner skal få dekket sine behov». Begrepet bærekraft har tre sentrale dimensjoner; økologisk, økonomisk og sosial bærekraft (Figur 1). Økologisk bærekraft, eller miljømessig bærekraft, betyr at utviklingen må skje innenfor naturens tålegrenser. Et bærekraftig produksjons- og forbruksmønster utnytter naturressursene uten å svekke økosystemenes kapasitet og mangfold. Den økologiske dimensjonen er vesentlig fordi den sikrer ressursgrunnlaget, og fordi en del miljøskader er irreversible. Økonomisk bærekraft innebærer en økonomisk utvikling som over tid opprettholder gjennomsnittlig velferdsnivå og tillater velferdsvekst for fattige deler av befolkningen. Med global befolkningsvekst betyr økonomisk bærekraft at knappe ressurser må utnyttes mye mer effektivt, gjennom smarte løsninger, gjenbruk og prosesser som reduserer tap i verdikjeden. Sosial bærekraft er en utvikling som sikrer trygghet, sosiale rettigheter og gode levevilkår. I de fleste sammenhenger vil det handle om løsninger som er tilgjengelige for alle, som fremmer helse og trivsel, og gir rom for gode opplevelser. I tillegg tar man ofte med en fjerde dimensjon; institusjonell bærekraft som blant annet omhandler de lover og reguleringer som ligger til grunn for forvaltningen av de øvrige dimensjonene. De ulike dimensjonene i bærekraftbegrepet billedgjøres ofte som tre pilarer som sikrer bærekraft, og som alle tre er fundamentert på den institusjonelle dimensjonen.



Figur 1 Illustrasjon av hvordan bærekraftig utvikling bygger på tre pilarer; miljømessig, økonomisk og sosial bærekraft. Den institusjonelle dimensjonen er fundamentet pilarene hviler på.

For å oversette politiske målsettinger til praktisk innføring av bærekraftsprinsippene (FAO, 2003), må målsettingene brytes ned i mer spesifikke kriterier for bærekraft. Tabell 1 viser eksempler på ulike kriterier for bærekraftig utvikling av oppdrettslaks. Denne oversikten viser at bærekraftskonseptet er komplisert. Det miljømessige perspektivet for havbruk er relatert til blant annet produksjonsvolum, lokalitetsstruktur og drift av lokalitetene. I denne sammenhengen er dyrevelferd, utbredelse av sykdom og rømmingsproblematikk, lakselus, fôrutnyttelse og hvilke arter som skal brukes i fôrproduksjonen viktige.

Tabell 1 Kriterier for bærekraft i sjøbasert lakseoppdrett fordelt tematisk etter modellen med pilarer.

Miljømessig bærekraft	Økonomisk bærekraft	Sosial bærekraft	Institusjonell bærekraft
Material og ressursbruk	Lønnsomhet	Samfunnsutvikling og nytte	Politisk styring
Naturmangfold	Material- og ressursbruk	Sysselsetting	Forvaltning
Sykdom	Investeringer	Samfunnsaksept	Legitimt og effektivt regime
Rømming	Skatter og avgifter	Omdømme	Lov og regelverk
Lus	Energibruk	Rettferdighet	Kontroll og overvåkning
Fiskevelferd		Medvirkning	Kunnskap
Klimagassutslipp		Konflikter	Informasjon
Produksjon		Arbeidsmiljø	Infrastruktur
Vannbruk og utslipp		Helse	
Arealbruk		Rettigheter	

Virkelig bærekraft har vi bare dersom alle sider er ivaretatt. Som man vil se innebærer en bærekraftig utvikling inngående kunnskap på flere fagfelt og kompetanse og myndighet til å avveie hvilke ulemper man er villig til å akseptere for at aktiviteter skal finne sted. Forvaltningen har behov for mer kunnskap om hvilke effekter havbruk har på økosystemtjenester og samfunn for å sikre at fremtidig utvikling blir bærekraftig. Her begynner kompleksiteten virkelig å tre frem. Hvordan skal man måle

om en utvikling er bærekraftig eller ikke? Det finnes et utall variabler som i alle fall i noen grad må måles. Hvilke indikatorer skal man måle etter? Tradisjonelle økonomiske målinger som produktivitet, via miljøindikatorer som for eksempel vannforbruk og utslipp, til sosiale indikatorer som for eksempel tilgang til natur eller sykehjemsplasser. Dette kompliseres ytterligere ved at man må ta hensyn til tidshorisonter og periodisering, ettersom begrepet bærekraft også er dynamisk. For eksempel; Planlegger man større prosjekter som vannkraftutbygging vil tidshorisonnten være minst 50 år fremover mens de økonomiske reaksjonene på samme beslutning kan ha effekt etter få minutter på børs. Miljømessige konsekvenser av aktiviteter kan også endre takt i utviklingen, eksempelvis som fiskebestander som kan forsvinne på kort tid etter å ha gjennomgått en langsom reduksjon over lengre tid. Bærekraftig utvikling må dermed sees som en prosess som knytter sammen det som skjedde i fortiden til handlinger i nåtiden, som igjen vil påvirke fremtiden. Bildet kompliseres ytterligere dersom man også tar hensyn til geografisk skala – det som er bærekraftig lokalt sett, er kanskje ikke det på en global skala, og omvendt.

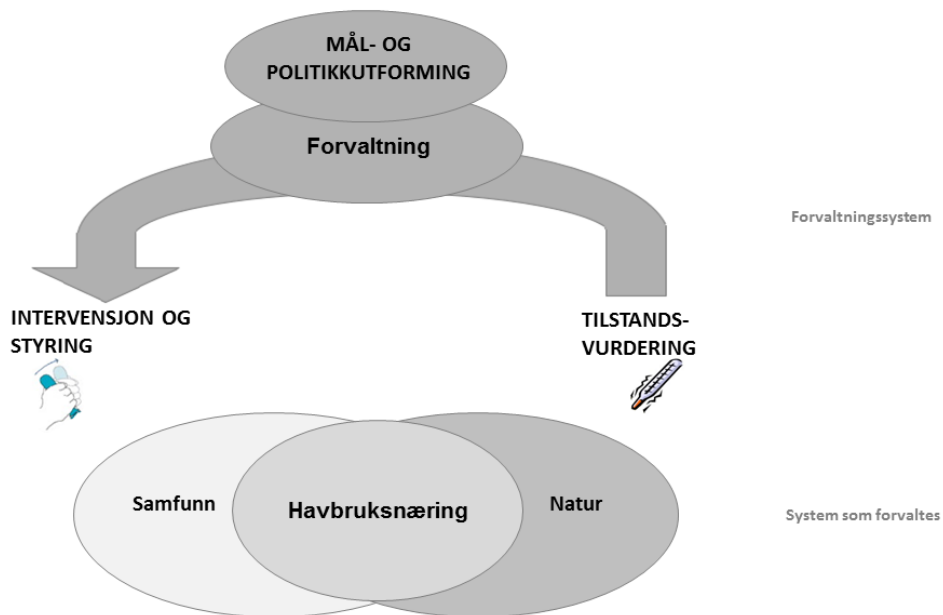
Økologiske sammenhenger er komplekse og dermed utfordrende å studere. Innen forskning vil man ofte søke å isolere betydningen av enkeltfaktorer slik at effekten av slike kan studeres i detalj. Slik kan man bygge opp kunnskap om enkeltfaktorer, men det vil ofte være en grov forenkling å slå sammen slike effekter for å kunne si noe om hvordan de virker samlet, slik de faktisk vil gjøre, ettersom de kan ha gjensidig forsterkende eller utjevne effekt på hverandre. I tillegg vil miljøet over tid respondere på disse faktorene samlet, ikke enkeltvis, dermed kan man heller ikke modellere mulige utfallsrom uten å godta betydelig usikkerhet. En mulig fremgangsmåte er å studere miljømessige endringer systematisk som følge av en ytre påvirkning, eksempelvis et fjordsystem (miljø) før, under og etter etablering av havbruksaktivitet (påvirkning). Selv en slik undersøkelse vil ha begrenset gyldighet til sammenlignbare fjordsystemer, men de vil fange opp den integrerte effekten av påvirkningen både på kort og lang sikt.

Balsfjorden har vært gjenstand for grundige forskningsarbeider gjennom flere år, og er av den grunn et av fjordsystemene vi samlet sett har mest bakgrunnskunnskap om i Norge i dag. Kunnskapen om fortiden i Balsfjorden gir dermed bakgrunn for studier av dynamiske endringer i systemet. Fjorden har ikke havbruksaktivitet i dag, slik at en havbruksetablering vil representere en ny påvirkning. Balsfjorden gir dermed en unik mulighet til å studere havbruksnæringens effekter på miljø og samfunn før, under og etter etablering av havbruksaktivitet i et sjøområde uten etablerte havbruksanlegg.

2.1 Forprosjektet

Forprosjektet har tatt utgangspunkt i en modell for ressursforvaltning, hvor en ser på forvaltning som en samhandling mellom to delsystemer; systemet som skal forvaltes og forvaltningssystemet.

Figur 2 gir en oversikt over modellen. Forvaltningssystemet består av politiske målsettinger og av forvaltningsadministrasjonen, mens systemet som skal forvaltes består av samfunns- og næringsinteresser og av naturen (Johnsen, 2014).



Figur 2 En modell der forvaltning forstås som en interaksjon mellom et forvaltningssystem og et system som skal forvaltes (figuren er basert på lignende figurer i Nielsen og Holm (2007) og Johnsen (2014)).

All menneskelig aktivitet har en effekt på naturen. Naturen i seg selv kan ikke forvaltes, men de som lever av og i naturen, kan i prinsippet styres. Ressursforvaltning dreier seg dermed om å styre menneskers atferd, og slik oppnå en ønsket effekt i naturen. En sentral aktivitet er derfor å utvikle forvaltningsinstrumenter, eller styringsverktøy, som styrer samfunns- og næringsaktører i ønsket retning. Slike instrumenter kan for eksempel være tillatelser (konsesjoner) i havbruksnæringen, eller kvoter i fiskerinæringen. For å kunne utvikle instrumenter som gir den ønskede effekten, behøves det kunnskap, både om naturen og om samfunns- og næringsaktørene.

Som figur 2 illustrerer foregår det et kontinuerlig samspill, både innad i, og mellom delsystemene. Når det gjelder forvaltningssystemet, så representerer politikken i bred forstand samfunnsinteressene. Politikk og forvaltningsadministrasjon er organisatorisk atskilt (Storting vs. regjering og underliggende etater), men samspiller i høy grad. Administrasjonen fortolker fagkunnskap og innspill, og forbereder blant annet lovforslag for politisk behandling. Lovforslagene danner grunnlag for de mer spesifikke forvaltningsinstrumentene. Forvaltningsadministrasjonen utformer forvaltningsinstrumentene (pil til venstre i figuren), som for eksempel særskilte regler, prosedyrer eller praksiser, basert på de politiske målsettingene og på kunnskap om systemet som skal forvaltes. Forvaltningsinstrumentene utgjør altså et forsøk på å operasjonalisere både politiske mål og faglige vurderinger. Næringen utøves i samspill med både samfunnet og naturen. Næringsutøvernes handlinger gir samfunnsmessige virkninger, som for eksempel verdiskapning, sysselsetting, eller legitimitet, samtidig som handlingene også har effekt i naturen, for eksempel utslipp av næringssalter eller rømming av oppdrettsfisk. Effektene på samfunnet og naturen fanges opp av forskning og overvåking (pil til høyre), og gir grunnlag for evaluering og revidering av forvaltningsinstrumentene. Det vil også gå informasjon mellom delsystemene uavhengig av forsknings- og overvåkingskanalen, for eksempel gjennom høringsuttalelser eller lignende. Ideelt sett

er altså forvaltningen et styringssystem basert på kunnskap og informasjon, evaluering, iverksetting og respons (Solås & Johnsen, 2014).

Forprosjektet skal utrede grunnlag for et hovedprosjekt med målsetting om å belyse havbruksnæringens konsekvenser for økosystemtjenester og samfunn i nordområdene. Utgangspunktet for arbeidet er krav til bærekraftig utvikling av næringen, med fokus på de fire dimensjonene ved bærekraftsbegrepet; miljømessig, sosial, økonomisk og institusjonell synsvinkel. Arbeidet skal samlet sett gi et helhetlig kunnskapsgrunnlag for at havbruksnæringen i nord kan forvaltes og drives innenfor miljøforsvarlige rammer. Dette krever etablering av kunnskapsstatus, og identifisering av aktuelle områder for kunnskapsbygging. Sammenhengene mellom de ulike områdene er illustrert under (Figur 3).



Figur 3 Skjematisk fremstilling av forprosjektets oppbygging og hvordan de ulike fagfeltene er satt sammen under en felles overordnet målsetting.

Prosjektet er satt sammen av ulike arbeidspakker som reflekterer disse kunnskapsområdene. I arbeidet er det derfor lagt vekt på at de beste kompetansmiljøene bidrar innen sine respektive fagfelt.

3 Statusgjennomgang

3.1 Sosioøkonomiske og institusjonelle forhold (Nofima)

3.1.1 Institusjonelle rammer

Bærekraft

Som vist til i innledningen er det et uttalt mål at utviklingen i norsk havbruksnæring skal være bærekraftig. Dette er også nedfelt i lovverket som regulerer næringen, og som derved utgjør noen av de viktigste institusjonelle rammene. For eksempel er formålet med akvakulturloven å "fremme akvakulturnæringens lønnsomhet og konkurransekraft innenfor rammene av en bærekraftig utvikling, og bidra til verdiskaping på kysten" (jf. § 1 i akvakulturloven). I merknadene til lovens bestemmelser påpekes det at begrepet "bærekraftig utvikling" innebærer at næringens vekst skal skje innenfor de grenser som naturen setter. Det fremgår videre av forarbeidene at det i begrepet "bærekraftig utvikling" også ligger at akvakulturdrift skal tilpasses hensynet til andre samfunnsinteresser i kystsonen, i tillegg til hensynet til folkehelse, fiskehelse og fiskevelferd. Også i plan- og bygningsloven, som regulerer kommunenes planlegging av sjøarealet (kystsoneplanleggingen), står bærekraft svært sentralt. Lovens hovedformål er «å fremme bærekraftig utvikling til beste for den enkelte, samfunnet og framtidige generasjoner» (jf. § 1 i plan- og bygningsloven). Naturmangfoldloven inneholder en rekke miljørettslige prinsipper som forvaltningsmyndighetene skal anvende når søknader om tillatelse til akvakultur skal vurderes. Det fattes altså ikke egne vedtak etter naturmangfoldloven, men prinsippene den fastslår skal anvendes i beslutningene om vedtak etter andre lover. Naturmangfoldloven inkluderer bestemmelser om bærekraftig bruk (Kap. II, § 4 Forvaltningsmål for naturtyper og økosystemer), hvor det heter at: «Målet er at mangfoldet av naturtyper ivaretas innenfor deres naturlige utbredelsesområde og med det artsmangfoldet og de økologiske prosessene som kjennetegner den enkelte naturtype. Målet er også at økosystemers funksjoner, struktur og produktivitet ivaretas så langt det anses rimelig.»

Kunnskapsgrunnlaget for forvaltningen

Det er et uttalt mål at forvaltning av norske naturressurser skal være kunnskapsbasert. Eksempelvis nevnes her Bondevik-regjeringens mål om å styrke marin kartlegging «som grunnlag for et differensiert og kunnskapsbasert forvaltningssystem», og videre at en «differensiert og bærekraftig arealforvaltning må baseres på kunnskap om økosystemet og konsekvensene av ulik bruk» (St.mld. nr. 12 (2001-2002): 74). Også Solberg-regjeringen inkluderte lignende målsettinger for sin vekstpolitikk for havbruk: «En oppdatert og kunnskapsbasert forvaltning vil være rustet til å sikre gode og relevante rammebetingelser for oppdrettsnæringen, og ivareta viktige forvaltningshensyn som effektivitet, likebehandling og rettssikkerhet» (Meld. St. nr. 16 (2014-2015): 17).

At forvaltning av naturressurser skal være kunnskapsbasert, er også nedfelt i naturmangfoldloven. I paragraf 8 heter det at «offentlige beslutninger som berører naturmangfoldet skal så langt det er rimelig bygge på vitenskapelig kunnskap om arters bestandssituasjon, naturtypers utbredelse og økologiske tilstand, samt effekten av påvirkninger. Kravet til kunnskapsgrunnlaget skal stå i et rimelig forhold til sakens karakter og risiko for skade på naturmangfoldet» (jf. § 8 i LOV-2009-06-19 nr. 100). Det henvises altså eksplisitt til vitenskapelig kunnskap, som skal være objektiv og etterprøvbar (Ot.prp. nr. 52 2008-2009). I neste avsnitt i lovbestemmelsen, legges det derimot vekt på en annen type kunnskap: «Myndighetene skal videre legge vekt på kunnskap som er basert på generasjoners

erfaringer gjennom bruk av og samspill med naturen, herunder slik samisk bruk, og som kan bidra til bærekraftig bruk og vern av naturmangfoldet» (op. cit.).

I tillegg til disse mer overordnede kravene til kunnskapsgrunnlaget, finnes det et omfattende regelverk, veiledere, rundskriv og lignende, som legger føringer på og krav til hva som må foreligge av kunnskap og dokumentasjon før vedtak og beslutninger gjøres. Disse kravene varierer i omfang og innretning for ulike fagfelt og forvaltningsorganer. Forvaltningen kan også sikre seg det nødvendige kunnskapsgrunnlaget gjennom konsekvensutredninger.

Konsekvensutredning (KU)

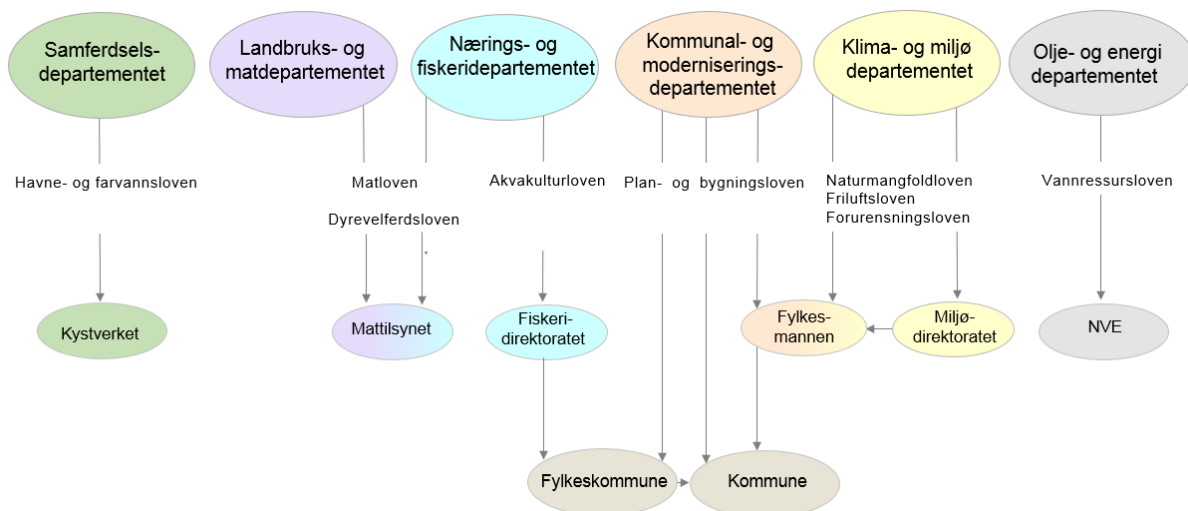
De første norske bestemmelsene om konsekvensutredninger trådte i kraft 1. juli 1990 og er senere utviklet og revidert flere ganger. Siste revisjon med ikrafttreden 1. januar 2015 innebærer et skille mellom *planer* og *tiltak*. Forskrift om konsekvensutredninger for *planer* etter plan- og bygningsloven håndteres av Kommunal- og moderniseringsdepartementet, mens forskrift om konsekvensutredninger for *tiltak* etter sektorlover håndteres av Klima- og miljødepartementet.

Formålet med begge forskriftene er å sikre at hensynet til miljø og samfunn blir tatt i betraktning under forberedelsen av planer eller tiltak, og når det tas stilling til om, og på hvilke vilkår, planer eller tiltak kan gjennomføres. Saksbehandling etter forskriftene om konsekvensutredninger skal ivareta krav til utredning og dokumentasjon som følger av annet lovverk og som er relevante for den beslutningen konsekvensutredningen skal ligge til grunn for. Ansvarlig myndighet relatert til akvakulturtiltak er fylkeskommunen og behandling skal knyttes opp til akvakulturloven.

Statlig sektorstyring og lokal arealplanlegging

En eventuell realisering av et hovedprosjekt forutsetter tilgang til egnede havbrukslokalteter i sjø. De institusjonelle rammene for tilgang til arealressursene er primært knyttet til regimet for klarering av lokaliteter, og til kommunenes kystsoneplanlegging. Rammene for hvordan dette skal foregå, er fastsatt i nasjonale bestemmelser. En mer detaljert beskrivelse av dette er presentert i Solås et al. (2015).

Figur 4 gir en forenklet oversikt over de viktigste departementene og underliggende etater, samt planmyndigheter, som er involvert i forvaltningen av havbruksnæringen. Figuren viser også de mest sentrale lovene som de ulike forvaltningsmyndighetene er ansvarlige for å fatte vedtak etter. Når det gjelder tildeling av akvakulturtilatelse, forutsetter akvakulturloven § 6 at det er gitt tillatelse etter matloven, forurensningsloven, havne- og farvannsloven og vannressursloven, før det kan gis tillatelse etter akvakulturloven. Dette gir i praksis sektormyndighetene (Mattilsynet, Fylkesmannen, Kystverket og NVE) "vetorett" når det gjelder akvakulturtilatelser. I tillegg er det flere departementer og underliggende etater som med utgangspunkt i mer generelt regelverk har betydning for utøvelse av havbruksnæringen, f.eks. Legemiddelverket, Arbeidstilsynet og Sjøfartsdirektoratet.

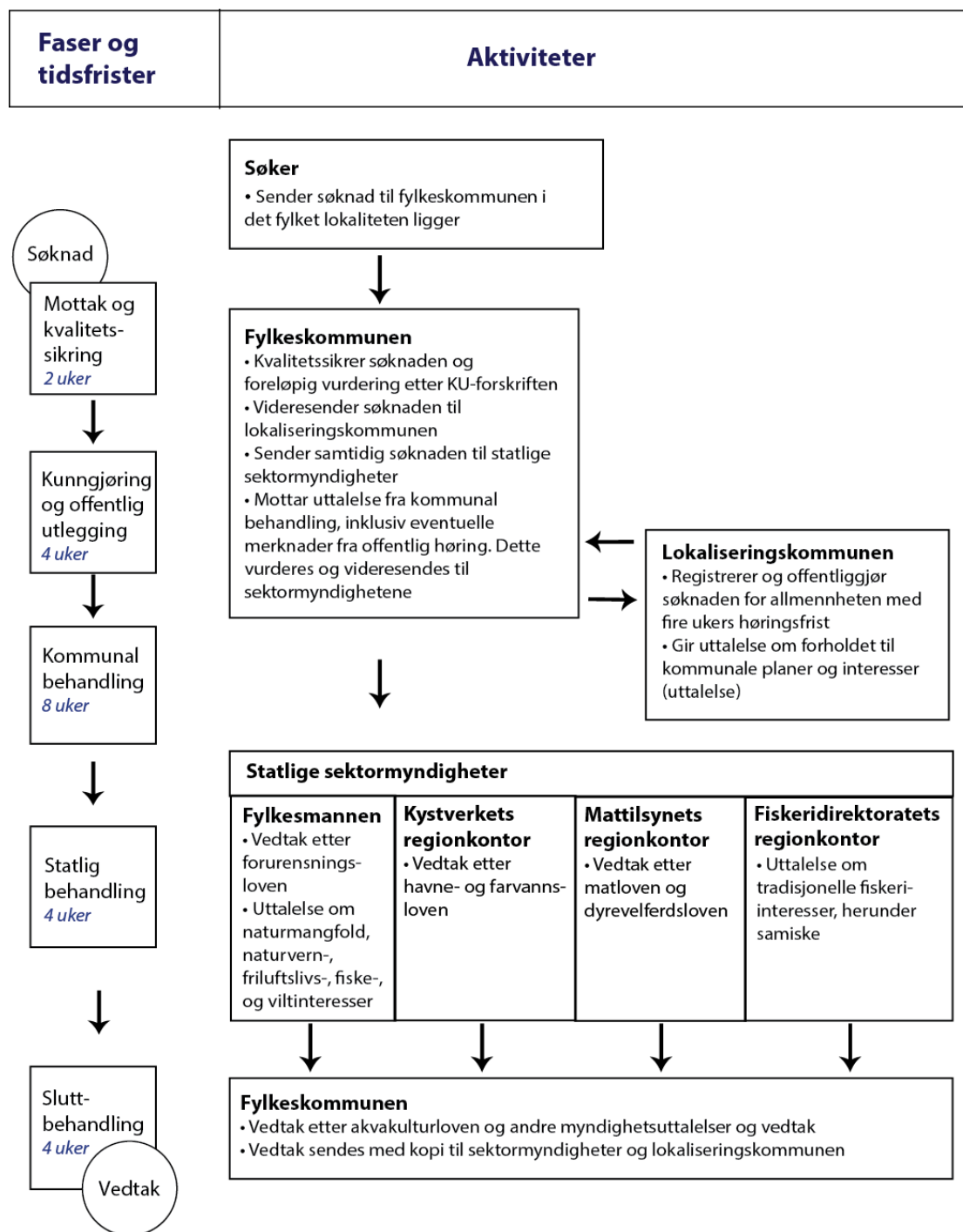


Figur 4 Viktige forvaltningsinstitusjoner og lovverk for havbruksnæringen (Kilde: Nofima.)

Klarering av lokaliteter

Det er Fiskeridirektoratet som er sektormyndighet etter akvakulturloven, men fylkeskommunene har fått delegert ansvaret for å avgjøre søknader om tillatelse etter akvakulturloven, og har også koordineringsansvaret i søknadsbehandlingen. Dette innebærer at fylkeskommunen skal kvalitetssikre søknaden i forhold til en rekke krav om dokumentasjon og forundersøkelser. Fylkeskommunen innhenter også vurdering fra vertskommunen om forholdet til kommunale planer for området. På dette stadiet foretas også en vurdering av hvorvidt tiltaket er omfattet av bestemmelsene for konsekvensutredning.

Dersom disse forholdene er i orden, videresender fylkeskommunen søknaden til lokaliseringkommunen og de statlige sektormyndighetene, det vil si Fylkesmannens miljøvernavdeling, Kystverkets regionkontor, Mattilsynets regionkontor og Fiskeridirektoratets regionkontor. Dersom Fylkesmannen, Kystverket eller Mattilsynet avslår en lokalitetssøknad kan det ikke gis tillatelse etter akvakulturloven. Det kan heller ikke gis tillatelse i strid med vedtatte planer etter plan- og bygningsloven, eller vernetiltak etter naturmangfoldloven eller kulturminneloven (jf. § 15 i akvakulturloven). Figur 5 viser en skjematisk framstilling av saksgangen i behandlingen av lokalitetssøknader, med tidsfrister inkludert. Jf.: Forskrift om samordning og tidsfrister i behandlingen av akvakultursøknader (<http://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2010-05-18-708>).



Figur 5 Saksgang i behandling av akvakulturtillatelse. For akvakultur med uttak av ferskvann (settefiskanlegg) vurderer også NVE om tiltaket er konsesjonspliktig etter vannressursloven. Figuren viser også saksbehandlingstid slik den er fastsatt i forskrift om samordning og tidsfrister i behandlingen av akvakultursøknader. Kilde: Solås og Johnsen (2014) etter lignende figurer fra Fiskeridirektoratet og Fiskeri- og kystdepartementet

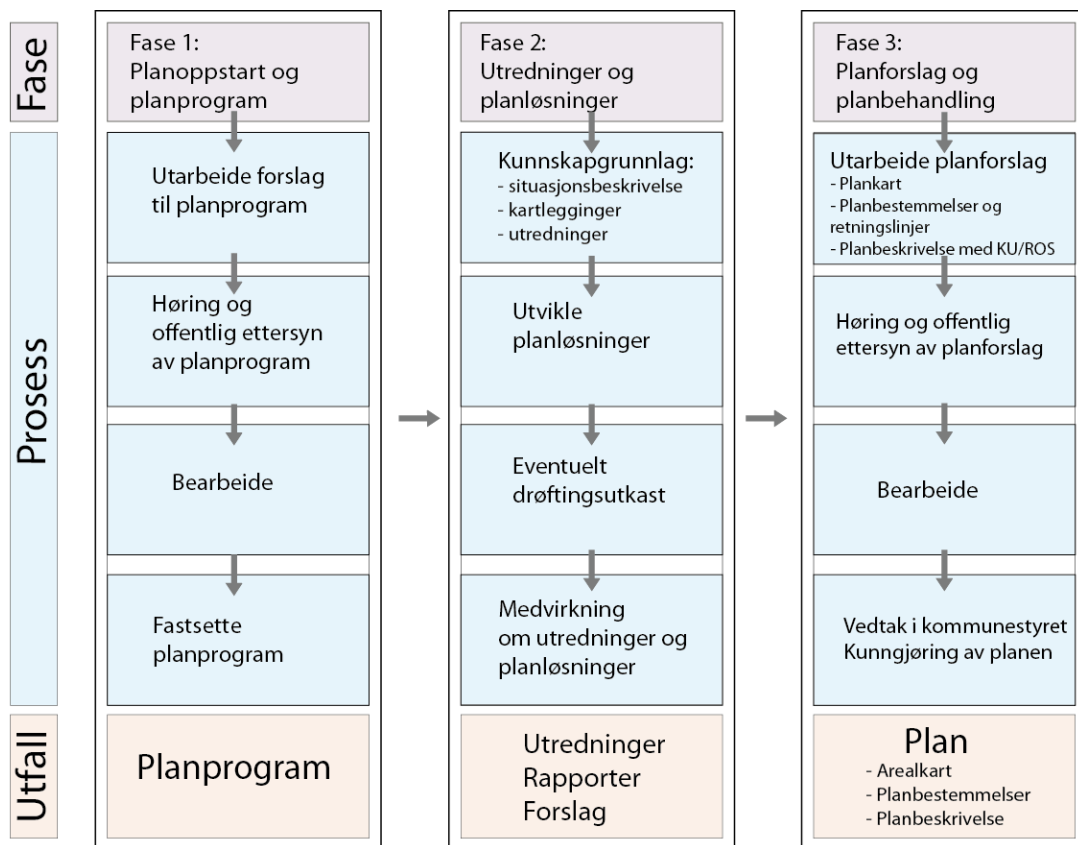
Kystzoneplanlegging

Sandbæk (2003) viser til at så lenge en kommune utarbeider en kommuneplan som har en arealdel i sjø, så kan vi kalle det en kystzoneplan. En kystzoneplan kan også være en kommunedelplan, hvor kommunene utarbeider en mer finstilt delplan for enten et bestemt geografisk område, eller et gitt tema, slik som havner, havbruk eller lignende (ibid). En kystzoneplan inneholder et plankart hvor

kystarealet er delt inn i soner basert på ulike bruksformål. Selv om plan- og bygningsloven ikke definerer begrepet kystsoneplan, finnes det rammer for hvilke arealbrukskategorier som kan benyttes i planleggingen av sjøarealet.

Plan- og bygningsloven stiller som krav at kommuneplanens arealdel "i nødvendig utstrekning" skal vise arealformål som er angitt i loven (se også Solås 2014). I dette ligger at arealdelen av planen skal være en grovmasket oversiktsplan som fastlegger, viser og binder opp hovedtrekkene i arealbruken. Arealdelen skal være en "enkel plan uten flere detaljer enn det som er nødvendig for å sikre en overordnet styring av de vesentlige elementene i arealbruk og -utvikling" (Ot.prp.nr. 32 2007-2008:213). Loven lister opp seks arealformål: "Bebyggelse og anlegg", "samferdselsanlegg og teknisk infrastruktur", "grønnstruktur", "forsvaret", "landbruks-, natur- og fritidsformål samt reindrift" og til slutt arealformålet som er mest interessant i kystsonesammenheng; "bruk og vern av sjø og vassdrag, med tilhørende strandsone". Til hvert arealformål lister loven også opp underformål, som hovedformålene etter behov kan deles inn i. Underkategoriene som hører til underformål nummer 6, altså kategorien for sjø og vassdrag, er ferdsel, farleder, fiske, akvakultur, drikkevann og natur- og friluftsområder. Underkategoriene i nummer 6 kan brukes enten alene eller i kombinasjon med hverandre. Hvor detaljert planleggingen skal være, blir dermed et spørsmål om skjønn; det er fullt mulig å sette av store fellesområder for flere av underkategoriene i kystsonen (Solås 2014).

Plan- og bygningsloven opererer med tre plannivåer: planlegging på riksnivå, regional planlegging (tidligere fylkesplanlegging) og kommuneplanlegging. Staten tar seg av planleggingen på riksnivå, og har det administrative hovedansvaret for at planvedtakene som treffes sentralt blir fulgt opp på fylkes- og kommunenivå. Dette skjer gjennom statlige organers deltagelse i planprosesser på fylkes- og kommunenivå. Også *regionale* planer kan fastsette retningslinjer for bruken av arealer og naturressurser på fylkesnivå når det gjelder spørsmål som bør ses i sammenheng ut over kommunegrensene. Disse retningslinjene til tross; det er på kommunenivået selve arealfordelingen skjer. Det er den kommunale planprosessen som er hovedarenaen for interesseavveiningene (Sandbæk 2003). Rammene for kommuneplanleggingen er, i tillegg til kommunens egne forhold, lokal tilpasning til nasjonale føringer og en retningsgivende regional plan. Dermed er premissene ofte lagt av stat og fylkeskommune før den kommunale planleggingen tar til (Solås 2014). Figur 6 viser en oversikt over saksgangen i kommunal planlegging.



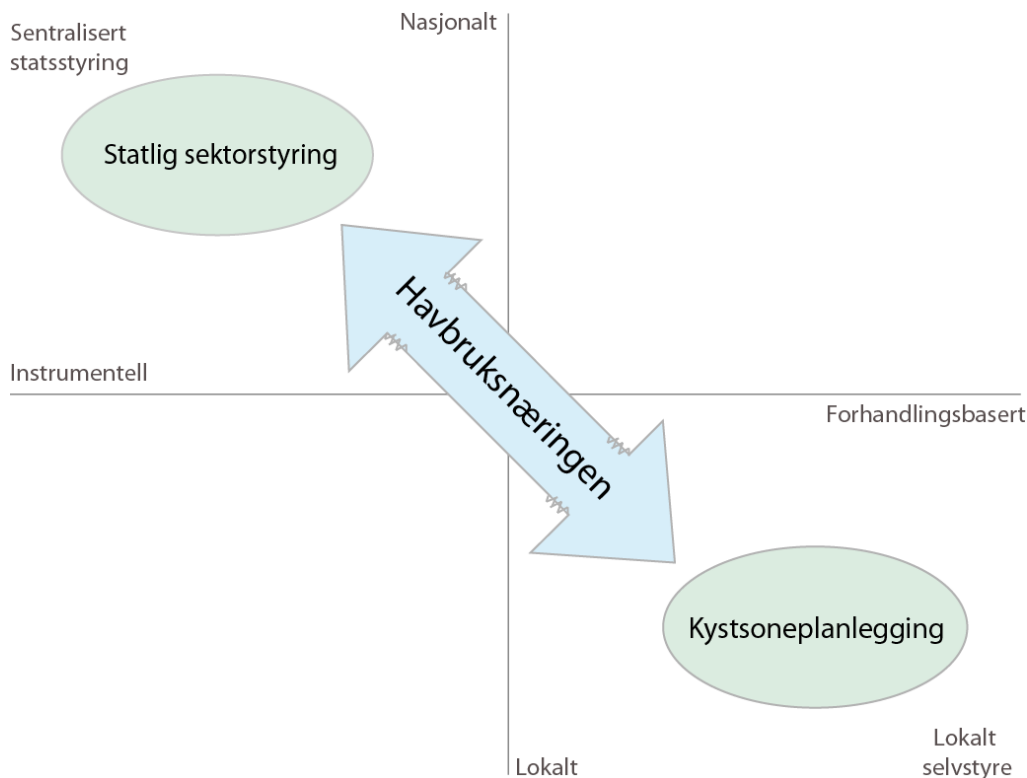
Figur 6 Oversikt over planprosess for kommuneplaner. Basert på lignende figur i Miljøverndepartementets veileder til arealplanlegging (veileder T-1491).

Planvedtakene er politiske vedtak og fattes av kommunestyret, men kommunen har i planprosessen ansvar for å søke å finne løsninger på mulige konflikter og å ivareta overordnede hensyn. Det betyr at de politiske målsettingene til det vedtaksfattende kommunestyre må avklares i forhold til andre faglige og ikke-faglige hensyn. Hvis kommunen ikke gjør dette, kan statlige eller regionale organer fremme *innsigelse*. Hvis en slik innsigelse foreligger, kan ikke kommunen godkjenne planen. Dersom ikke partene finner en løsning på egenhånd, skal det mekles, og om ikke dette fører fram er det til slutt Kommunal- og moderniseringsdepartementet³ som bestemmer om innsigelsen skal tas til følge eller ikke. Departementet kan også, selv om det ikke er reist innsigelse, oppheve eller endre planen, dersom den strider mot nasjonale interesser eller regional plan (jf. plan- og bygningsloven §§ 5-4 – 5-6 og 6 – 11).

Ulike forvaltningssystem i kystsonen

Når det gjelder kystzoneplanlegging og lokalitetsklarering, er det altså en rekke ulike etater og myndigheter som er involvert i beslutningsprosessene. Både statlige sektormyndigheter og regionale og lokale politiske organer har forvaltningsansvar i kystsonen. Vi har tidligere argumentert for at sektorsystemet og det lokalpolitiske forvaltningssystemet bygger på ulike forvaltningslogikker, og at det dermed finnes to ulike forvaltningssystemer med ulikt ansvar og rollefordeling (Solås et al. 2015). I Figur presenteres en forenklet illustrasjon om hvordan havbruksnæringen i dag er plassert mellom en sentralisert statsforvaltning og desentralisert lokalstyring.

³ Fram til 1.1.2014 var det Miljøverndepartementet som var øverste planmyndighet.



Figur 7 Forenklet illustrasjon av forholdet mellom sentralisert og lokal forvaltning og styring av havbruksnæringen (Kilde: Nofima).

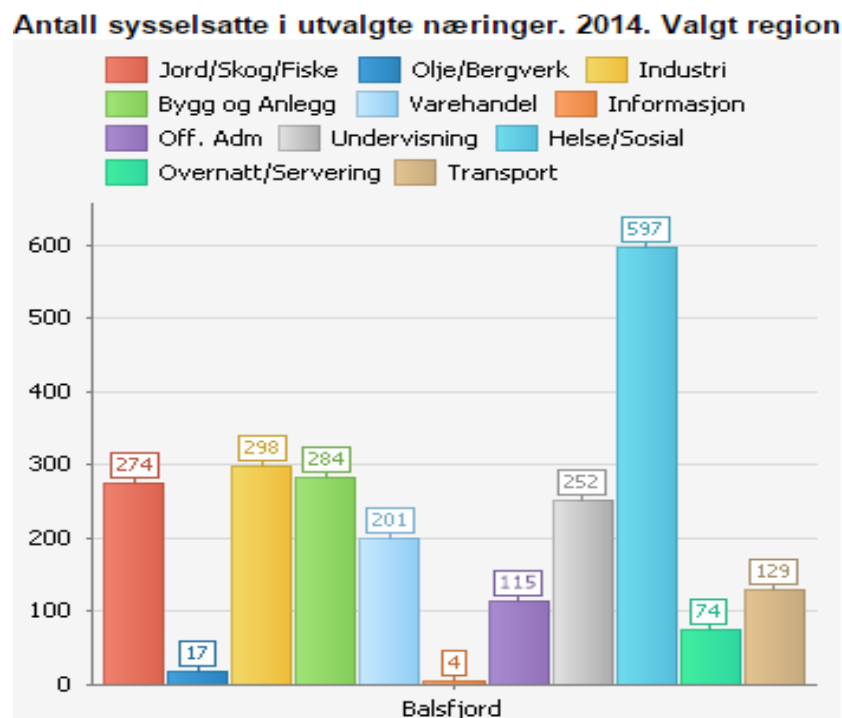
Den sentraliserte statsstyringen representerer en instrumentell og teknokratisk styring, ofte kalt «ovenfra og ned»-styring, basert på teori om årsaks- og virkningsforhold og vektlegging av naturvitenskap. Håndtering av problemet med lakselus, er ett eksempel på en slik styringsform. Her er det, med bakgrunn i naturvitenskap, fastsatt detaljerte krav til overvåkingen, og tiltak som håndheves av statlige sektormyndigheter. I motsatt ende av figuren ser vi en lokal «nedenfra og opp»-styring, som kan knyttes til kommunenes innflytelse over næringens tilgang til lokalitetsressursen. Den skjer hovedsakelig gjennom kystsoneplanlegging, som i langt større grad baseres på lokal innflytelse og forhandlinger mellom ulike interesser. Dette er styring som i langt større grad baseres på forhandlinger mellom ulike interesser hvor sammenhengen mellom kunnskap og handlingen er mer kompleks og labil. Det naturvitenskapelig kunnskapsgrunnlaget og instrumentelle reguleringer er i mindre grad avgjørende for utfallet. Havbruksnæringen omfattes altså av to ulike forvaltningssystemer, som baserer seg på ulike forvaltningsmodeller; den statlige instrumentelle sektorforvaltningen og den kommunale forhandlingsbaserte arealforvaltningen (Solås et. al 2015).

3.1.2 Sosioøkonomiske forhold i Balsfjord kommune

Pr. 1.1. 2015 hadde Balsfjord kommune et innbyggertall på 5 720 innbyggere. Kommunen har et spredt bosettingsmønster, hvor omtrent en fjerdedel av befolkningen fordeler seg på de to sentrene i kommunen, Storsteinnes og Nordkjosbotn, mens omtrent tre fjerdedeler av befolkningen bor spredt langs selve Balsfjorden eller Malangen (inkludert i tettstedene Laksvatn, Mestervik, Malangseidet og Sand) (Balsfjord kommune 2015b). Dette innebærer at store deler av befolkningen bor svært nært sjøen, noe som kan tenkes å ha betydning for omfanget av fritidsaktiviteter i sjøarealet.

Det er i alt om lag 2270 arbeidsplasser i kommunen (per 1.1.2014), hvorav de fleste i privat sektor (56 %), fordelt på primær- og sekundærnæringene (35 %), samt en del i privat service (21 %). Antall arbeidsplasser økte med omtrent 23 % i tidsperioden fra 2004 til 2014 (etter å ha falt kontinuerlig fra 1994 til 2004). Dette skyldtes delvis en sterk vekst i offentlig sektor (+ 40 %), men også en vekst i privat sektor (+ 13 %). I det offentlige er det særlig innenfor helsetjenester og undervisning at nye arbeidsplasser har oppstått. I privat sektor har veksten særlig kommet i industri (nærings- og drikkevareindustri med mer) samt bygg/anlegg. Noe av denne veksten i industri skyldes tilflytting av bedrifter utenfra, eksempelvis Macks ølbryggeri som flyttet produksjonen fra Tromsø kommune til Balsfjord i 2012. Det har også vært tilvekst innenfor reiseliv og forretningsmessig tjenesteyting (Johansen et al. 2015).

Figur 8 viser antall sysselsatte i ulike næringer i Balsfjord kommune. Det er flest ansatte innenfor helse/sosial, men også industri og bygg/anlegg sysselsetter mange. I tillegg har kategorien jordbruk/skogbruk/fiske har en sterk posisjon i Balsfjorden; 274 personer var sysselsatt i næringer i denne kategorien i 2014. I 2013 utgjorde antall sysselsatte i jordbruket omtrent 230 årsverk (Stornes 2014).



Figur 8 Antall sysselsatte i utvalgte næringer i Balsfjord kommune. Figur: KommuneProfilen.

Av primærnæringene er det altså jordbruk som dominerer. Balsfjord er den største jordbrukskommunen i nord, målt både i sysselsetting og i verdiskaping (Stornes 2014). Når det gjelder de andre primærnæringene, var det ifølge Fiskeridirektoratets fiskermanntall 24 personer som hadde fiske som hovedyrke i Balsfjord kommune i 2014. Tidligere hadde Balsfjord kommune også aktivitet i primærleddet i havbruksnæringen. I en periode på begynnelsen av 2000-tallet var det næringsvirksomhet tilknyttet oppdrett av torsk og blåskjell i kommunen, men på grunn av dårlig lønnsomhet ble disse aktivitetene avsluttet. De marine næringene utmerker seg altså ikke i Balsfjorden, men selv om Balsfjord kommune ikke lenger har noen sysselsatte i primærleddet i havbruksnæringen, har kommunen likevel ringvirkninger fra havbruksnæringen i sekundærleddet. I

kategorien «industri» i Figur finner vi EWOS forfabrikk og BEWi Polar, som blant annet produserer isoporkasser. EWOS forfabrikk på Bergneset har 55 ansatte i hel – og deltidsstillinger som til sammen utgjør 40 årsverk. BEWi Polar, som i all hovedsak leverer til havbruksnæringen, har 12 ansatte. I tillegg til ringvirkningene som følger av sysselsetting mottar kommunen eiendomsskatt og havneavgifter på til sammen omtrent 1,4 millioner kroner fra havbruksrelatert virksomhet (Hogne Eidissen, pers. medd.).

Næringspolitisk sett er ikke havbruk definert som et særskilt satsningsområde i Balsfjord, noe som også gjenspeiler seg i kommunens vedtatte planprogram for arbeidet med å oppdatere kommunens strategiske næringsplan. Her heter det at: «Strategisk næringsplan for Balsfjord skal omfatte alt næringsliv - fiske, jordbruk, skogbruk og reindrift inkludert - i kommunen (...)» (Balsfjord kommune 2015c).

3.1.3 Kystsoneplanlegging og lokaliteter for akvakultur i Balsfjord kommune

De ytre delene av Balsfjorden hører til Tromsø kommune, mens de indre delene tilhører Balsfjord, noe som innebærer at ansvaret for å lage kystsoneplaner (arealplaner i sjø) for Balsfjorden er fordelt på to ulike kommuner. Siden lokalitetene som var tenkt til pilotprosjektet ligger i Balsfjord kommune, som også er med som partner i prosjektet, vil vi kun fokusere på planprosesser og lokalitetssøknader i Balsfjord kommune, ikke i Tromsø.

Kystsoneplanprosesser i Balsfjord kommune

Balsfjord kommune vedtok den 18.6.2002 en kystsoneplan. Denne hadde status som kommunedelplan for kommunens sjøareal, og var underlagt kommunens arealplan. I denne delplanen var det avsatt en rekke områder til akvakultur. Balsfjord kommunes arealdel (for landområdene) var vedtatt i 1992, og var i 2002 såpass utdatert at statlige og regionale myndigheter etterlyste en arealplanrevisjon. Høsten 2008 kom arbeidet med revisjon av arealplanen i gang (Balsfjord kommune 2011a). I denne planprosessen ble også sjøarealet inkludert. Ny arealplan ble vedtatt i september 2011.

På samme tid var det tatt initiativ fra Troms fylkeskommune til koordinert kystsoneplanlegging for kommuner i Troms, og "Kystplan Troms" ble startet i 2012. Dette var et treårig prosjekt som hvor kystkommunene i fylket ble invitert inn til å delta i interkommunale kystsoneplanprosesser. Kommunene Målselv, Balsfjord, Tromsø, Lyngen og Karlsøy gikk sammen om å utarbeide en kystsoneplan for felles kystområder og fjordsystem, under benevnelsen "Kystplan Tromsøregionen". Kystsoneplanene for disse kommunene ble vedtatt høsten 2015.

Samtidig som disse planprosessene foregikk, ble det søkt om tillatelse til å starte oppdrett av laks i Balsfjord, og det kan se ut til at planarbeidet og behandlingen av lokalitetssøknadene har virket inn på hverandre. I det følgende presenterer vi først de to planprosessene som har foregått i Balsfjord kommune i de senere årene, før vi tar for oss lokalitetssøknader i Balsfjord kommune i samme periode.

Arbeidet med arealplanen av 2011: Nye politiske føringer fra Balsfjord kommune

I kystzoneplanen fra 2002 var det avsatt flere områder til akvakultur. Da ny arealplan for hele kommunen skulle utarbeides i rulleringen som startet i 2008, ble også sjøarealer inkludert i planen. I planprogrammet, som skal legge grunnlaget for planarbeidet, ble det lagt liten vekt på sjøområdene, og det framgår at det var landområdene som var det sentrale temaet: *«Bruk og vern av vassdrag og sjøområder er sterkt regulert gjennom lovverket, men i arealplanen skal også dette temaet behandles. Balsfjord kommunes kystzoneplan fra 2002 skal integreres i ny arealplan. I den sammenheng vil det bli vurdert om administrasjonen har kapasitet til også å foreta revisjon av planlagt bruk av sjøområdene i kommunen.»*

Balsfjord kommune (2009)

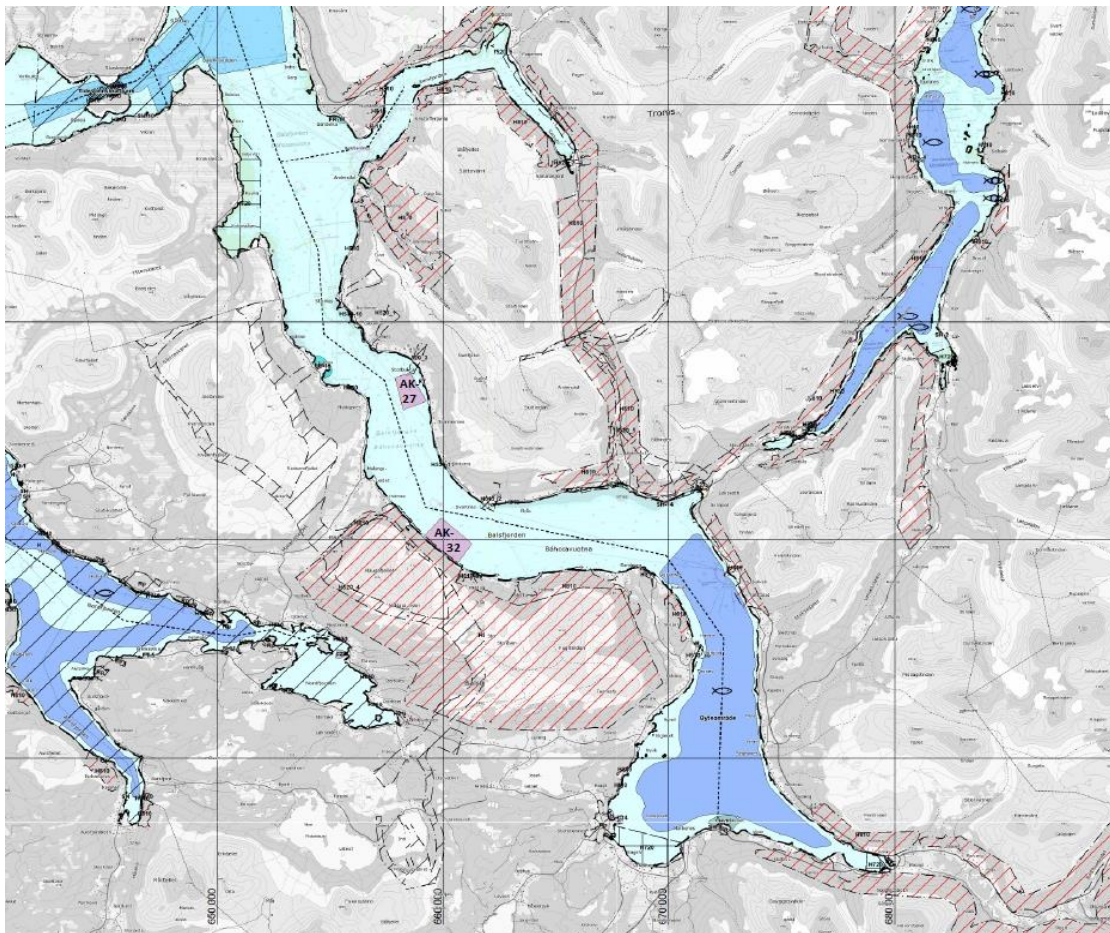
Fastsettelse av planprogram inngår i første fase i planarbeidet (jf. Figur), og er ment å bidra til en målrettet og forutsigbar planprosess (Miljøverndepartementet 2012). Planprogrammet ble fastsatt i februar 2009, men i løpet av våren 2010 ble det vedtatt nye politiske føringer for planprosessen. I møte i formannskapet 22.4.2010 lanserte Fremskrittspartiets representant et forslag til et nytt politisk styringssignal for planprosessen: *«Det settes ikke av områder til havbruk i Balsfjorden»* (FSK-sak 2010/59). Forslaget ble vedtatt med fire mot tre stemmer. Representanter fra Arbeiderpartiet og Høyre leverte mindretallsanke. Arealplanføringene ble tatt opp som sak i kommunestyret 16. juni 2010 (KST-sak 2010/45), hvor utfallet av den politiske behandlingen ble at vedtaket om ikke å sette av arealer til havbruk ble opprettholdt av kommunestyret.

Da kystzoneplanen var oppe til andre gangs behandling i formannskapet foreslo Høyres representant at *«kommunens kystzoneplan/havbruksplan tas inn i arealdelen»* (Balsfjord kommune (2011b)), altså at kystzoneplanen fra 2002, med avsatte akvakulturområder, skulle videreføres i den nye planen også. Forslaget falt med én mot seks stemmer. Samme forslaget ble igjen fremmet under kommunestyrets behandling av saken, hvor det falt med tre mot 23 stemmer. Under kommunestyrets behandling av arealplanen fremmet Arbeiderpartiet et forslag som blant annet inneholdt at man skulle jobbe videre med en revisjon av kystarealene. Dette forslaget ble enstemmig vedtatt (ibid.). Slik arealplanen ble vedtatt, hadde Balsfjord kommune tatt i bruk fire ulike arealkategorier i soneinndelingen av sjøarealet; den overordnede kategorien *«bruk og vern av sjø og vassdrag»*, samt underkategoriene *«farleder»*, *«fiske»* og *«småbåthavn»*. Dette slik at den innerste delen av Balsfjorden var satt av til fiske, mens den ytterste delen var satt av til bruk og vern av sjø og vassdrag, med unntak av området midtfjords som var forbeholdt farleden. I bestemmelsene til arealplanen hadde kommunen tatt med at det ikke var avsatt arealer til akvakultur i Balsfjord. Plankartet med tilhørende planbestemmelser er rettslig bindende for kommunen. Denne kystzoneplanen var gyldig i fire år, fram til den interkommunale kystzoneplanen ble vedtatt i 2015. Den vedtatte revisjonen av kystarealene foregikk altså som en del av den interkommunale planprosessen for Tromsø-området.

Interkommunal kystzoneplan i 2015

Balsfjord kommune vedtok i september 2015 ny kystzoneplan som en del av nevnte interkommunale kystzoneplanprosjekt, *«Kystplan Tromsøregionen»*. I april 2014 var planprogrammet for den interkommunale planprosessen ferdigstilt. I planprogrammet het det at *«økende konkurranse og interessekonflikter gjør kystsonen utfordrende å forvalte»* (Anon. 2014:3). Når det gjelder havbruksnæringen ble det trukket fram at arealplanene i Tromsø-regionen var utdaterte, og at søknader om nye havbrukslokaliteter ofte ble behandlet som dispensasjonssaker. Formålet med den interkommunale kystzoneplanen var å *«legge til rette for næringsutvikling samtidig som det tas hensyn til de ikke-kommersielle interessene»*, samt å gi langsiktige og forutsigbare rammer for bruken av arealene i kystsonen (Anon. 2014:7).

Våren 2015 ble planforslaget lagt ut til offentlig ettersyn i samtlige av de fem kommunene. Det var da lagt inn to områder avsatt til akvakultur i Balsfjorden, omtalt som AK-27 Storbukt og AK-32 Middagsbukta (Figur 9). Begge områdene var foreslått av en havbruksaktør, som etter undersøkelser av miljøforholdene mente dette var områder som var godt egnet for oppdrett av laks. Det ble foretatt konsekvensutredning av begge områdene som en del av planprosessen. I konsekvensutredningen ble det framhevet at Balsfjorden er en terskelfjord, og at det var noe usikkerhet knyttet til vannutskiftingen i fjorden. For AK-27 ble det også trukket fram at det er kulturminner på land i området, og at det er en nyoppstartet reiselivsbedrift i nærheten. Når det gjaldt AK-32, ble det framhevet som spesielt negativt at området overlapper med registrerte gyteområder for uer og sild. Begge områdene ble gitt en samlet vurdering lik «liten negativ konsekvens», og begge områdene ble anbefalt i konsekvensutredningen (Anon. 2015a).



Figur 9 Forslag til kystzoneplan Tromsøregionen, utsnitt av kartdel. Ak-27 og AK 32 angir forslag til framtidige områder for akvakultur. Kilde: Balsfjord kommune).

Under offentlig høring av planforslaget til den interkommunale kystzoneplanen, kom det inn 17 innspill knyttet til akvakultur i Balsfjorden. Samtlige var negative til etablering av de to foreslåtte akvakulturområdene. De fleste av innspillene kom fra lokale privatpersoner og næringsaktører, eller lag og foreninger, men også statlige sektormyndigheter leverte innspill, hvorav to – Sametinget og Fylkesmannen i Troms – fremmet innsigelse til begge de to foreslåtte A-områdene. Sametinget begrunnet innsigelsen til AK-27 med at det finnes et tradisjonelt laksesett i nærheten, ved Hestnes, og med at det er et regionalt gyteområde for torsk i Balsfjorden. Sametingets begrunnelse for

innsigelsen til AK-32, var nærhet til gyteområde for torsk, samt at området ligger ved gyteområder for uer og sild⁴ (Sametinget 2015).

Fylkesmannen i Troms leverte sitt innspill i to omganger. I den første uttalelsen, datert 3. mars 2015, fremmet Fylkesmannen innsigelse til tre akvakulturområder i Tromsø kommune, men unnlot å komme med innsigelse til de to områdene i Balsfjord. Fylkesmannen frarådet likevel Balsfjord å godkjenne de to områdene, i påvente av en dokumentasjon av resipientkapasiteten i Balsfjorden med tanke på dagens og framtidige belastninger (Fylkesmannen i Troms 2015a). Fylkesmannen leverte deretter en tilleggsuttalelse den 20. mars 2015, hvor det ble presisert at innspillet likevel måtte ses på innsigelse: «Med grunnlag i utfyllende vitenskapelig dokumentasjon som vi har mottatt etter vår uttalelse (...), ønsker vi å presisere at innspillet vårt må ses på som en innsigelse mot punktene i forslaget som gjelder oppdrett på AK-27 og AK-32.» Innsigelsen ble begrunnet i «trusselen mot det særegne biologiske mangfoldet i Balsfjorden, og spesielt fjordens lokale sildestamme, også kalt Balsfjordsilda eller Stillehavssilda» (Fylkesmannen i Troms 2015b). Det ble for øvrig klart den 5. mars 2015 at balsfjordsilda kunne bli inkludert i den såkalte rødlista, eller artsdatabankens liste over sårbare og truede arter, som oppdateres i november hvert år.⁵

Resultatet av innsigelsene var i første omgang at AK-32, Middagsbukta, ble trukket fra planforslaget, mens for AK-27, Storbukta, skulle det bli bedt om mekling, da det var ønskelig å beholde dette området i arealplanen (Anon. 2015b). Da den interkommunale kystsoneplanen var oppe til behandling i formannskapet i Balsfjord kommune, hadde rådmannen innstilt på to punkter:

1. At kommunen skulle vedta interkommunal kystsoneplan for Tromsøregionen slik den forelå med plankart og bestemmelser datert 19.08.15.
2. At Balsfjord kommune skulle vedta å gå til mekling med Fylkesmannen i Troms og Sametinget om akvakulturområdet AK-27 Storbukta (Balsfjord kommune 2015a).

Det første punktet ble enstemmig vedtatt, mens det andre punktet falt med fire mot tre stemmer. Formannskapets tilrådning ble enstemmig vedtatt i kommunestyremøte 23. september 2015, og resultatet er altså at det ikke er satt av noen områder til akvakultur i Balsfjorden.

⁴ Ifølge Fiskeridirektoratets kartverktøy er det registrert et større gytefelt for torsk innerst i Balsfjorden, innenfor begge de foreslåtte A-områdene. Feltet ser ut til å være avgrenset av Skjevelnes-morenen, som ligger på ca. 110 m dyp, og deler Balsfjorden i et indre og ytre fjordbasseng (Iversen 2014). I området ved Storbukta (AK-27) er det ikke registrert noen gytefelt, mens det er registrert flere gyteområder for sild og uer langs land i området fra Malangseidet til Hamran, noe som vil si at Fiskeridirektoratet har registrert gyteområder i området der AK-32 var planlagt plassert. [Fiskeridirektoratets kartverktøy, 6.7.2015]

⁵ Da norsk rødliste 2015 ble publisert i november var balsfjordsilda inkludert i lista, og kategorisert som «nær truet»: «Det er ikke kjent om populasjonen har økt eller minket i de tre siste generasjonene, men det antas at stillehavssilda er i god forfatning. Lite utbredelsesområde og lite gyteområde gjør likevel populasjonen utsatt, og kategorien settes derfor til NT (...)» (Henriksen og Hilmo 2015). Artsdatabanken operer for øvrig med sju kategorier for vurderte arter: Regionalt utdødd, kritisk truet, sterkt truet, sårbart, nær truet, datamangel, og livskraftig. Plassering av en art i en av de seks førstnevnte kategoriene innebærer at arten står på rødlista. Arter plassert i kategori 2, 3 eller 4 regnes som truet. I tillegg finnes kategoriene ikke egnet, og ikke vurdert. Forfatterne av rødlista framhever også at det at en art får status som rødlistet ikke alene er grunnlag for forvaltningsprioritet eller vern, men at også faktorer som lovverk, kostnader, sannsynlighet for suksess, biologiske faktorer etc. bør tas med når behov for tiltak skal vurderes (ibid).

3.1.4 Kommunal behandling av søknader om lokaliteter for havbruk

Første søknadsrunde for lokaliteten Sletta

Som nevnt over var det tidligere oppdrett av torsk i Balsfjorden, men lønnsomheten var dårlig. Etter at torskeoppdrett ble avvirket i Balsfjord, kjøpte Frewi Havbruk AS, som var en del av Wilsgård fiskeoppdrett AS, konkursboet etter torskeoppdrettsvirksomheten. Frewi Havbruk AS skulle i utgangspunktet drive torskeoppdrett i Balsfjord, men valgte i stedet å satse på lakseoppdrett.

Den 5.10.2009 søkte Wilsgård fiskeoppdrett AS, i samarbeid med flere aktører, om klarering av lokalitet for sjøbasert matfiskeoppdrett av laks. Lokaliteten, kalt Sletta, ble i 2004 tildelt et annet selskap, Balsfjord laks AS, men ble trukket inn av Fiskeridirektoratet som følge av manglende aktivitet og flytting av laksekonsesjon. Balsfjord laks AS hadde altså tidligere fått de nødvendige tillatelsene fra sektormyndighetene for å drive oppdrett av laks på denne lokaliteten. Lokaliteten lå i et område som var avsatt til akvakultur i Balsfjord kommunes arealplan fra 2002, og var slikt sett i tråd med gjeldende arealplan. Wilsgård fiskeoppdrett AS søknad om tillatelse til akvakultur ble behandlet etter sektorregelverket (jf. Figur og tilhørende forklaring i tekst). På dette tidspunktet, i 2009, var det fortsatt Fiskeridirektoratets regionkontor som behandlet akvakultursøknader. Fiskeridirektoratet fant at søknaden tilfredstilte kravene gitt i regelverket, og videresendte den til Balsfjord kommune. Søknaden ble lagt ut til offentlig ettersyn i fire uker av Balsfjord kommune, slik regelverket tilsier. Ved høringsfristens utløp var det kommet inn én merknad, fra en privatperson.

Da saken skulle opp i formannskapet i kommunen, het det i sakspapirene fra kommunens rådmann at søknaden ble vurdert til å være av høy kvalitet, men at den kunne vært mer utfyllende på noen punkter. Dette gjaldt de samfunnsmessige ringvirkningene av havbruksanlegget (arbeidsplasser og andre næringsmessige ringvirkninger), potensielle negative virkninger av rømming for de anadrome fiskebestandene i Balsfjorden, og potensielle farer ved sykdomsproblematikk og risiko for spredning av sykdommer fra søkers eksisterende anlegg (Balsfjord kommune 2010 a). Regelverket for akvakulturtillatelser stiller imidlertid ingen slike krav til søknader, og rådmannens konklusjon var at søknaden burde innvilges. Rådmannens anbefaling til formannskapet var altså at søknaden skulle innvilges, og at kommunen ikke hadde noen særskilte merknader til søknaden.

Under møtet i formannskapet fremmet Fremskrittspartiets representant et nytt forslag til vedtak, som ble enstemmig vedtatt. Her het det at Balsfjord kommune ikke kunne anbefale søknaden. Dette var begrunnet i punktene rådmannen hadde bemerket i sakspapirene:

- *«Søknaden beskriver ikke de samfunnsmessige virkningene av oppdrettsanlegget og kapasitetsoppbyggingen som planlegges i form av arbeidsplasser og andre næringsmessige ringvirkninger, etc..»*
- *Søknaden drøfter ikke potensielle negative virkninger for de anadrome vassdragene i Balsfjorden dersom det skulle oppstå rømminger.*
- *Søknaden drøfter ikke potensielle farer ved sykdomsproblematikk og risiko for spredning av eksisterende sykdommer fra Wilsgårds Senjaanlegg til Balsfjord.*
- *Søknaden har heller ikke vært på høring blant innbyggerne på Sletta eller hos fiskarlaget»*

Fra vedtak i Formannskapet 2.2.2010

Wilsgård Fiskeoppdrett AS leverte et tilsvarende svar til kommunen. I dette tilsvaret ble det framhevet at søknaden var komplett i forhold til regelverket for havbrukssøknader, og at den var kvalitetssikret av

ansvarlige fagmyndigheter. Wilsgård Fiskeoppdrett AS anså det derfor som «urimelig at formannskapet ikke anbefaler søknaden med så sterk vektlegging på forhold som primært skal ivaretas av statlige fagmyndigheter» (Wilsgård Fiskeoppdrett AS 2010). I tillegg ble det også framhevet at lokaliteten tidligere var klarert av ansvarlige myndigheter da den ble tildelt Balsfjord laks AS, samt at kommunens myndighet i denne sammenhengen var knyttet til arealdisponeringer og innkomne merknader. Wilsgård Fiskeoppdrett AS ga også en beskrivelse av forventede samfunnsmessige virkninger, i form av antall ansatte på anlegget, samt henvisninger til beregninger av verdiskaping og sysselsetting i andre næringer som følge av ringvirkninger fra havbruk, utført av forskningsinstitusjonen Sintef. Når det gjaldt anadrome vassdrag og sykdomsproblematikk ble det i tilsvaret gitt en kort beskrivelse av rutiner, samt vist til at dette var fagmyndighetenes ansvarsområde. Wilsgård Fiskeoppdrett framhevet også at kommunens arealplan var juridisk bindende for arealdisponeringen i kommunen.

Saken ble tatt opp til behandling igjen i formannskapet 27.4.2010. I sakspapirene kommenterte rådmannen flere av momentene Wilsgård Fiskeoppdrett AS tok opp i sitt tilsvaret til kommunen. Disse kommentarene reiser interessante spørsmål om hva som skal være kommunenes rolle i akvakulturforvaltning:

«I notatet fra Wilsgård Fiskeoppdrett AS fremsettes det en forståelse av at Balsfjord kommunes rolle i denne type saker kun skal være begrenset til den arealplanmessige forvaltningen. Andre faglige problemstillinger og tema skal mao. overlates til fag- og sektormyndighetene.(...) [Det er] korrekt at kommunens primære rolle i konsesjonssaker er koblet til arealforvaltningsspørsmålet. Dette betyr imidlertid ikke at kommunen i sin saksutredning er avskåret fra å drøfte andre forhold som er relevant for den aktuelle saken (...). Rådmannen presiserer derfor sterkt at Balsfjord kommune i sin rolle som territoriell forvalter i sine saksutredninger står helt fritt til å diskutere og kommentere konkrete eller prinsipielle aspekter i saker som også berører andre forvaltnings- og sektorinstitusjoner. Det er mao. opp til den enkelte kommune å avgjøre hva saksutredningene skal inneholde og vektlegge når søknader om oppdrettskonsesjoner behandles». (Balsfjord kommune 2010b)

Videre presiserte rådmannen at selv om det i kommunens arealplan var avsatt arealer til havbruk, «så medfører ikke dette at kommunen er forpliktet til å vedta positive vedtak på sin høringsuttalelse til konsesjonssøknader» (ibid.). Rådmannen mente også at de «aspektene ved søknaden som politisk nivå fant manglende, ikke er vesentlig bedre drøftet i Wilsgårds notat av 26.02.2010» (ibid). Likevel var ikke dette tilstrekkelig grunn til å innstille negativt til søknaden, mente rådmannen. Rådmannen var altså positiv i sin innstilling, og anbefalte at søknaden skulle innvilges. Politikerne i formannskapet valgte likevel ikke å anbefale søknaden, med noenlunde samme begrunnelse som ved forrige behandling:

«Balsfjord kommune har følgende merknader til søknaden om tildeling av laksekonsesjon Sletta»:

- *Søknaden belyser ikke i tilstrekkelig grad temaer som samfunnsmessige virkninger, anadrome vassdrag, sykdomsproblematikk og rømning.*
- *Disse temaer var etterspurt ved sist behandling og vi kan ikke se at dette er belyst i søknaden.*
- *Søknaden anbefales ikke.»*

Fra vedtak i Formannskapet 27.4.2010

Vedtaket var ikke enstemmig denne gangen; det ble vedtatt med fem mot to stemmer. Representantene fra Høyre og Arbeiderpartiet leverte en mindretallsanke, og krevde at saken ble forelagt kommunestyret. Kommunestyret behandlet saken 16.06.2010, og opprettholdt da formannskapetets vedtak.

Som beskrevet i seksjon Arbeidet med arealplanen av 2011: Nye politiske føringer fra Balsfjord kommune, vedtok formannskapet i Balsfjord nye føringer for arealplanprosessen våren 2009. De nye føringene for planprosessen ble altså vedtatt av formannskapet fem dager før søknaden fra Wilsgård Fiskeoppdrett AS var opp til andre gangs behandling i formannskapet. Den nye arealplanen ble ferdigstilt og vedtatt 21.9.2010, altså før søknaden fra Wilsgård Fiskeoppdrett AS var ferdigbehandlet av sektormyndighetene. Det nye plankartet viste at området ved Sletta var satt av til arealformål «bruk og vern av sjø og vassdrag, med tilhørende strandsone». Ifølge plan- og bygningsloven *kan* dette arealformålet deles inn i flere underformål: Ferdsel, farleder, fiske, akvakultur, drikkevann, natur- og friluftsområder, hver for seg eller i kombinasjon (Jf. § 11-7 i LOV 2008-06-27 nr. 71). Siden Balsfjord kommune hadde satt av området til det overordnede arealformålet, var det dermed ikke gitt at akvakultur ville være i strid med arealplanen. Men som nevnt over hadde kommunen tatt med i planbestemmelsene at det ikke var satt av arealer til akvakultur.

I 2010 ble ansvaret for saksbehandling av akvakulturtillatelser overført fra Fiskeridirektoratets regionkontorer til fylkeskommunene (Frisvoll og Rønningen 2012). Troms fylkeskommune overtok derfor saksbehandlingen av Wilsgård Fiskeoppdrett AS søknad, og etterspurte en klargjøring av innholdet i Balsfjord kommunes arealplan. I brev datert 14.11.2011 poengterte fylkeskommunen at Balsfjord kommune ikke hadde lagt ned forbud mot akvakultur, og at området i plankartet ikke var «positivt planlagt til andre formål (uplanlagt?)», og ba derfor Balsfjord kommune om en skriftlig redegjørelse for hvorvidt det omsøkte havbruksanlegget var i strid med den nye arealplanen (Troms fylkeskommune 2011).

Balsfjord kommune foretok derfor en ytterligere planavklaring i kommunestyret 14.12.2011, (KST-sak 2011/94). Her vedtok kommunestyret at selv om det i arealplanbestemmelsene ikke var satt et uttrykkelig forbud mot havbruk, så ville en konsesjon for havbruk være i strid med kommunens arealplan:

«Balsfjord kommunestyre mener at en konsesjon for akvakultur med lokasjon i Balsfjorden ikke kan klareres da dette vil være i strid med vedtatt kommuneplan, (arealdel), av 21.09.2011.

Balsfjord kommunestyre ønsker å klarere konsesjon for akvakultur i Balsfjord gjennom revidering av kystzoneplanen. Viser til enstemmig vedtak i KST-sak 2011/48, (vedtak av kommuneplanens arealdel), om at det skal utarbeides ny planstrategi hvor man jobber videre mot en revisjon av kystarealene.

Balsfjord kommunestyre er kjent med at det er tatt initiativ til regionalt arbeid for kystzoneplanlegging og ser på dette arbeidet som viktig i revisjon av gjeldende kystzoneplan og arealplan.»

Fylkeskommunens framgangsmåte ble kritisert av Wilsgård Fiskeoppdretts AS advokat, som framhevet at arealplanen til Balsfjord kommune anga klart at det aktuelle området var satt av til en arealkategori som inkluderte akvakultur, og at søknaden dermed var i tråd med arealplanen. Balsfjord kommune hadde tatt med i planbestemmelsene at det ikke var satt av områder til

akvakultur i Balsfjord, men advokaten mente denne bestemmelsen kun betydde at det ikke var tatt stilling til *hvilke* områder som skulle avsettes til akvakultur, og at denne bestemmelsen ikke innebar noen begrensning på arealbruken. Videre argumenterte advokaten for at dersom fylkeskommunen mente at arealplanen var uklar, så burde dette forholdet vært påpekt av fylkeskommunen da arealplanen var på høring. Det er fylkeskommunen som har ansvaret for å fremme innsigelser til kommunale arealplaner på vegne av havbruksinteresser, og siden det forelå en nesten ferdigbehandlet søknad om akvakultur, burde fylkeskommunen reagert tidligere dersom de mente at arealplanen var uklar med tanke på akvakulturaktiviteter, mente advokaten (Sørgård 2011). Troms fylkeskommune valgte å lytte til Balsfjord kommune som planmyndighet, og avslo søknaden fra Wilsgård Fiskeoppdrett AS:

Troms fylkeskommune avslår søknad fra Wilsgård fiskeoppdrett AS datert 05.10.2009 (...). Avslaget begrunnes med at søknaden fra og med 21.09.11 strider med vedtatt kommuneplan arealdel i Balsfjord kommune. (Troms fylkeskommune 2012)

Avslaget ble påklaget av Wilsgård Fiskeoppdrett AS. Troms fylkeskommune opprettholdt vedtaket og saken ble følgelig oversendt til Fiskeridirektoratet sentralt for behandling. Fiskeridirektoratet vurderte klagesaken og opprettholdt fylkeskommunens vedtak. Fiskeridirektoratets vedtak var dermed endelig og kunne ikke påklages ytterligere. Til tross for at Fiskeridirektoratet ikke ga Wilsgård Fiskeoppdrett AS medhold, påpekte direktoratets saksbehandlere likevel at det var flere forhold som var beklagelige ved behandlingen av denne saken:

For det første har den kommunale behandlingen av søknaden tatt svært lang tid. Selv om vi tar i betraktning at dette var en komplisert sak tok den fylkeskommunale behandlingen også for lang tid. Fiskeridirektoratet understreker at dersom saken var klar for vedtak før den nye kommuneplanen ble vedtatt, burde fylkeskommunen fattet vedtak etter den gamle arealplanen. Videre konstaterer Fiskeridirektoratet at den nye kommuneplanen som ble vedtatt er svært kortfattet og lite utfyllende hva gjelder sjøarealet hvor den omsøkte lokaliteten gjelder. (Fiskeridirektoratet 2012).

Fiskeridirektoratet viste videre til at de var nødt til å forholde seg til den arealplanen som var gjeldende på det tidspunktet klagen ble behandlet, altså arealplanen fra 2011, hvor det ikke var satt av areal til akvakultur. Dermed ble vedtaket fra Troms fylkeskommune opprettholdt.

Som planmyndighet kan kommunen velge å gi dispensasjon fra en vedtatt arealplan. I 2014 søkte Wilsgård Fiskeoppdrett AS om dispensasjon fra vedtatte arealplan og tillatelse til havbruk i Balsfjord.

Andre søknadsrunde for lokalitet Sletta: Balsfjordprosjektet og søknad om dispensasjon fra plan

Både Nofima AS og Wilsgård Fiskeoppdrett AS var i dialog med Balsfjord kommune om muligheten for å gjennomføre forskningsprosjektet i Balsfjorden. I juni 2013 ble det arrangert et møte med ordfører, administrasjon og flertall av gruppelederne for de ulike politiske partiene i Balsfjord kommune. Saken ble behandlet av formannskapet den 3. september 2013. I sakspapirene framhevet administrasjonen at de politiske styringssignalene om at man ikke ønsket å åpne for havbruk i Balsfjorden fortsatt ble fulgt lojalt, men at den forskningsmessige tilnærmingen til prosjektet var meget interessant. I tillegg var det et viktig moment i vurderingen at den kommersielle delen av prosjektet, altså havbruksvirksomheten, ville kunne avvikles etter at det forskningsmessige prosjektet var avsluttet, dersom kommunen skulle ønske det. Dispensasjonstillatelsen for prosjektets havbruksdel ville altså kunne være midlertidig (Balsfjord kommune 2013). På denne bakgrunnen

innstilte rådmannen på at kommunen skulle åpne opp for gjennomføring av pilotundersøkelse rettet mot kartlegging av virkningen av havbruk før, under og etter etablering av akvakulturanlegg i Balsfjorden.

11. juni 2014 søkte Wilsgård Fiskeoppdrett AS i samarbeid med Nor Seafood AS om dispensasjon fra arealplan for etablering av to lokaliteter i Balsfjord kommune. Søknadene var begrunnet i flere forhold; (I) at selskapene hadde fått til sammen fire såkalte grønne konsesjoner⁶, (II) et økt fokus på fiskevelferd og miljø, og (III) tilgang til ny teknologi for å vurdere havbrukslokaliteter. Søknadene framhevet at lokalitetene var godt egnet med tanke på dyrevelferd, vannutskifting, at anleggene ikke ville være til hinder for ferdsel og at det var stor avstand til andre aktører. Det var også lagt vekt på at anleggene ville sikre arbeid for 8 årsverk.

Formannskapet i Balsfjord hadde saken oppe til orientering i juli 2014, og søknaden ble lagt ut til offentlig høring med frist 12. september. Dispensasjonssøknadene vekket engasjement, og det kom inn til sammen 18 innspill, hvorav tolv fra privatpersoner, utviklingslag eller grunneierlag, tre fra sektormyndigheter, to fra miljøorganisasjoner og én fra Midt-Troms Museum. Alle de innsendte innspillene var negative, skjønt det er verd å merke seg at ett av utviklingslagene hadde arrangert folkemøte, og refererte til at meningene på møtet var delte; de hadde også medlemmer som var positive til å åpne for havbruk (Selnes og Svartnes utviklingslag 2014). Alle tre sektormyndighetene (Fylkesmannen i Troms, Troms fylkeskommune og Kystverket) anbefalte at søknadene ikke burde behandles som dispensasjonssøknader siden det allerede var igangsatt arbeid med en ny interkommunal kystsoneplan. Fylkesmannen varslet at de ville vurdere å påklage vedtaket dersom kommunen likevel valgte å gi dispensasjon. Dispensasjonssøknadene ble derfor trukket.

Sammenfallende planarbeid og saksbehandling

Planarbeidet i kommunen har i flere omganger sammenfalt i tid med søknader om tillatelse til å starte havbruk i Balsfjorden. I september 2009 søkte Wilsgård Fiskeoppdrett AS første gang om lokalitet i Balsfjorden. På det tidspunktet søknaden ble levert, var den i tråd med gjeldende arealplan, men innen saken var ferdigbehandlet hos fylkeskommunen i 2012, var arealplanen endret. De nye føringene om at Balsfjord kommune ikke ville avsette områder til akvakultur i arealplanen ble vedtatt i formannskapet fem dager før Wilsgård Fiskeoppdretts lokalitetssøknad var oppe til andregangs behandling i formannskapet. Også da dispensasjonssøknadene fra Wilsgård Fiskeoppdrett AS ble levert i 2014, pågikk det planarbeid i Balsfjord kommune. Denne gangen ble søknadene avvist med henvisning til det pågående planarbeidet.

Eksemplene illustrerer to utfordringer ved dagens forvaltningssystem, som kan være krevende for lokalforvaltning, sektorforvaltning og næringsaktører. For det første viser eksemplene at arealplanlegging er en krevende oppgave, og at arealplanene kan oppleves som lite fleksible for næringsaktører som har et presserende behov for nye lokaliteter, noe som gjerne resulterer i dispensasjonssøknader. For det andre viser eksemplene at det kan være utfordrende dersom behandling av lokalitetssøknader drar ut i tid, slik at planforutsetningene endrer seg underveis. I begge tilfeller kan planverktøyet oppleves som lite forutsigbart for berørte aktører og interesser.

⁶ Regjeringen har etablert en ordning med grønne konsesjoner som skal stimulere til utvikling av en mer miljøvennlig havbruksnæring. Tildeling av slike konsesjoner hensyntar i hovedsak hvordan søker planlegger å redusere forekomst av lakselus og rømming.

3.1.5 Havbruk og andre interesser i kystsonen

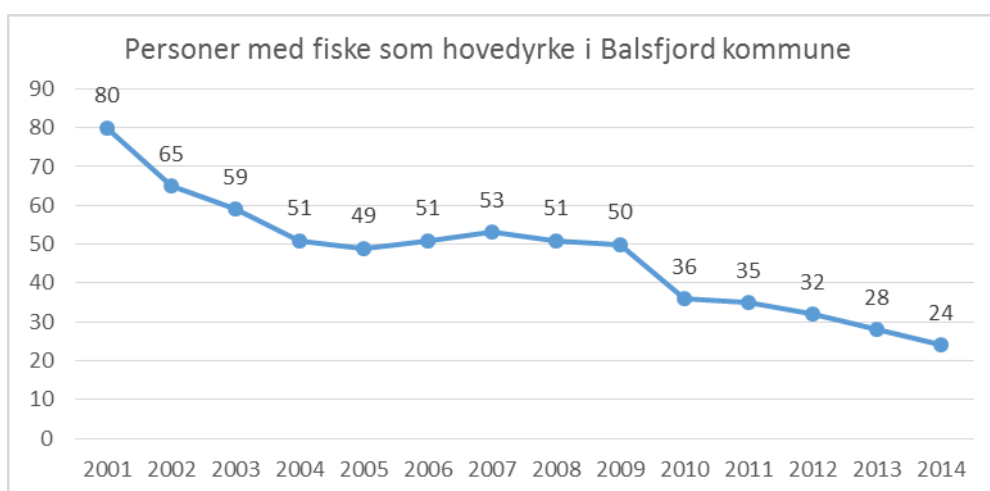
Siden oppdrett av laks ikke har vært drevet i Balsfjorden, finnes det ikke beskrivelser av hvilke interaksjoner med andre brukerinteresser som faktisk finner sted. I dette forprosjektet har det heller ikke vært ressurser til å gjennomføre intervjuundersøkelser om omfang av bruk av sjøarealet i Balsfjorden. Basert på innspillene som kom inn under offentlig ettersyn av lokalitetssøknadene og den interkommunale kystzoneplanen, kan vi derimot si noe om hvilke interesser som allerede bruker kystsonen i Balsfjorden, og hvilke interaksjoner de eksisterende brukergruppene frykter kan oppstå. Det er slett ikke gitt at de som har levert innspill til offentlige høringer utgjør et representativt utvalg av interesser i Balsfjorden, men en gjennomgang av høringsinnspill kan altså gi et visst inntrykk at hvilke mulige interaksjoner som kan oppstå.

I 2009, da Wilsgårds første lokalitetssøknad ble behandlet av kommunen, kom det kun inn ett innspill under offentlig ettersyn. Det lokale engasjementet ser ut til å ha økt betraktelig i årene etter. Som nevnt over kom det inn tolv innspill fra privatpersoner, lokale næringsaktører, bygdelag og grunneierlag, samt ett fra Midt-Troms Museum, da dispensasjonssøknaden fra Wilsgård Fiskeoppdrett lå ute til offentlig ettersyn i 2014. Det ble også arrangert et lokalt folkemøte om dispensasjonssøknaden. Da den interkommunale kystzoneplanen var ute til offentlig ettersyn i 2015, var det også et markert engasjement i Balsfjorden, og det kom som nevnt 17 innspill til arealbruk i Balsfjorden, som alle var negative til at det skulle avsettes areal til akvakultur.

Mange av innspillene uttrykker bekymring for miljøeffekter av havbruk, slik som uheldige interaksjoner med marine eller anadrome arter, overgjødning (særlig knyttet til at Balsfjorden er en terskelfjord), lakselus eller rømming, men det er også noen innspill som viser til andre typer av interesse- eller arealkonflikter. Disse er beskrevet mer inngående i avsnittene under.

Fiskeri

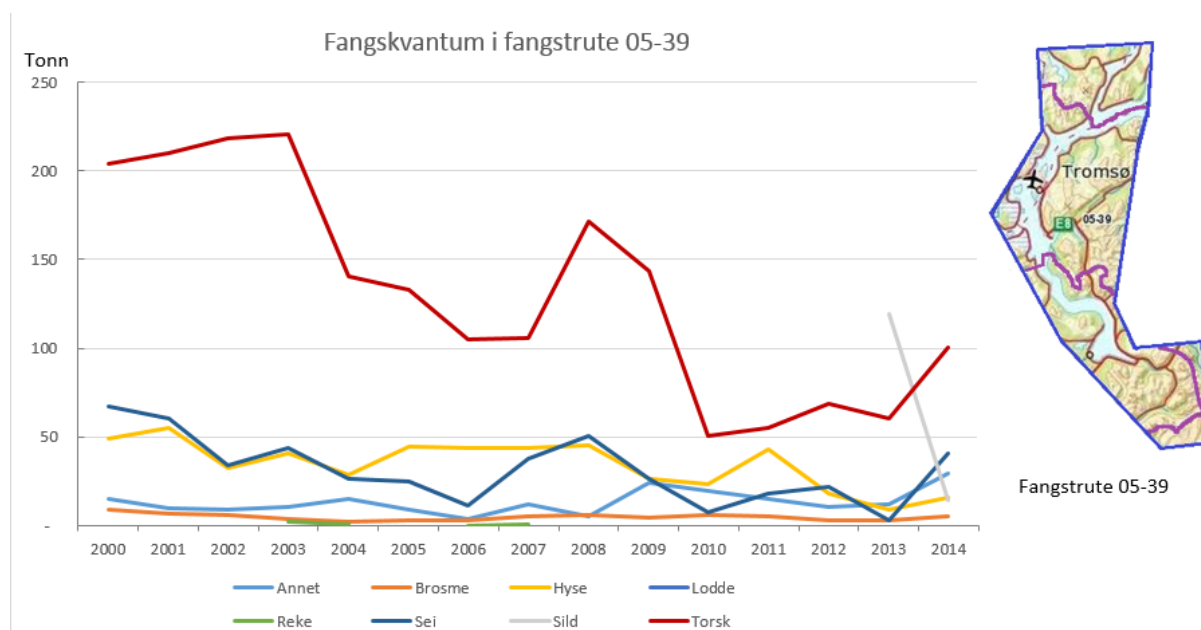
Som vist under (Figur 10) har antall fiskere i Balsfjord kommune gått kraftig ned de siste 15 årene, men antall registrerte fiskere i kommunen sier ikke noe om hvor mange som faktisk bruker sjøarealet inne i Balsfjorden til yrkesfiske, noe som bør kartlegges nærmere i et eventuelt hovedprosjekt.



Figur 10 Oversikt over personer med fiske som hovedyrke i Balsfjord kommune. Kilde: Fiskeridirektoratet.

Det er registrert 13 fartøy hjemmehørende i Balsfjord kommune i Fiskeridirektoratets fartøyregister, hvor 6 av disse har kvoter. Kun én båt er over 11 meter. Disse fartøyene fisket i 2014 ca. til sammen

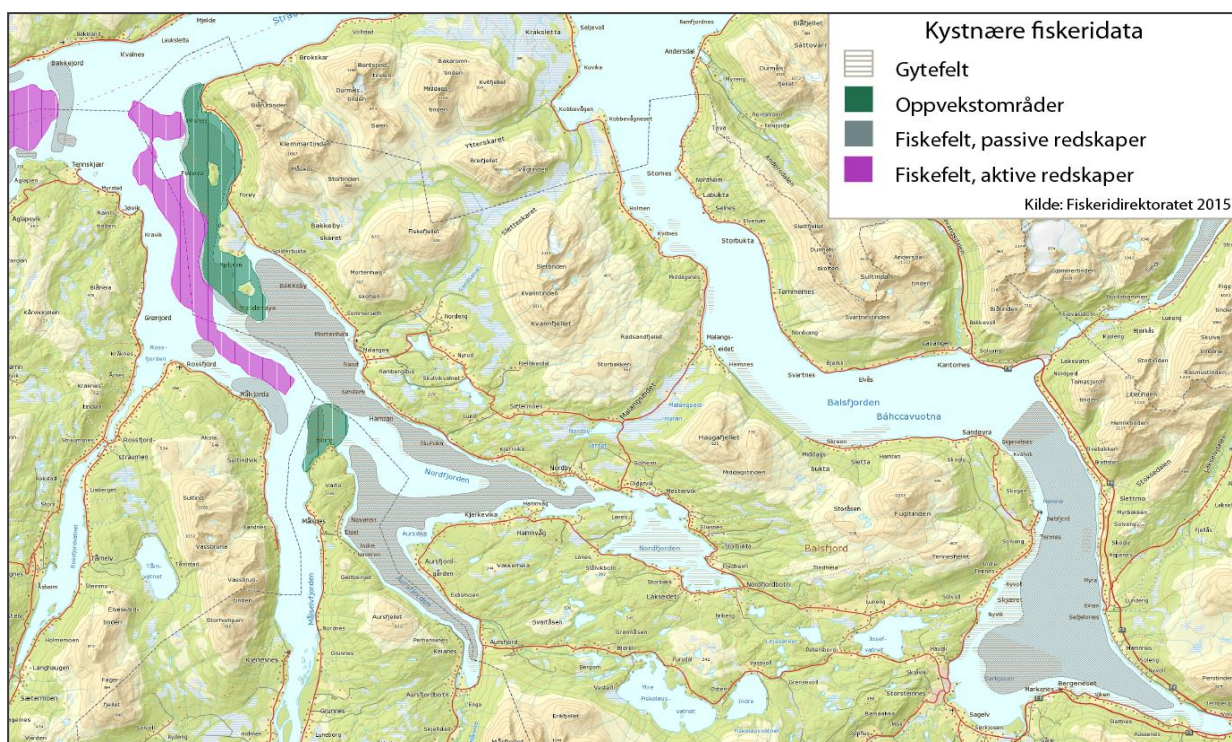
700 tonn, til en verdi av 6 millioner kroner. I fangstruten⁷ hvor Balsfjorden inngår var det i 2014 en total fangst på 206 tonn til en verdi av 2,4 millioner kroner. Torsk utgjør ca. 50 prosent av fangstkvantumet mens sei, hyse og brosme til sammen står for ca. 30 prosent (basert på sluttsedler for 2014). Størstedelen av nevnte fangstrute ligger utenfor Balsfjorden, og uten nærmere undersøkelser er det vanskelig å få tall for hvor mye som fiskes inne i selve Balsfjorden. Basert på sluttsedlene ser vi at fartøyene hjemmehørende i Balsfjord kommune, i gjennomsnitt for perioden 2010-2014 sto for 10,8 prosent av samlet kvantum i fangstruten.



Figur 11 Kvantum fangst for ulike arter i fangstrute 05-39 i perioden 200-2014 (Kilde: Fiskeridirektoratet).

Som figur 12 viser, har Fiskeridirektoratet registrert ett større fiskefelt i den indre delen av Balsfjorden. Feltet overlapper delvis med de største registrerte gytefeltene for torsk i Balsfjord, men også med registrerte gytefelt for uer, rødspette, sild og lodde. Langs vestsiden av Balsfjorden er det registrert flere gytefelt for sild, hyse, uer og sei (jf. bakgrunnsdata i Fiskeridirektoratets kartverktøy). Fangststatistikkene viser også at selv om torsk dominerer, foregår det et visst yrkesfiske av andre arter også i området (jf figur 11).

⁷ Fangstruter er et statistikkområde for beregning av fangst i et gitt område. Fangstruten hvor Balsfjord kommune inngår strekker seg fra Balsfjorden, forbi Tromsøya, hvor det ligger noen mindre fiskefelt, og ut Grøtsundet, hvor det er et større fiskefelt rett sør for Reinøya.



Figur 12 Oversikt over kartlagte gytefelt, oppvekstområder for yngel og ungfisk, og fiskeområder for henholdsvis passive (grå områder) og aktive (lilla områder) redskaper i Malangen (til venstre i kartet) og Balsfjorden (til høyre). © Fiskeridirektoratet

Det var ikke mange fiskere som sendte innspill når det gjelder havbruk i Balsfjorden, hverken til dispensasjonssøknadene eller til den interkommunale kystsoneplanen. Fiskeridirektoratet nevnte heller ikke fiskeriinteresser i Balsfjorden i sitt innspill til den interkommunale planen. Flere andre innspill, både fra miljøorganisasjonene og lokale lag, viste derimot til at dersom det skulle bli etablert havbruksanlegg i Balsfjorden, ville det komme i konflikt med lokale fiskerier. De fleste innspillene viste ikke til direkte arealkonflikter, men til fryktede effekter av anleggene på villfisk. Noen knyttet dette til kvalitetsreduksjon hos marin fisk som beiter på pellets i under anleggene, eller til at migrerende marin villfisk vil sky områder med havbruk. Midt-Troms Museum viste også til at spesielt sei kan samles under merdene, og oppholde seg der over tid, slik at vandringsmønsteret til villfisken kan påvirkes. Museet uttrykte også bekymring for at opphopning av villfisk innenfor fiskeforbudssonen på 100 m rundt anleggene, kan føre til endrede og potensielt dårligere fiskeforhold i en fjord med havbruksanlegg (Midt-Troms Museum 2014).

Fiskarlaget Nord sendte ikke innspill til dispensasjonssøknadene, men kommenterte avsetningene til akvakultur i Balsfjorden i den interkommunale kystsoneplanen. Her var Fiskarlaget kritisk til det å avsette områder til akvakultur i en terskelfjord, som også har en lokal loddestamme, men hadde ingen merknader knyttet til arealbrukskonflikter med lokale fiskere.

Til dispensasjonssøknadene kom det inn to innspill fra lokale fiskere. Én av disse fiskerne viste til at ett av anleggene ville ligge i et areal som allerede var i bruk til garnsett og line, altså ser det i dette tilfellet ut til å kunne oppstå en ren arealbrukskonflikt mellom lokale fiskerier og havbruk. Den andre fiskeren viste til opplevd kvalitetsreduksjon hos torsk i tidligere perioder med torskeoppdrett, og hevdet at havbruksaktivitet i Balsfjorden ville være ødeleggende for lokale fiskerier. Når det gjelder mulige arealbrukskonflikter med lokale fiskerier, bør det undersøkes nærmere hvilke områder som

brukes til fiske før et mulig hovedprosjekt igangsettes, da det i konsekvensutredningen til den interkommunale arealplanen vises til at kommunen har registrert et viktig kommersielt fiskeområde i området hvor AK-27 var planlagt (Anon. 2015a: 49). Dette fiskeområdet ser ikke ut til å være registrert i Fiskeridirektoratets kartverktøy (jf. Figur 12).

Turisme og reiseliv

Flere av innspillene som kom inn, både under behandlingen av lokalitetssøknadene og under høringen av den interkommunale kystzoneplanen, viste til at det kan oppstå arealbrukskonflikter mellom akvakulturanlegg og lokalt reiseliv. Det er etablert flere lokale reiselivsbedrifter i Balsfjord. Innsenderne argumenterte for at etablering av havbrusanlegg vil være forstyrrende, kanskje også ødeleggende, for de etablerte reiselivsbedriftene. Dette knyttes til at lysforurensning fra anleggene kan virke forstyrrende for nordlysturisme, til at anleggene vil føre til dårligere muligheter til å drive fisketurisme, og det vises til at urørt natur er ett av fortrinnene for reiselivsbedriftene i Balsfjorden. Dette var spesielt knyttet til lokaliteten i Storbukt (kalt AK-27 i kystzoneplanen), der det ligger en relativt nyetablert reiselivsbedrift, som ønsker å etablere fisketurisme i området.

Transport og ferdsel

Kystverket hadde ingen merknader til de områdene som var foreslått avsatt til akvakultur i den interkommunale arealplanen. Da Wilsgård Fiskeoppdrett første gang søkte om tillatelse til å starte havbruk i Balsfjorden, avsto Mattilsynets distriktskontor⁸ søknaden i første omgang, med henvisning blant annet til at det er stor båttrafikk til fiskeforfabrikken på Storsteinnes. Distriktskontoret mente at anleggets nærhet til farled (1,3 km fra farledens midtpunkt) kunne innebære fare for smitte til anlegget dersom fôrbåtene hadde levert varer til andre anlegg hvor det fantes smitte, eller passert gjennom bekjempelsessoner for sykdom. Distriktskontoret mente også at et eventuelt utbrudd av sykdom ved anlegget i Balsfjorden kunne være til hinder for transport til og fra fôrfabrikken, ettersom bekjempelsessoner med transportrestriksjoner kunne bli opprettet. Her hadde altså Mattilsynets distriktskontor identifisert en mulig brukerkonflikt mellom akvakultur og transport, men avgjørelsen ble pålagt til Mattilsynets regionkontor, som ikke opprettholdt distriktskontorets avgjørelse.

Vern

I arbeidet med å kartlegge egnede marine verneområder i Norge, ble området Balsfjorden – Tromsøundet vurdert som et mulig verneområde, men det rådgivende utvalget konkluderte med at området neppe var egnet som marint verneområde, og valgte heller å anbefale Rystraumen som verneområde i Tromsø-regionen (Brattegard og Holthe 1995). I Balsfjorden finnes to våtmarksområder som er vernet gjennom Ramsar-konvensjonen. Det ene området, ved Kobbevågen, hører til Tromsø kommune, mens det andre, Sørkjosleira, ligger i den indre delen av Balsfjorden, og hører dermed til Balsfjord kommune. Sørkjosleira er vernet som naturreservat, og er beskrevet som fylkets viktigste trekklokalitet for våtmarksfugl (naturbase.no). Verneområdene ligger ikke i umiddelbar nærhet til de områdene som var ønsket til havbruk, men Midt-Troms Museum ga i sine innspill uttrykk for bekymring for at fugler som passerer anleggene, kunne komme til forsyne seg fra merdene, og dermed bli ansett som skadegjørere. Det samme gjaldt oteren, som er kategorisert som sårbar i artsdatabankens rødliste. Midt-Troms Museum anså det derfor som et stort potensielt

⁸ Fra og med 1.1.2015 er Mattilsynets organisering endret. Antall nivåer er redusert fra tre til to, det vil si at distriktskontorene og regionkontorene er organisert sammen, i tillegg er antall regioner redusert fra åtte til fem.

problem at vernede og/eller sårbare dyr og fuglearter «kan risikere å bli skutt» dersom de oppfattes som skadegjørere ved anleggene (Midt-Troms Museum 2014).

Fritidsinteresser

Flere av innspillene viste til at rekreasjonsaktiviteter knyttet til båtliv og bruk av sjø og vassdrag er viktig i Balsfjorden, kanskje også økende i omfang. Det foreligger lite systematisert data og kunnskap om fritidsbruk i tilknytningen til sjøområdene. I forbindelse med kystzoneplanarbeidet kom det en del innspill hvor det ble uttrykt bekymring for om havbruk kan ha uheldige effekter for bestander av villfisk, både marine fisker som torsk, sei, sild og lodde, og anadrome arter som sjøørret og villaks. Når det gjelder anadrome arter, er det flere lokale interesseforeninger og privatpersoner som gir uttrykk for bekymring for sjøørreten. Det har i de senere årene vært et godt sjøørretfiske i Balsfjorden. Sjøørreten holder seg i fjordbassenget hele året, og er derfor mer utsatt for smitte av lakselus fra havbruksanlegg enn det den migrerende villaksen er. For fiske av anadrome fiskeslag i elvene, finnes det fangststatistikk (se Status for sjøvandrende laksefisk i Balsfjorden), mens for fritidsfiske i sjø er pålitelig statistikk ikke tilgjengelig. Det er derfor åpenbart at det behøves mer kunnskap om interaksjoner mellom havbruksnæringen og villfisk. Andre innsendte innspill til arealplanen viser også til andre typer av mulige påvirkninger fra havbruksnæringen, for eksempel at tilstedeværelse av industriell matproduksjon vil være visuelt forstyrrende og til hinder for naturopplevelser. Dette er forhold som bør undersøkes grundigere ved et eventuelt hovedprosjekt senere.

3.1.6 Aktuelle forskningstema

Det foreligger lite kunnskap om bakgrunnen for og omfanget av interessekonflikter knyttet til bruk av kystsonen i Balsfjorden. Det er også lite kunnskap om mulige negative effekter av havbruk for andre interesser, og forvaltningsverktøyene for å verdisette, avveie og prioritere mellom ulike bruks- og verneinteresser i kystsonen er mangelfulle. Samtidig er det et økende press på kystsonen, og forvaltningsbeslutningene vil ha avgjørende betydning for utvikling av både samfunn, næring og naturmiljøet i kystsonen. Det vil derfor være nødvendig å gjøre grundige undersøkelser rundt disse temaene i et hovedprosjekt.

I det følgende sammenfatter vi funn og synliggjør områder hvor det er behov for mer kunnskap. Vi foreslår aktuelle forskningstemaer for et hovedprosjekt med en FoU-rettet etablering av havbruksvirksomhet i et område hvor det tidligere ikke har vært havbruksaktivitet.

Sosioøkonomi

Selv om Balsfjord kommune ikke har aktivitet i primærleddet i havbruksnæringa, har kommunen i dag positive sosioøkonomiske effekter av havbruksnæringa. Dette dreier seg om sysselsetting og økonomiske ringvirkninger fra leverandørindustri som er etablert i Balsfjorden. Ved at en stadig økende andel av sysselsettingen og verdiskapning skjer i avledet virksomhet (Robertsen et al. 2012, Andreassen og Robertsen 2014) kan det tenkes at en generell vekst i havbruksnæringen også kan gi økt effekt for avledet virksomhet i Balsfjord kommune. Etablering av havbruksanlegg i Balsfjorden forventes å gi ytterligere sysselsettingseffekter på til sammen 8 årsverk i kommunen, gitt at det etableres to lokaliteter med vekselvis drift. Potensielle ringvirkninger for lokale leverandører er ikke kvantifisert i dette forprosjektet. Tidligere beregninger viser at for hver lokalitet i bruk skapes det i gjennomsnitt 17 årsverk i primærproduksjonen, og 25 årsverk i avledet virksomhet (Andreassen og Robertsen 2014). Altså til sammen 42 årsverk, men det må her hensyntas at nedslagsfeltet av avledet

virksomhet og ringvirkninger har endret noe karakter og blitt mer uavhengig av lokaliseringen av selve matfiskproduksjonen. Dersom det skulle benyttes såkalte 'grønne' konsesjoner, slik det har vært tenkt, vil det kunne innebære at kommunen får et engangsvederlag for å stille arealene til disposisjon.⁹ I framtiden vil også andre former for økonomisk kompensasjon til vertskommuner kunne bli aktuelt.¹⁰

Gjennom innspill sendt inn i forbindelse med planprosesser og høring av lokalitetssøknader har flere ulike aktører argumentert for at etablering av havbruksaktivitet i Balsfjorden kan ha potensielle negative sosioøkonomiske effekter også. Disse knyttes til negative effekter for virksomheter relatert til turistnæring og lokale fiskerier. Det uttrykkes også bekymring for redusert velferd knyttet til fritids- og friluftsopplevelser. Omfanget av interessekonflikter knyttet til bruk av kystsonen, og mulige negative effekter for andre interesser, er vanskelig å fastslå, og bør derfor undersøkes grundig ved et eventuelt hovedprosjekt.

Gjennomgangen av innspill som kom inn under offentlig ettersyn av både arealavsetninger og lokalitetssøknader viser at havbruk i Balsfjord er omdiskutert og at det finnes flere motstandere lokalt. Men hvorvidt innspillene som sendes inn under slike høringer er representative for hva lokalsamfunnet som helhet mener, vet vi ikke. Heller ikke om etablering av havbruk faktisk får de konsekvensene som fryktes. Dette kan undersøkes ved hjelp av kartlegginger, spørreundersøkelser og dybdeintervjuer før og etter etablering.

Aktuelle sosioøkonomiske forskningsoppgaver:

- Utvikle mer kunnskap om kontroverser ved havbruksetablering
 - Klargjøre bakgrunn for, utvikling og omfang av kontroversene.
 - Analysere kontroversen i forhold til tema, kunnskap, oppfatninger, interesser etc.
 - Undersøke mulighetene for en bedre håndtering av kontroverser, herunder muligheten for konsensus og sameksistens.
- Kartlegge økonomiske ringvirkninger fra havbruk i kommunen
 - Fastslå direkte sysselsettingseffekt i primærledd og indirekte sysselsettingseffekt i avledet virksomhet.
 - Undersøke havbruksnæringens innkjøp av varer og tjenester lokalt og regionalt.
 - Vurdere de økonomiske virkningene for vertskommunen i form av skatter, avgifter og vederlag for havbruksnæringens arealbruk.
- Kartlegge de sosioøkonomiske effektene av havbruksnæringen for annen virksomhet og andre interesser i kystsonen
 - Kartlegge bruk av kystsonen i Balsfjord til kommersielle formål (eksempelvis fiskeri og turisme) og til rekreasjonsformål, med tanke på hvilke områder som benyttes, hyppighet av bruk til ulike formål, og om mulig, verdien av denne bruken.

⁹ Vederlaget fordeles på antall kommuner hvor konsesjonen lokaliseres. Dersom det f.eks. var tre konsesjoner lokalisert på to lokaliteter i Balsfjorden og en tredje lokalitet i en annen kommune ville det innebære et vederlag til kommunen på 21,4 millioner.

¹⁰ Regjeringen har i tråd med tidligere vedtak i Stortinget lagt fram et forslag om etablering av et havbruksfond som skal fordele kommunenes og fylkeskommunenes inntekter fra vederlagene ved tildelingen av nye konsesjoner og utvidelser av eksisterende konsesjoner. Forlaget innebærer en fordeling på 70 prosent til lokaliseringskommunene, 10 prosent til kommunen og 20 prosent til staten. Forslaget behandles av Stortinget i forbindelse med behandlingen av revidert nasjonalbudsjett, 17. juni 2016.

- Kartlegge holdningene til havbruk i Balsfjord kommune, undersøke om holdningene endrer seg ved en eventuell etablering av havbruk, og i så tilfelle hvordan de endres og hvorfor.
- Undersøke kvalitativt om lokalbefolkningen opplever endret livskvalitet som følge av at havbruk etableres i området, og i så fall hvordan dette arter seg.
- Vurdere sammenhengen mellom eventuelle endringer i holdninger og opplevd livskvalitet, og tall- og kartmateriale fra undersøkelser om ringvirkninger og arealkonflikter.
- Undersøke hvorvidt tildelingsprosesser og planlegging i kystsonen har betydning for lokale kunnskaper om og holdning til havbruk.
- Klargjøre hvilken betydning vederlagsordninger for å avsette areal til havbruk har for kommunens arealprioriteringer og havbruksnæringens arealtilgang.

Institusjonelle forhold

Gjennomgangen av både planprosesser og behandlingen av lokalitetssøknader har vist at det forekom ulike vurderinger av Balsfjords egnethet som lokaliseringsområde for havbruk blant ulike beslutningsmyndigheter, både statlige sektormyndigheter og lokale planmyndigheter. Også innad i enkelte etater har det vært ulike oppfatninger. Vi ser for eksempel at det var politisk uenighet i Balsfjord kommune, samt uenighet mellom politisk og administrativt nivå i kommunen. Videre ser vi vertikale spenninger mellom ulike nivå i samme sektormyndighet (ved lokalitetssøknad ble Mattilsynets konklusjoner lokalt tilsidesatt av regionkontoret). Gjennomgangen av planprosesser i Balsfjord illustrerer også at kommunale planleggingsoppgaver har blitt svært omfattende, og at det kan være krevende for småkommuner å sikre den nødvendige plankapasiteten til å gjennomføre oppgavene. Disse forholdene åpner for flere mulige forskningsspørsmål som kan følges opp med Balsfjorden som case-område.

Som beskrivelsen av planprosessene og behandlingen av lokalitetssøknadene i Balsfjord tydelig illustrerer, så er det et stort behov for mer kunnskap om effektene av norsk havbruksnæring på naturmiljøet og på de samfunnsmessige forholdene på lokalt, regionalt og nasjonalt nivå. Flere av innspillene som kom inn under høringen av den interkommunale kystsoneplanen viser til kunnskapsmangel når det gjelder havbruksnæringens effekter på økosystemet, spesielt med tanke på ville fiskebestander. Det finnes også flere eksempler på at aktører etterlyser mer kunnskap om de samfunnsmessige effektene av havbruksnæringen. Tydeligst er dette i kommunens behandling av Wilsgård fiskeoppdrett AS' første lokalitetssøknad, da politikerne i formannskapet ba om en grundigere beskrivelse både av de miljømessige konsekvensene, men også av de samfunnsmessige virkningene av med tanke på arbeidsplasser og andre næringsmessige ringvirkninger (se Første søknadsrunde for lokaliteten Sletta). I sitt høringssvar til den interkommunale kystsoneplanen etterspurte også Troms fylkeskommune en tydeliggjøring av havbruksnæringas «samfunnsmessige betydning for sysselsetting og verdiskapning i dag og hvilke forventninger og framtidige konsekvenser man ser for seg at planforslaget kan få i relasjon til dette» (Troms fylkeskommune 2015).

I forbindelse med en eventuell gjennomføring av et hovedprosjekt, må det tidlig klargjøres hvordan regelverket kan anvendes for å sikre at prosjektet gjennomføres på et forsvarlig vis, for å sikre at man unngår uakseptable effekter på miljø og samfunn.

Aktuelle forskningsoppgaver angående institusjonelle forhold:

- Først må det sikres at prosjektet kan etableres og gjennomføres på et forsvarlig vis, uten å risikere uakseptable effekter på miljø og samfunn.
 - Klargjøre handlingsrommet i forvaltning og vedtatte planer for å sikre reduksjon av ulemper, og eventuelle andre avbøtende tiltak. For eksempel midlertidige dispensasjoner fra arealplan eller midlertidige utslippstillatelser, samt hvilke vilkår til drift som kan knyttes til tillatelsene.
 - Avklare hvilke avtaler og vilkår som er nødvendige for å sikre gjennomføring av eventuelle avbøtende tiltak dersom effekter på miljø og eller samfunn skulle tilsi behov for det.
- Undersøke beslutningsprosesser i kommunal planlegging
 - Utarbeide prosessbeskrivelse med tanke på organisering, aktører, deltakelse, ansvarsfordeling mellom beslutningstakere på ulike nivåer etc.
 - Beskrive kunnskapsgrunnlaget og hvordan kunnskapen skaffes til veie (høringer, folkemøter, kartlegginger, konsekvensutredninger etc.).
 - Undersøke erfaringer med interkommunal versus intrakommunal kystzoneplanlegging, herunder bruk av intern og/eller ekstern plankompetanse.
- Undersøke beslutningsprosesser ved søknader om havbrukslokaliteter
 - Utarbeide prosessbeskrivelse med tanke på organisering, aktører, deltakelse, ansvarsfordeling mellom beslutningstakere på ulike nivåer etc.
 - Beskrive kunnskapsgrunnlaget og hvordan kunnskapen skaffes til veie (høringer, folkemøter, kartlegginger, konsekvensutredninger etc.).
- Drøfte bruk av konsekvensutredninger i planprosesser og ved tildeling av lokaliteter.
 - Hva slags kunnskap hentes inn, og hvordan vektlegges ulike former for kunnskap (vitenskapelig og lokal)?
 - Bidrar konsekvensutredninger til å skaffe den kunnskapen som forvaltningen etterspør?
- Vurdere egnethet av og forbedringspunkter ved forvaltningsverktøy for å verdisette, avveie og prioritere ulike bruks- og verneinteresser i kystsonen.
- Klargjøre hvorvidt lokale organisasjons- og samarbeidsformer kan bidra til både å utveksle og generere kunnskap, ikke bare om effekter av havbruk, men også om generell sameksistens i kystsonen, og en bedre kystzoneforvaltning.

Gjennomføring av et hovedprosjekt i Balsfjord, er avhengig av tilgang til en eller flere lokaliteter for havbruk. Kommunen har ikke avsatt noe areal til akvakultur i Balsfjorden i den sist vedtatte arealplanen, og følgelig er ikke forutsetningene for å gjennomføre hovedprosjektet slik det var tenkt, til stede i dag.

De senere årene er mulighetene for dispensasjoner fra nylig vedtatte arealplaner blitt mer begrenset. Hvorvidt den nye politiske ledelsen i kommunen etter valget i 2015 vil være villig til å dispensere fra den vedtatte planen, er ikke undersøkt. Generelle føringer i planregimet, Fylkesmannens innsigelser mot å avsette akvakultur i Balsfjorden, samt uttrykt motstand fra lokale interesser tilsier at en dispensasjon kan bli vanskelig å få til. Hvorvidt det kan være mulig å få avsatt egnede områder for akvakultur i forbindelse med framtidig revisjon av arealplanen er usikkert.

Behovet for kunnskapsoppbygging om effekten av havbruksnæringen på miljø og samfunn er stort, noe som stadig understrekes i debatter om havbruksnæringens tilstedeværelse i kystsonen. Et prosjekt som følger etablering og drift av et havbruksanlegg vurderes derfor å være av betydelig samfunns- og miljømessig interesse. Prosessene relatert til lokalitets- og arealdisponeringer i Balsfjorden har både illustrert og aktualisert behovet for mer kunnskap, og klargjøring av gode løsninger for forvaltning og sameksistens i kystsonene. Dersom det ikke skulle la seg gjøre å få tilgang til nødvendige lokaliteter i Balsfjorden for gjennomføring av et hovedprosjekt, bør det gjennomføres et arbeid med sikte på å indentifisere andre aktuelle kystområder for etablering og gjennomføring av et hovedprosjekt.

3.1.7 Referanser

- Anon. (2014): Kystplan tromsøregionen. Interkommunal kystsoneplan for kommunene Balsfjord, Karlsøy, Lyngen, Målselv og Tromsø. Planprogram. Justert etter høring. 24. april 2014.
- Anon. (2015a): Konsekvensutredning med risiko- og sårbarhetsanalyse. Interkommunal plan for Balsfjord, Karlsøy, Lyngen, Målselv og Tromsø. Utarbeidet av Norconsult. Datert 20. januar 2015.
- Anon. (2015b): Oppsummering og vurdering av høringsuttalelser til interkommunal kystsoneplan for Tromsø-regionen
- Balsfjord kommune (2009): Planprogram for kommuneplanens arealdel 2010-2020. Vedtatt av kommunestyret 04.02.2009
- Balsfjord kommune (2010a): Saksframlegg: Wilsgård Fiskeoppdrett AS – søknad om tildeling av ny oppdrettslokalitet ved Sletta, Balsfjord, samt samdrift mellom selskapene Wilsgård Fiskeoppdrett AS, Nor Seafood AS og Wilsgårdbrødrene AS med tilhørende konsesjoner. Datert 19.01.2010.
- Balsfjord kommune (2010b): Saksframlegg: Wilsgård Fiskeoppdrett AS – Andre gangs behandling av oppdrettssøknad for konsesjon Sletta. Datert 21.04.2010
- Balsfjord kommune (2011a): Planbeskrivelse til kommuneplanens arealdel 2011 – 2023. Vedtatt 21.9.2011
- Balsfjord kommune (2011b): Møteprotokoll. Møte i Kommunestyret 21.9.2011
- Balsfjord kommune (2013): Søknad om følgeforskningsprosjekt akvakultur i Balsfjord. Saksframlegg datert 27.08.2013. Behandlet i formannskapet 4.9.2013 og kommunestyret 18.9.2013
- Balsfjord kommune (2015a): Saksframlegg om interkommunal kystsoneplan. I møteinnkalling til kommunestyremøte 23.9.2015.
<http://62.63.19.6/elnnsyn/Dmb/ShowDmbDocument?mId=337&documentTypeId=MI>
[21.9.2015]
- Balsfjord kommune (2015b): Balsfjord kommune, som egen kommune inn i framtida: Utredning av 0-alternativet. Datert 17. september 2015
- Balsfjord kommune (2015c): Planprogram for kommunedelplan: Strategisk næringsplan 2015 – 2025. Fastsatt i kommunestyret 10.6.2015
- Brattegard, T. og Holthe, T. (red.) (1995): Kartlegging av marine verneområder i Norge. Tilråding fra rådgivende utvalg. Utredning for DN 1995-3. Direktoratet for naturforvaltning.
- Frisvoll, Svein og Rønningen, Katrina (2012): Å ro uten årer. Om fylkeskommunens nye rolle i kystsoneforvaltningen. I Hersoug og Johnsen (red.): Kampen om plass på kysten. Interesser og utviklingstrekk i kystsoneplanleggingen. Oslo: Universitetsforlaget

- Fylkesmannen i Troms (2015a): Høringsuttalelse til interkommunal kystsoneplan for Tromsøregionen- Balsfjord, Karlsøy, Lyngen, Målselv, Skjervøy og Tromsø kommune. Datert 3.3.2015
- Fylkesmannen i Troms (2015b): Tilleggsuttalelse til kystsoneplan for Tromsøregionen. Datert 20.3.2015
- Henriksen S. og Hilmo O. (red.) (2015): Norsk rødliste for arter 2015. Artsdatabanken, Norge
- Iversen, Vera (2014): Undersjøiske skred i Balsfjorden, Nord-Norge: Egenskaper og sammensetning. Mastergradsoppgave, Universitetet i Tromsø – Norges arktiske universitet.
- Johansen, S., Onsager, K. og Sørli, K. (2015): Samspill og regional vekstkraft i Tromsøregionen. NIBR-rapport 2015-4.
- Johnsen, J.P. (2014). Is fisheries governance possible? *Fish and fisheries*, 15:3, 428–444.
- Mattilsynet (2010): Svar på søknad om akvakulturtillatelse for matfisk av laks, ørret og regnbueørret på lokaliteten Sletta i Balsfjord kommune – Wilsgård Fiskeoppdrett AS. Brev datert 27.09.2010
- Meld. St. nr. 16 (2014-2015): Forutsigbar og miljømessig bærekraftig vekst i norsk lakse- og ørretoppdrett. Tilråding fra Nærings- og fiskeridepartementet 20. mars 2015, godkjent i statsråd samme dag. (Regjeringen Solberg)
- Midt-Troms Museum (2014): Innspill angående søknad om dispensasjon – etablering av havbruksanlegg i Balsfjorden. Brev til Balsfjord kommune datert 12. september 2014
- Miljøverndepartementet (2012): Kommuneplanens arealdel. Utarbeiding og innhold. Veileder T-1491
- Nielsen; K. N. og Holm, P. (2007): A brief catalog of failures: Framing evaluation and learning in fisheries resource management. *Marine Policy* 31, 669-680
- Ot.prp.nr. 32 (2007-2008): Om lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven) (plandelen). Miljøverndepartementet.
- Sametinget (2015): Uttalelse – kystplan Tromsøregionen. Innsigelse. Brev datert 20.3.2015
- Sandbæk, R. (2003): Kystsoneplanlegging: Premisser, planlegging, prosess. Juul Forlag.
- Selnes og Svartnes utviklingslag (2014): Brev til Balsfjord kommune, datert 10.9.2014
- Solås, A.M., & J.-P. Johnsen (2014). Med lov og skjønn skal kysten forvaltes: Noen betraktninger om lover, regler og samfunnsfaglige utfordringer for havbruksnæringens lokalitetstilgang. UiT – Norges arktiske universitet
- Solås, A-M, Hersoug, B., Andreassen, O., Tveterås, R., Osmundsen, T.C., Sjørgård, B., Karlsen, K. M., Asche, F. and R. Robertsen (2015): Rettslig rammeverk for norsk havbruksnæring: Kartlegging av dagens status. Nofima rapport 29/2015
- St. meld. nr. 12 (2001-2002) Rent og rikt hav. Tilråding fra Miljøverndepartementet av 15. mars 2002, godkjent i statsråd samme dag. (Regjeringen Bondevik II)
- Stornes, O. K. (2014): Verdiskapingen og sysselsettingen av landbruket i Troms. Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning. Notat 2014-4
- Sjørgård, Bjørn (2011): Brev til Troms fylkeskommune fra advokatfirmaet Kyllingstad Kleveland, datert 21.12.2011
- Troms fylkeskommune (2011): Wilsgård Fiskeoppdrett AS (...) – Akvakultur av matfisk for laks, ørret og regnbueørret på ny lokalitet Sletta i Balsfjord kommune – planavklaring. Brev til Balsfjord kommune datert 14.11.2011
- Troms fylkeskommune (2012): Wilsgård Fiskeoppdrett AS (...) - Akvakultur av matfisk for laks, ørret og regnbueørret på ny lokalitet Sletta – Balsfjord kommune - vedtak om avslag. Brev til Wilsgård Fiskeoppdrett datert 19.03.2012

Troms fylkeskommune (2015): Høring av innspill til interkommunal kystsoneplan for tromsøregionen.

Datert 04.03.2015

Wilsgård Fiskeoppdrett AS (2010): Vs. oppdrettssøknad fra Wilsgård Fiskeoppdrett AS – Sletta. Brev til Balsfjord kommune datert 26.2.2010

3.2 Naturmiljø (Universitetet i Tromsø)

3.2.1 Innledning

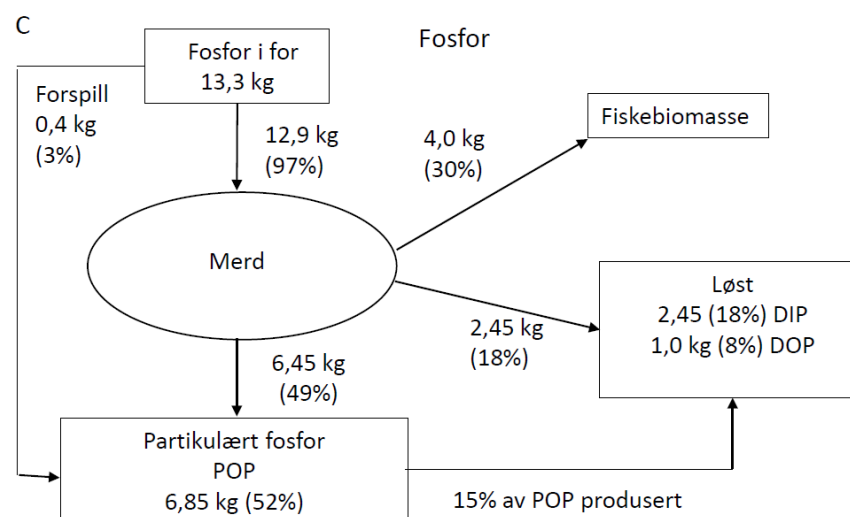
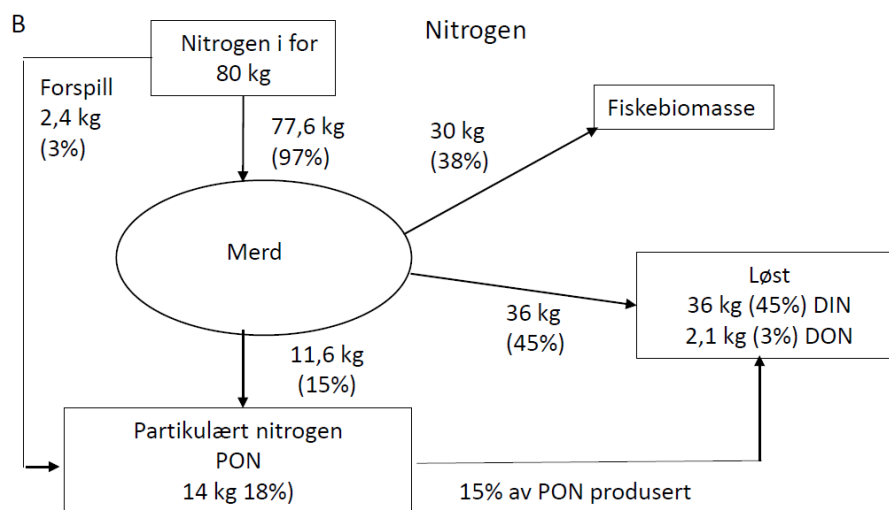
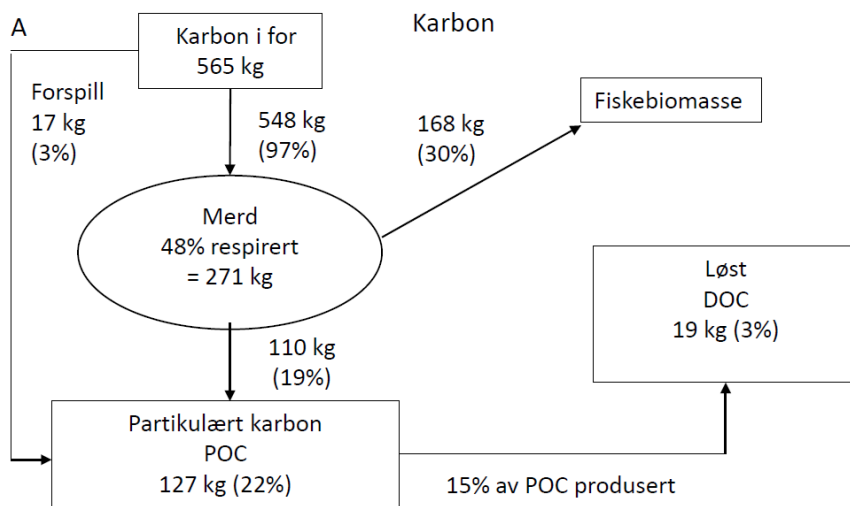
I et lakseoppdrett vil det meste av energien og næringsstoffene i fôret som blir brukt ikke bli inkorporert i laksen (Wang et al., 2012, Wang et al., 2013) og disse stoffene blir sluppet ut og må omsettes i økosystemet (Figur). Stoffene som omsettes i miljøet består av forspill, avføring og ekskresjon fra laks og består av en rekke komponenter (Figur 13). Noe er i løst form og havner i de frie vannmasser mens forspill og mye av avføringen sedimenteres til bunnen. Det er viktig å ha kunnskap om hvor disse komponentene havner og hvilke grupper i økosystemer som blir påvirket og omsetter disse komponentene. I tillegg kan lakseoppdrett ha atferdsmessige effekter på organismene i økosystemet. Det blir derfor gjort en beskrivelse av det marine økosystemet i Balsfjord og hvordan det fungerer med henblikk på mulige effekter av lakseoppdrett.

In del A er det en gjennomgang av kunnskap om hvordan økosystemet i Balsfjord fungerer, med særlig vekt på faktorer og prosesser som er relevant for fiskeoppdrett. I del B er det en gjennomgang av kunnskap om generelle effekter av lakseoppdrett på økosystemkomponenter. I del C fokuseres det på utfordringer som vil være interessante å følge opp i oppfølgingsprosjekt.

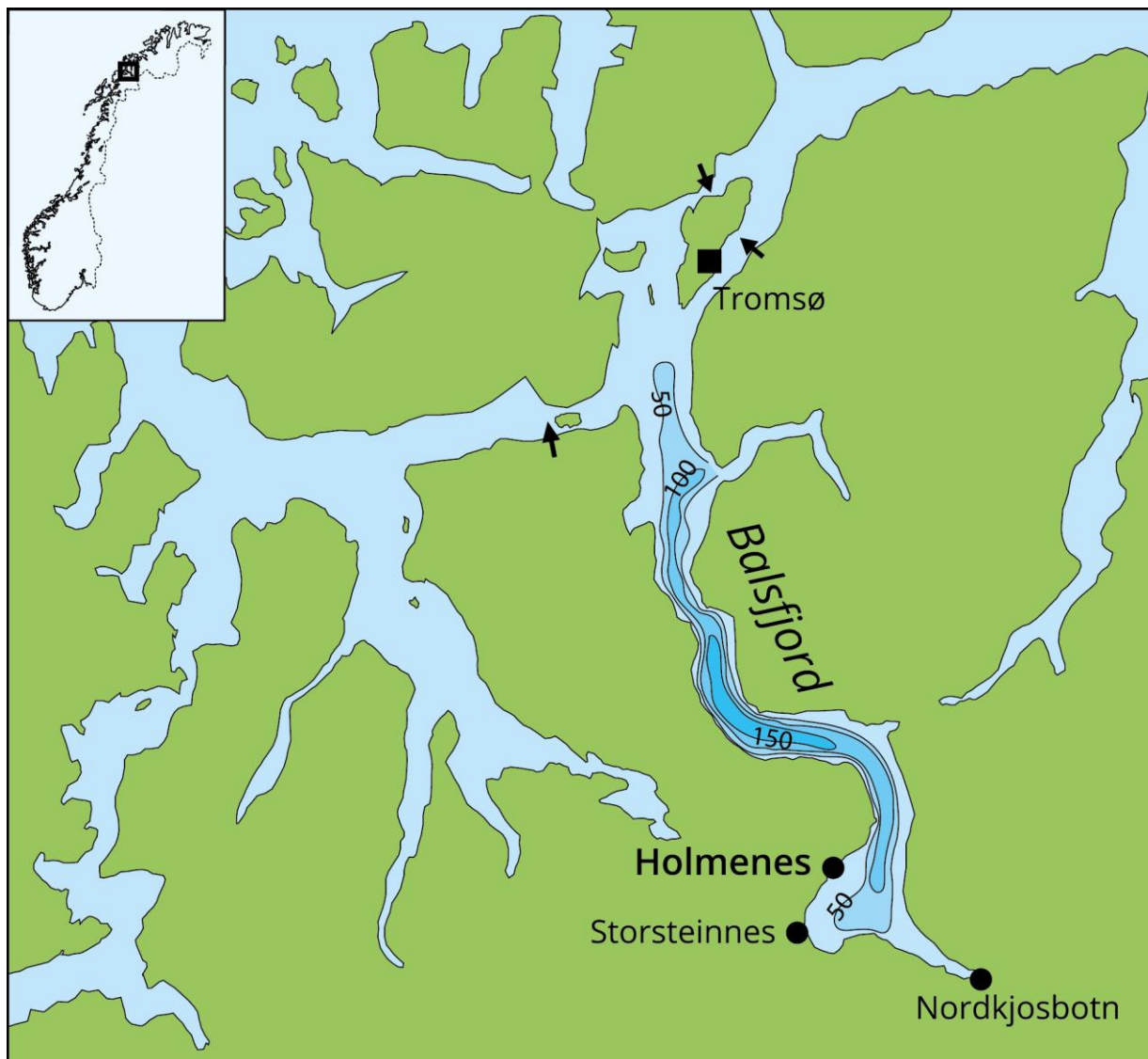
Litteratur og datasøk

Balsfjord er en av fjordene i Norge der det er gjort omfattende marinbiologiske undersøkelser og det relativt mange publikasjoner, selv om få er rettet direkte inn på effekter av havbruk. I en periode var det et lakseoppdrett i fjorden og det ble da gjort noen undersøkelser av atferdsmessige effekter av torskeoppdrett (Uglem et al., 2008, Uglem et al., 2010).

Det ble gjennomført litteratursøk for å finne publisert litteratur basert på data fra Balsfjord. Balsfjord ble avgrenset som området øst for Rystraumen og vest av Sandnessund og Tromsøysund (Figur 14). Publikasjoner som inkluderer artikler fra journaler med fagfelleevaluering, hovedfags-, master- og doktoravhandlinger og rapporter som er offentlig tilgjengelig ble inkludert og registret i en litteraturliteatase (Endnote). Publikasjonene ble inkludert hvis de; i) var basert på prøver i Balsfjorden, ii) hadde brukt organismer fra Balsfjorden i eksperimenter, iii) hadde organismer fra Balsfjord i sammenlignende studier, eller iv) hadde organismer som var avhengig av «marin mat» fra Balsfjord. Totalt ble det funnet 467 publikasjoner.



Figur 13 Årlige modellerte næringsstofflukker (kg per tonn produsert laks per år) og komponenter (kg per tonn produsert) av Norsk laks i 2009; (A) karbon, (B) nitrogen og (C) fosfor. Fra Wang et al. (2012).



Figur 14 Oversikt over Balsfjord. Pilene peker på de grunne tersklene ved Rystraumen (30m dyp) i vest, Sandnessundet (8 m dyp) i nordøst og Tromsøsundet (9 m dyp) i øst. x ved Svartnes.

3.2.2 Hvordan fungerer det marine økosystemet i Balsfjord

Balsfjorden er et økosystem med relativ lav temperatur som har mange likhetstrekk med Barentshavet (Bax and Eliassen, 1990). De grunne tersklene med største dyp på bare 30 m i Rystraumen og den relativt lave temperaturen gjør at det er få fjorder i Norge som har et lignende abiotisk miljø.

Topografi og hydrografi

Balsfjord er en relativ grunn fjord med maksimumsdyp på 195 m i dypbassenget nær Svartnes (Oug, 2000) (Figur 14). Fjorden har en lengde på ca. 68 km målt langs fjordens midtakse fra Vollan til Sandnessundet og fjorden har et areal på 275 km². I den ytre delen av fjorden (Rystraumen – Tromsøya) går nettotransporten av vann i overflatelagene nordover fra Rystraumen og ut gjennom Sandnessundet og Tromsøsundet (Eilertsen et al., 1981a). Om lag 90 % av vannutvekslingen med kyststrømmen utenfor Balsfjord skjer gjennom Rystraumen (Finne and Gade, 1990).

På grunn av snøsmelting i fjellområdene i nedslagsfeltet til Balsfjorden så har ferskvannsavrenningen vanligvis en topp på ca. $200 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ i juni. Månedlige gjennomsnitt for nedbør varierer mellom $18 - 30 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ og har en topp om høsten. I løpet av våren og sommeren varmes overflatelaget opp og det blir en lagdeling av vannmassene og det oppstår en estuarin sirkulasjon med netto transport av brakkvann ut av fjorden i overflaten (Eilertsen et al., 1981a). Denne strømmen kompenseres med en intermediær strøm inn i fjorden, mens dypvannet er relativt stagnerende. Ved Svartnes kan brakkvannslaget ha en tykkelse som varierer rundt 10 m.

Gjennomsnittlig og maksimal tidevannsamplitude er henholdsvis 1,78 og 2,93 m (Eilertsen et al., 1981a). I løpet av vinteren med lave lufttemperaturer og vind som i hovedsak blåser utover fjorden blir vannkolonnen gjennomblandet (Eilertsen et al., 1981a), og temperaturen på 175 m dyp kan komme ned til mellom 0 to 3°C (Eilertsen et al., 1981a, Finne and Gade, 1990). I 100 m dyp varierer vintertemperaturen mellom 2 og 4°C i perioden fra november til februar i de fleste år (Mankettikara, 2013). Om vinteren er temperaturen i overflatelaget noe lavere enn ved 175m dyp og temperaturen kan komme ned i under 0°C . Ifølge Sælen (1950) vil vintertemperaturen i vannet avhenge av lufttemperaturen om vinteren på grunn av den vertikale gjennomblandingen om vinteren. Om vinteren vil det være en årlig innstrømming av saltere og noe varmere vann som synker ned langs bunnen i Balsfjorden (Sælen, 1950).

Om sommeren (Juni – August) kan temperaturen i overflatelaget stige til mellom 10 og 13°C , mens det på 175 m dyp fortsatt er nesten samme lave temperatur som om vinteren (Eilertsen et al., 1981a, Mankettikara, 2013). Mankettikara (2013) gir en oversikt over variasjoner i salinitet og tetthet i Balsfjord.

I Balsfjord har det vært høye oksygenmetninger ($> 90 \%$) fra 0 til 75 m dyp, mens metningen på 175 m dyp avtar i løpet av sommeren, og dette skyldes at bunnvannet ikke veksles ut på denne tiden av året (Eilertsen et al., 1981a). I tidsperioden 1931-1935 ble de laveste oksygenverdiene i årlig månedlig gjennomsnitt målt til 75% metning på 175 m dyp ved Svartnes målt fra november til januar (Soot-Ryen, 1934, Sælen, 1950) (Sælen p.10). Gjennomblandingen av vannsøylen om vinteren og innstrømming av kystvann fra utsiden av fjorden fornyer bunnvannet slik at oksygeninnholdet når et maksimum i april (Eilertsen et al., 1981a).

Phytoplankton, pelagisk primærproduksjon

Innstrålingen i Tromsøområdet øker svært hurtig i mars og april (Eilertsen et al., 1981a) og våroppblomstringen har en topp i april (Eilertsen et al., 1981c). Vekstsesongen varer fra mars til oktober. Diatomeer (kielselalger) og algen *Phaeocystis pouchetii* er de dominerende arter om våren. *Phaeocystis* kan opptre både i et flagellert stadium og i et kolonidannende stadium. *Phaeocystis* kan forsvare seg mot beiting både ved å danne kolonier og dermed bli for stor til å bli beitet av små zooplankton (Nejstgaard et al., 2007), og også ved å skille ut stoffer som er giftige (Aanesen et al., 1998, Hansen et al., 2004). På sensommeren kan det være betydelig med kalkflagellater (cocclithophorider) som farger vannet turkis-grønn og den vanligste arten kalkflagellater er *Emiliana huxleyi* (Strann et al., 2011). Dinoflagellater har størst tetthet om høsten (Eilertsen et al., 1981c) og disse kan opptre både som plante (har plantepigmenter) og dyr. Noen dinoflagellater produserer toxiner (gifter) når de opptrer i store tettheter og en slik art (*Dinophysis* spp.), som kan medføre at blåskjell blir giftige har opptrådt i Balsfjorden, men sjelden i store konsentrasjoner (Strann et al., 2011).

Beiting fra dyreplankton er sannsynligvis en viktig faktor for å regulere biomassen av planteplankton i løpet av sommeren (Eilertsen and Taasen, 1984). Etter våroppblomstringen som oftest er dominert av kieselalger og *Phaeocystis* er nivåene av næringssalter i det øverste vannlaget lave (Eilertsen and Taasen, 1984).

Årlig primærproduksjon fra phytoplankton i perioden 1976-1978 ble beregnet til 106 til 132 g C m⁻² år⁻¹ med et gjennomsnitt på 116 g C m⁻² år⁻¹ og er sammenlignbar med andre fjord og kystområder i Nord-Norge (Eilertsen and Taasen, 1984).

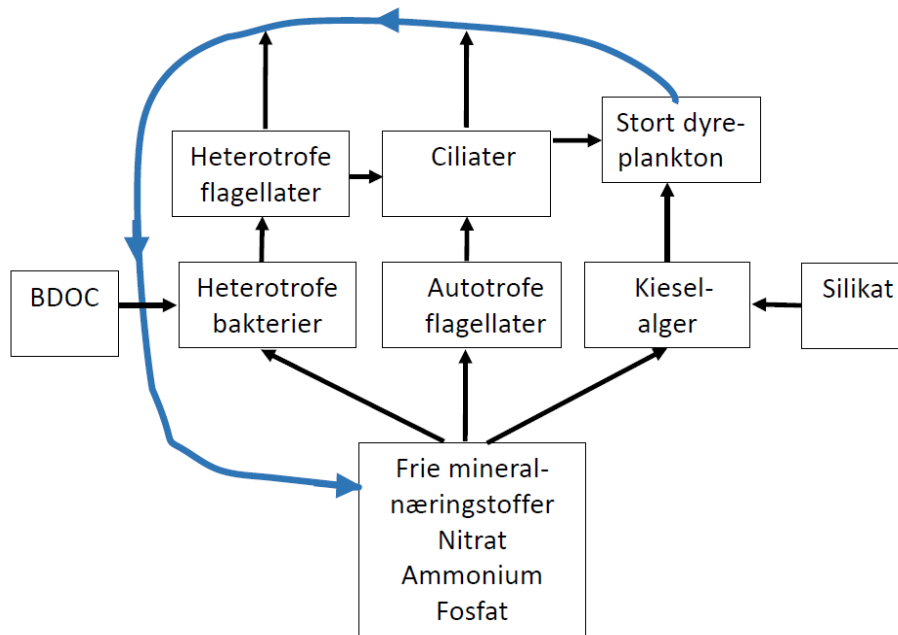
Næringssalter

I løpet av våroppblomstringen blir konsentrasjonene av nitrat, fosfat og silikat i overflatevannlaget (0-30 m) sterkt redusert (Bech, 1982, Eilertsen et al., 1981b, Lutter et al., 1989, Hegseth, 1995), og silikat kan være en begrensende faktor for phytoplanktonet etter våroppblomstringen i Balsfjord (Reigstad et al., 2000).

3.2.3 Det pelagiske mikrobielle næringsnett

Det mikrobielle næringsnett omsetter store mengder organisk materiale og er svært viktig for funksjonen av marine økosystem (Thingstad et al., 1997). I dette næringsnett produserer autotrofe flagellater (små planteplankton) organisk materiale og er avhengig av næringssalter og sollys og CO₂. Bakterier opptar løst organisk stoff (DOC) og næringssalter. Løst organisk stoff produseres ved at det skilles ut fra planteplankton, ved knusing av celler når de blir beitet av dyreplankton, ved autolyse av organismer etter virusinfeksjon og ved at dødt partikulært materiale som avføring og cellerester går over til løst form. Bakteriene blir spist av heterotrofe nanoflagellater (HNAN) som igjen blir spist av ciliater og annet mikrozooplankton (Figur 15). Ciliatene kan bli spist av større dyreplankton (mesozooplankton) og dermed bidra til produksjon av fisk og topp-predatorer. Organismene i det mikrobielle næringsnett (unntatt stort dyreplankton) har svært høye vekstrater i størrelsesorden 0.1 dag⁻¹ og kan reagere hurtig på endringer i miljøforholdene og nødvendige næringsstoffer (DOC og mineralnæringsstoffer inkludert silikat).

Pasternak et al. (2000) oppgir at biomasse av protozoer (en gruppe encellet mikrodyreplankton inkludert ciliater) i Balsfjord i 1996 økte fra ca. 1 til 8 g WW m⁻² fra april til september. Dette tilsvarer en gjennomsnittlig biomasse på ca. 0.5 g C m⁻² i perioden.



Figur 15 Det mikrobielle næringsnett (omarbeidet etter Thingstad et al. (2007)). Kieselalger, autotrofe flagellater og heterotrofe bakterier tar opp og konkurrerer om frie mineralnæringsstoffer. Kieselalger blir spist av store dyreplankton, heterotrofe bakterier blir spist av heterotrofe flagellater som blir spist av ciliater. Ciliater spiser også autotrofe flagellater. Stort dyreplankton spiser ciliater. Kieselalger er avhengig av silikat, mens bakterier er avhengig av løst organisk materiale (BDOC). Næringsalter blir regenerert (blå pil) fra ekskresjon fra «predatororganismene».

Stort dyreplankton

I Balsfjord er det flere store arter hoppekreps (*Calanus finmarchicus* og *Metridia longa*) som har en generasjon per år (Tande and Grønvik, 1983). Raudåte (*C. finmarchicus*) overvintrer i de dype delene av fjordene i en inaktiv tilstand og lever på fett fra siste sommerhalvår. Seint på vinter og tidlig på våren kommer de opp i høyere vannlag og beiter på planteplankton og produserer egg før de dør etter gyting.

Små hoppkrepsarter kan ha flere generasjoner per år og vanlige småkopepoder i Balsfjord er; *Pseudocalanus* sp, *Acartia longiremis*, *Oithona* sp., *Microsetella norvegica* (Norrbin, 1994, Antonsen, 2014). Hoppekrepsene er svært viktige beiter på planteplankton og mat for fiskelarver, planktonspisende fisk og geleplankton (maneter, kammaneter og pilorm). Både små og store hoppekreps kan også beite mikrodireplankton som ciliater (Norrbin et al., 1990), og dermed koble det mikrobielle næringsnett med høyere trofiske nivå. Småkopepoden *Microsetella norvegica* er svært vanlig i Balsfjord og reproducerer fra april til august (Antonsen, 2014). Denne lille kopepoden (< 1 mm lengde) er omnivor og beiter på partikler.

Andre pelagiske evertebrater

Flere krillarter; småkrillartene *Thysanoessa inermis* og *Thysanoessa raschi* og storkrill *Meganyctiphanes norvegica* er vanlige i Balsfjorden (Hopkins et al., 1989). Disse krillartene er svært viktige som byttedyr for fisk, både pelagiske planktonspisende som sild og lodde og torsk (Pearcy et al., 1979b). Mens *T. inermis* og *T. raschi* hovedsakelig spiser planteplankton så spiser storkrill både planteplankton og dyreplankton. I Balsfjorden synes storkrill hovedsakelig å være en predator som beiter hoppekreps (Sargent and Falk-Petersen, 1981). Avføringspellets (fekalpellets) fra krill utgjør en

viktig del av det organiske materialet som sedimenterer ut av den eufotiske sone (Hopkins et al., 1989). Beregninger av sedimentering av partikulært organisk materiale i 1996 viste at fekalpellets fra krill utgjorde ca. 40 % og ca. 10 g C m⁻² år⁻¹ av mengden partikulært materiale som sank ut av de øverste 100 m av vannsøylen (Riser et al., 2010). Krill er flerårig og reproducerer om våren under våroppblomstringen. I Balsfjord og andre fjorder danne krill tydelige lag som kan observeres med ekkolodd og de har vertikalvandring der de ofte finnes nær overflaten om natten, mens de om dagen forekommer dypere (Hopkins et al., 1978, Pearcy et al., 1979a).

Pilormen *Sagitta elegans* er vanlig i Balsfjord og er en pelagisk predator som hovedsakelig beiter hoppekreps (Falkenhaus, 1991). Den har en lang gyteperiode som strekker seg fra mars til september (Tande, 1983). Denne pilormen er en flerårig organisme som ikke bruker synet i jakten på byttedyr (er en taktil predator). Både kammaneter (Ctenophora) og stormaneter (Schypozoa) er vanlige i Balsfjorden, men det er ikke kjente studier av deres biomasse og konsum av andre organismer, men de effektive predatorer på dyreplankton.

3.2.4 Makroalger og ålegress

Makroalger

Forekomst og dekning av makroalger i fjorden er lite kartlagt, men Nervold (2008) undersøkte en lokalitet på østsiden av fjorden ved Elvebakken i Balsfjord (69° 20,609'N; 19° 23,180'E), samt en lokalitet ved Holt på Tromsøya. Hun fant at lokaliteten i Balsfjord hadde lavere artsdiversitet enn lokaliteter lenger ut på kysten. Mesteparten av strandlinja langs Balsfjorden har betydelig dekning av brunalger i tidevannssonen med grisetang (*Ascophyllum nodosum*), blæretang (*Fucus vesiculosus*) og sagtang (*Fucus serratus*), men forekomst og dekning av makroalger i fjorden er lite kartlagt.

Det er ikke kjente undersøkelser av makroalger under tidevannsbeltet, men videoundersøkelser i området utenfor Andersdal, i Ramfjordmunningen og utenfor gruntvannsområdene i Sørkjosen viste betydelig dekning med sukkertare (*Saccharina latissima*) på dyp fra 7-15 m (Torstein Pedersen, upubliserte data). En undersøkelse av gytefeltene til Balsfjordsild ved Holmenes i 1988 viste at det var betydelige mengder med tare (*Laminaria* spp, sannsynligvis dominert av sukkertare som tidligere hadde slektsnavnet *Laminaria*) som var gytesubstrat for silda (Lurås, 1994). Tilsvarende undersøkelser i samme område i 2014 og 2015 viste at det var lite tare under tidevannssonen i området, men at det var betydelige mengder med kråkeboller som sannsynligvis hadde beitet ned taren. Det er også i de siste årene observert områder like under lavvannssonen som er nedbeitet i området ved Andersdal, Berg og ved sydspissen av Tromsøya (Torstein Pedersen, pers. medd.).

Selv om vegetasjonen like under tidevannssonen var nedbeitet av kråkeboller ble det observert et vegetasjonsbelte på 10-20 m dyp utenfor Andersdal og ved Piksteinen i Ramfordmunningen, og her det ble i 2013 vha. undervannsvideo observert stor tetthet av småtorsk (Wiesener, 2015). Vegetasjonsbeltet på grunt vann er et viktig oppvekstområde for kysttorsk. Det er ikke gjort undersøkelser for å finne ut om det dype vegetasjonsbeltet også forekommer i andre områder av Balsfjorden.

Ålegress

Balsfjord har de største områdene med ålegressenger i Troms, og det er enger ved Kobbvågen, Storslett, Laksvatn, og strekningen Skjæret –Sørkjosen i indre del av Balsfjord (Kiær, 1904, Jørgensen and Bekkby, 2013, Olsen et al., 2013). Ålegress (*Zostera marina*) er av svært få blomsterplanter som

lever i saltvann i våre områder. Arten vokser på mykt substrat som sand og mudder. Den danner tette enger fra laveste tidevannsnivå og kan opptre ned til 10 m dyp. Bladene har stor overflate og ålegressengene er levested for mange organismer. Ålegressenger er levested for mange andre arter og er ansett å være et viktig oppvekstområde for småfisk. Strandnotttrekk fra 2012 i ålegressenger på strekningen mellom Loddebukt og Skjæret i indre del av Balsfjord ga gode fangster av 0-gruppe torsk (Heggland, 2013).

Sedimentering av organisk materiale

Partikulært organisk materiale som synker ut (sedimenterer) fra den eufotiske sonen utgjør en viktig matkilde for bunndyr. Mesteparten av det som sedimenterer ut har sin opprinnelse i planteplankton, men i grunne områder med mye makroalger kan rester fra makroalger og annen vegetasjon også være viktig. Basert på feltundersøkelse i Balsfjord i 1996 ble det er beregnet at ca. $35 \text{ g C m}^{-2} \text{ år}^{-1}$ sank ut fra 40 m dyp, mens ca. $27 \text{ g C m}^{-2} \text{ år}^{-1}$ sank ut fra 100 m dyp og $41 \text{ g C m}^{-2} \text{ år}^{-1}$ sank ut på 170 m dyp (Riser et al., 2010). At det var høyere sedimentering på 170 enn på 100 m forklares med at det sannsynligvis var resuspensjon av organisk materiale på grunn av adveksjon (innstrømming av vann) som skjedde til og med juni i 1996. I 1992 ble det på 195 m dyp ved Svartnes ble det beregnet at bare ca. $0.9 \text{ g C m}^{-2} \text{ år}^{-1}$ phytoplankton sedimenterte, mens krill fekalpellets utgjorde $2-3 \text{ g C m}^{-2} \text{ år}^{-1}$ av en total mengde sedimentert organisk materiale på ca. $11 \text{ g C m}^{-2} \text{ år}^{-1}$ (Lutter et al., 1989).

Organisk materiale som sedimenterer ut er mat for bunndyr. Grunnen til at mengde organisk materiale som sedimenterer ut avtar med økende dyp er at synkende partikler blir utsatt for bakteriell nedbryting og at spiseaktiviteten til dyreplankton som krill og hoppekreps kan bryte synkende partikler i mindre partikler som lettere blir bakterielt nedbrutt.

Bentiske evertebrater

Bentiske evertebrater (bunndyr) lever sitt voksne liv bunntilknyttet, men svært mange bunndyr har et frittlevende larvestadium. Enkelte bunndyrarter som noen snegler legger egg på bunnen mens en del krepsdyr som amfipoder og mysider (pungreker) bærer eggene på kroppen. Sammenlignet med planktoniske dyr så har de fleste bunndyr mye lavere dødelighetsrater, lavere vekstrater og lavere matopptaksrater i sitt bunnstadium. Det er en del bunndyr som er tilpasset bunn med stor organisk belastning, som f. eks. børstemarken *Capitella capitata* som er påvist i Balsfjord (Oug, 2001).

Hardbunnsfauna

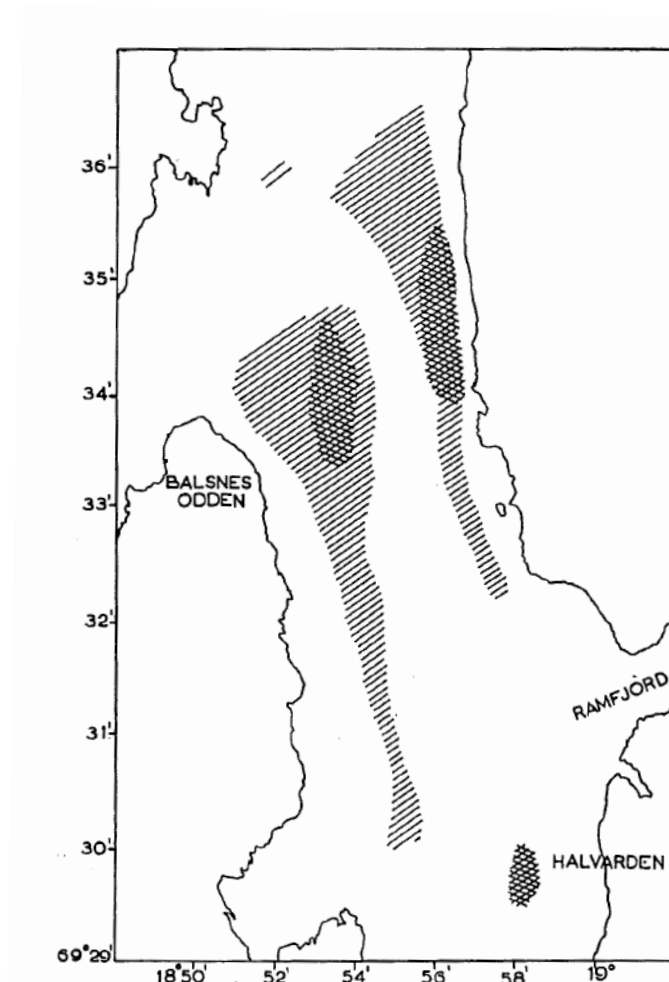
På grunt vann der det er steinbunn er bunnen ofte dekket med blåskjell, snegl og rur. Haneskjell og drøbakskråkebollen er typiske arter på hardbunn i Balsfjorden.

Haneskjell

Det er generelt stor diversitet og mange arter av bunndyr som lever på bunnen. Her vil kun noen arter med stor biomasse bli nevnt. Haneskjell (*Chlamys islandica*) er en stor langlevet bivalv som lever på hardbunn, og som er utbredt i de ytre delene av Balsfjorden (Wiborg, 1962) (Figur 16). Undersøkelser i 1960-årene viste at den største tettheten av skjell var på 30-45 m dyp og at det var en bestand som varierte over tid (Wiborg and Bøhle, 1968). På et haneskjellfelt ble det i 1967-68 observert et belte av store sjøstjerner (*Asterias rubens*) som målte ca. $150 \text{ m} \times 10 \text{ m}$ og predasjon fra sjøstjerner ble sett på som en mulig årsak til variasjonene i haneskjellbestanden (Wiborg and Bøhle, 1968). Immigrasjon av yngre individer gjorde at bestanden tok seg opp igjen etter predasjonsepisoden og allerede i 1971 var bestandstettheten gjenopprettet på nivået før episoden (Vahl, 1982). Rekrutteringen av unge individer til bestanden var svært avhengig av tettheten av eldre

individer som hadde en tetthetsavhengig effekt på rekruttene og begrenset rekrutteringen ved høy tetthet av eldre individer (Vahl, 1982).

Haneskjell er en suspensjonsspiser som siler partikler fra vannmassene med gjellene og er i stand til å filtrere ut partikler ned til ca. 3 μm (Vahl and Freeland, 1980). Haneskjell filtrerer ut både organiske og uorganiske partikler og ved stor andel uorganiske partikler i vannet blir det filtret ut mengde organiske partikler (Vahl, 1980). Vahl and Freeland (1980) regnet ut at haneskjellene på feltet med et areal på 13 km^2 var i stand til å filtrere ut ca. 34 % av den pelagiske primærproduksjonen i perioden fra 1. april til pycnoclinen (lagdeling) av vannsøylen var etablert 30. juni. De beregnet at mengde organisk materiale som haneskjell silte ut fra vannmassene i tidsperioden utgjorde 1494 g tørrvekt m^{-2} innenfor arealet av haneskjellfeltene. Dette kan indikere at haneskjellfeltene har en viktig funksjon ved å filtrere store vannmasser og derved virke som et «renseanlegg» på vannmassene. Haneskjellene kan absorbere fra ca. 20 til 50 % av de organiske partiklene blir filtrert ut (Vahl, 1980), mens resten blir avføring vil bli liggende på bunnen og utgjøre mat for andre organismer. På haneskjellfeltene lever det også mye børstemark, kråkeboller, tifotkreps, slangestjerner, sjøpølser, sjøstjerner og andre organismer.



Figur 16 Felter med haneskjell i Balsfjord basert på undersøkelser i 1960-årene. Fra Wiborg and Bøhle (1968).

Kråkeboller

Kråkeboller, særlig drøbakkråkebollen *Strongylocentrotus droebachiensis* er hyppig observert i Balsfjord (Kiær, 1905), og Kiær beskrev at de i 1903 forekom i «utrolige mengder». I de seinere år er det sterke indikasjoner på at kråkebollene i ytre del av Balsfjorden har beitet ned mye av vegetasjonen like under tidevannssonen (Torstein Pedersen, unpubl. obs.). Det er også observert at kråkeboller har beitet ned algene under tidevannssonen ved gyteområdene til Balsfjordsilda. Det er imidlertid ikke gjort kartleggingsundersøkelser som viser hvor utbredt nedbeitingen av makroalger er i Balsfjord.

3.2.5 Bløtbunnsfauna i dypbassenget

Undersøkelser av bunndyrfaunaen i dypbassenget ved Svartnes basert på prøver fra 1977-87 og 1994 viste at børstemark, små krepsdyr og bivalver var de dominerende grupper mhp. artsantall (Oug, 2000). Mudderkamstjernen *Ctenodiscus crispatus* var den mest vanlige pigghud. De fleste artene var sedimentpisende og depositpisere som spiser av sedimentoverflaten. Der var lite suspensjonpisende arter. Det var en viss forandring i bunndyrsamfunnet i løpet av tidsperioden som ble undersøkt og dette ble satt i sammenheng med variasjoner i innstrømming (adveksjon) av vann til fjorden og mengde krill (Oug, 2000).

Mudderkamstjernen *Ctenodiscus crispatus* har vært svært vanlig i dypbassengene i nord-norske fjorder, men tetthetene har avtatt sterkt i områder som har blitt invadert av kongekrabber (Oug et al., 2011). I 2014 ble det observert små kongekrabber i en hal med en liten bentisk trål ved Tennes (Einar M. Nilssen, unpubl. matr.) og det har tidligere vært fanget flere store kongekrabber i Ramfjord og Balsfjord. Det er sannsynlig at det vil komme en økning i mengden kongekrabbe i årene framover. I områder med stor tetthet av kongekrabbe (Varangerfjorden) er det registrert store endringer i bunnsfauna og sedimentegenskaper (Oug et al., 2011). I Varangerfjorden ble hypoxiske forhold registrert i sedimentet ved flere stasjoner, og det ble antydnet at kongekrabbepredasjon kunne ha redusert den funksjonelle diversiteten og fjernet organismer som har viktige funksjoner med å røre rundt sedimentet (Oug et al., 2011).

Dypvannsreke (*Pandalus borealis*)

Dypvannsreke var tidligere en kommersielt utnyttet art i Balsfjorden, men rekefisket tok slutt i 1983 da det ble forbudt med reketrålning grunnere enn 200m dyp på grunn av innblanding av torskeyngel i fangstens (Hopkins and Nilssen, 1990). Dødelighetsraten til dypvannsreke av fangstbar størrelse ble beregnet til ca. $2,0 \text{ år}^{-1}$ (tilsvarende 86% dødelighet per år) i perioden 1979 -1983 da det var kommersielt rekefiske i Balsfjord (Hopkins and Nilssen, 1990). I de seinere år (2010-15) er det beregnet at dødeligheten har sunket til ca. $1,2 \text{ år}^{-1}$ (Einar M. Nilssen, unpubl. matr). Rekebestanden består nå av flere årsklasser enn tidligere på grunn av den reduserte dødeligheten. Årsaken til reduksjonen i dødelighet er at det ikke lenger er fiskeri på rekene i Balsfjord (Einar M. Nilssen, pers. komm.). Gjennomsnittlig fangstmengde i 1980-1981 var ca. 20 kg nm^{-1} , mens fangsten de siste årene har vært på ca. 60 kg nm^{-1} , altså en betydelig biomasseøkning.

Dypvannsreke er en omnivor, og mageundersøkelser i perioden 1979-80 viste at i Balsfjord spiste de hoppekreps, krill og stor dypvannsreke spiste børstemark og hudskjell av lodde (Hopkins et al., 1993). Hudskjellene indikerte at de hadde beitet på død lodde som var fanget i reketrål og kastet ut. Mage- og fettsyreanalyser viste at dypvannsreke i Balsfjord var sterkt koblet til det pelagiske næringsnett

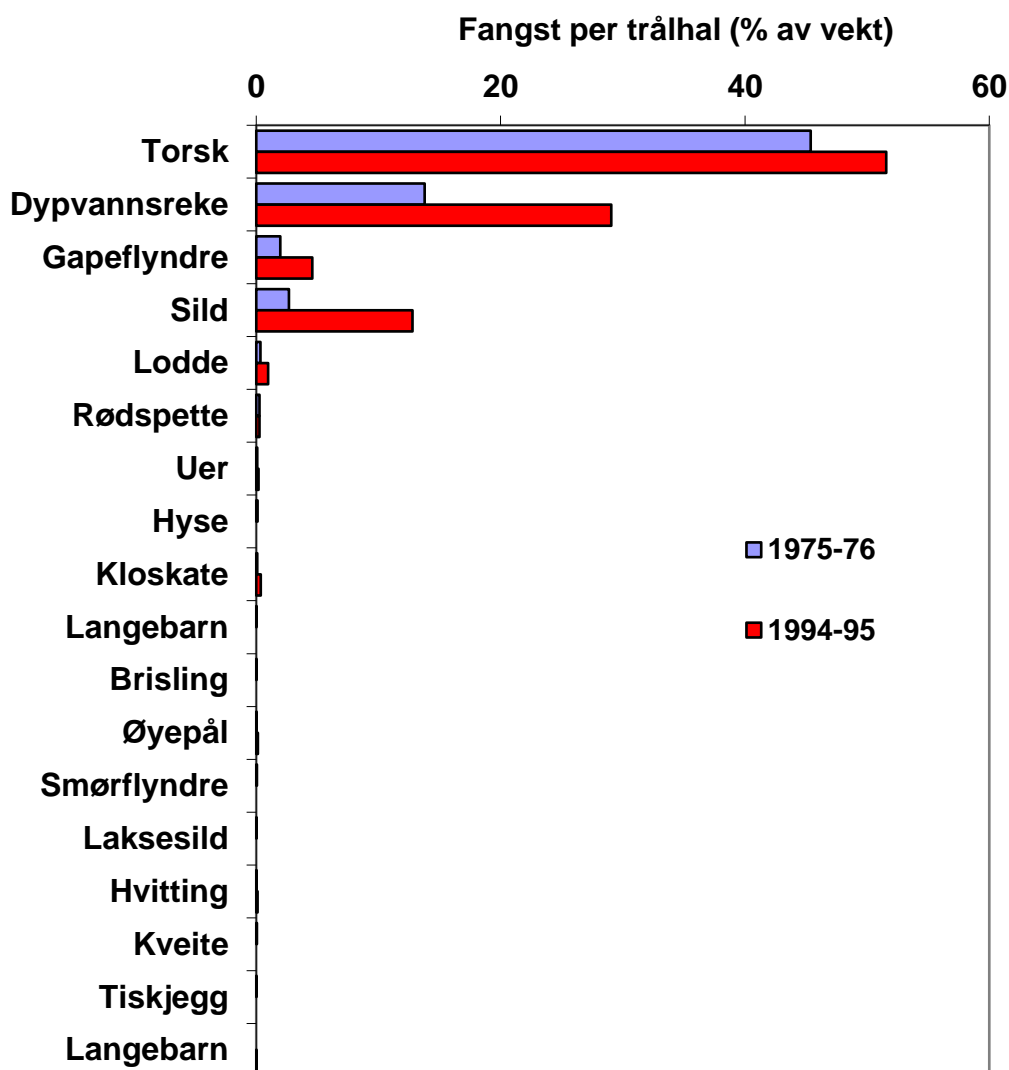
og i hovedsak spiste pelagiske byttedyr som hoppekreps og krill (Hopkins et al., 1993). Dypvannsreke kan vandre opp i vannmassene om natta (Nilssen et al., 1986).

I Balsfjord er dypvannsreke et viktig byttedyr for torsk (Pearcy et al., 1979a, Klemetsen, 1982b), og blir også spist av gapeflyndre (Klemetsen, 1993) og hyse (Torstein Pedersen, unpubl. matr.).

Fisk

Balsfjord har et fiskesamfunn som domineres av relativt få arter. I bunntålfangster er det torsk, gapeflyndre, dypvannsreke sild og lodde som har dominert i prøver fra 1970 og 1990-årene (Figur 17). Kloskate er vanlig i trålfangstene. I de seinere år etter 2010, har hyse i utgjort en betydelig andel av bunntålfangster (Torstein Pedersen, unpubl. matr.). I pelagiske tråltrekk er det sild, lodde, krill (storkrill og småkrill) og yngel av langebarn (*Lumpenus lampretaeformis* og *Leptoclinus maculatus*) som dominerer i tillegg til at det kan være en del kammaneter og stormaneter (Torstein Pedersen unpubl. matr.). Det har vært fanget makrell på grunt vann i Balsfjord høsten 2014 (Torstein Pedersen, unpubl. matr.).

På grunt vann (0-5 m dyp) viser strandnotfangster at yngel av kysttorsk og sei dominerer, men det er også vanlig å få trepigget stingsild (*Gasterosteus aculeatus*), vanlig ulke (*Myoxocephalus scorpius*), ålekvabbe (*Zoarces viviparus*), og i områder med sandbunn er yngel av rødspette samt sandkutling (*Pomatoschistus minutus*) vanlige arter (Torstein Pedersen, unpubl. matr.). I områder med brakkvann pga. ferskvannstilførsel som ved Sørkjosen ved Storsteinnes i nærheten er skrubbe (*Platichthys flesus*) i alle størrelser vanlig.



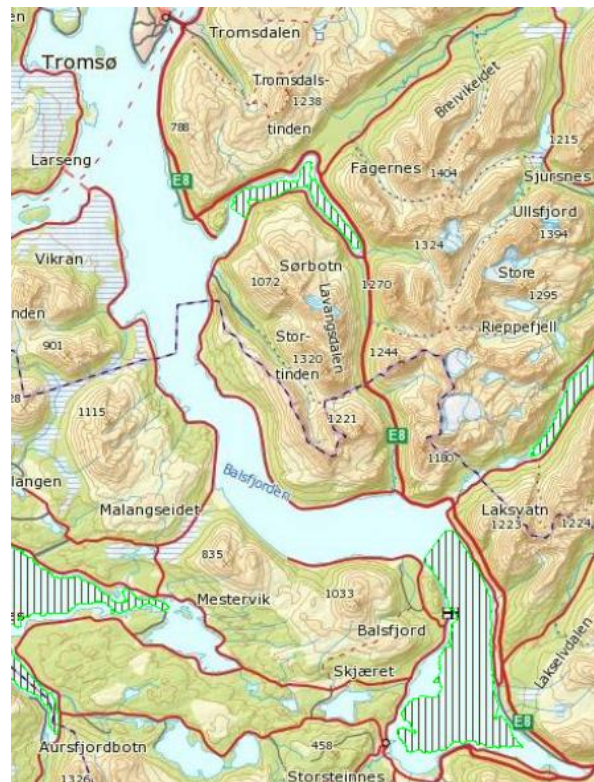
Figur 17 Oversikt over sammensetning av bunntrålfangster fra Balsfjord i 1975-76 og i 1994-95. Bunntrålen har lav fangsteffektivitet på pelagiske fisk som lodde og sild som er underrepresentert i fangstene.

Torsk

Torsken i Balsfjord forekommer over hele fjorden. Merkeforsøk i perioden 1986-88 indikerer at torsken som ble merket holdt seg inne i Balsfjorden og av 135 gjenfangster fra totalt 1761 merkede torsk fra bunntrålfangster var det bare en torsk som ble gjenfanget utenfor Balsfjord (Bax and Eliassen, 1990). Merkeforsøk i 1987-88 innerst i Stålvikbotn i indre del av Malangen som er nabofjorden til Balsfjord, viser at av 1908 merkede torsk ble det totalt gjenfanget 156 torsk og fem av gjenfangstene var fra Balsfjord, mens de aller fleste gjenfangstene kom fra Stålvikbotn og Malangen (Larsen and Pedersen, 2002). Dette indikerer at torsken i Balsfjord er svært stasjonær og at det er liten utveksling med ytre kyst og fjordene i området.

Genetiske undersøkelser av torsken i Balsfjord viser at den i hovedsak består av kysttorsk (Fevolden et al., 2015). Yngel som stammer fra og rekrutterer til kysttorsk bunnskår på grunt vann og kan fanges med strandnot like under tangbeltet, mens yngel som er avkom fra Norsk-Arktisk torsk vil bunnskår på dypt vann (Fevolden et al., 2012, Løken et al., 1994).

Gyteområdeundersøkelser gjort av Fiskeridirektoratet viser at torsken i Balsfjord gyter i indre del av Balsfjord og i Ramfjorden (Figur 18) og dette stemmer med opplysninger gitt i Uglem et al. (2008) og med intervjuundersøkelser i 1980-årene av fiskere i Balsfjorden (Torstein Pedersen, upubl. matr.). På trålfeltet ved Bergneset innerst i Balsfjord som ligger ved et gytefelt for torsk var det stor dominans av hanntorsk i bunntålprøvene som ble tatt i løpet av gyteperioden i årene 2002-2006 (Fevolden et al., 2015). Det er sannsynlig at hunntorsken oppholder seg i sidene av fjorden og vandrer ned til selve gytefeltet når de har en porsjon egg som er klar til gyting. Hunntorsken gyter ca. 20 porsjoner egg over et tidsrom på ca. en måned (Kjesbu et al., 1996). Gyteperioden for torsk i Balsfjord er hovedsakelig i mars og april (Falk-Petersen, 1982).



Figur 18 Oversikt over kartlagte gyteområder (skraverte områder) for torsk i Balsfjord. Kart er basert på intervjuundersøkelser fra Fiskeridirektoratet og verifiseringer fra Havforskningsinstituttet. Kartet er hentet fra: <http://kart.fiskeridir.no/default.aspx?qui=1&lang=2&minX=-543244&minY=6212434&maxX=1585244&maxY=8186566&layers=&baselayer=2&visibleOLOverlay>

Torsken i Balsfjord beiter et stort antall byttedyrgrupper og Klemetsen Klemetsen (1982b) fant at torskemagene fra torsk større enn 25 cm lengde inneholdt 72 byttedyrgrupper. Dypvannsreke, lodde, småkrill (*Thysanoessa* sp.), børstemark, små krepsdyr (Mysidae, Amphipoda), storkrill (*Meganctiphanes norvegica*) og sild var de viktigste byttedyrgruppene, men torsken spiser også andre fiskearter. Av disse byttedyrene var det sannsynligvis bare små- og storkrill som var beitet pelagisk. Torsken kan oppholde seg pelagisk i de frie vannmasser når den beiter pelagiske byttedyr og dette foregår særlig om natten (Pearcy et al., 1979a). Eliassen and Grotnes (1985) fant at torskens diett våren 1985 i stor grad bestod av sild og at det også var betydelig kannibalisme hos torsken i Balsfjord.

Oppvekstområdene til kysttorsk er generelt lite kartlagt, men nyere undersøkelser viser at kysttorsken er avhengig av vegetasjon på bunnen (Michaelson, 2012) og i Balsfjord ble det observert mye småtorsk på dyp fra 10-20 m som har makroalgedekning (Wiesener, 2015). Heggland (2013) fant også større strandnotfangster av 0-gruppe torskkeyngel i områder i indre Balsfjord med mye vegetasjon sammenlignet med områder med lite vegetasjon.

Krill og andre små krepser var de viktigste byttedyr for småtorsk (0, 1 og 2-gruppe, < 25 cm lengde) på trålfeltene i Balsfjord (Wiborg, 1949, Wiborg, 1948b). Småtorsk (15-30 cm) fanget på grunt vann i indre del av Balsfjord i 2012 hadde en diett som bestod av krepser, børstemark, muslinger, snegl og noe fisk (Torstein Pedersen, unpubl. matr). Dietten til 0-gruppe torsk fanget i strandnot i 2012 i indre del av Balsfjord var divers og bestod av harpacticide kopepoder, amfipoder, isopoder, bivalver, insekter, fisk, små kopepoder og krill (Heggland, 2013).

De sesongmessige endringer i kjemisk sammensetning, lever og gonadeinnhold hos torsk i Balsfjord er godt beskrevet (Eliassen and Vahl, 1982b, Eliassen and Vahl, 1982a). Torsk i Balsfjord vokser saktere enn Nordøst-arktisk torsk og blir kjønnsmoden ved lavere alder (4-5 år) og mindre størrelse ca. 45 cm sammenlignet med Nordøstarktisk torsk som kjønnsmodner ved ca. 7 års alder og ved en lengde på ca. 70 cm (Bax and Eliassen, 1990, Jobling, 1982). Vekstmønsteret til torsk i Balsfjord har vært typisk for torsk i indre kalde fjordområder (Berg and Albert, 2003, Berg and Pedersen, 2001), og Jobling (1982) indikerer at veksten til torsken i Balsfjord var matbegrenset i 1970-årene.

Sild

I Balsfjord oppholder det seg to former av sild, den lokale Balsfjordsilda som lever hele livet i Balsfjord og ungsild av Norsk vårgytende sild (*Clupea harengus*) som driver og eller vandrer inn i fjorden som yngel og som seinere vandrer ut av fjorden (Lurås, 1994). Balsfjordsilda er en unik sildebestand som sannsynligvis er etterkommere etter Stillehavssild (*Clupea pallasii*) som etter siste istid vandret over til nordlige deler av Atlanterhavet (Laakkonen et al., 2013, Laakkonen et al., 2014, Jørstad et al., 1991). De sildebestandene som ligner mest på Balsfjordsilda er en lokal sildebestand i Rossfjordvannet ved Malangen og sild fra Kvitesjøen i Russland og i de østlige delene av Barentshavet (Jørstad et al., 1991, Laakkonen et al., 2014). Laakkonen fant at Balsfjordsilda sannsynligvis hadde hybridisert noe med Atlantisk sild, men at den hadde egne genetiske særtrekk. Balsfjordsilda er sammen med silda i Rossfjordvannet de eneste sildebestander i Norge som har så store likhetstrekk med Stillehavssild.

Silda i Balsfjord er en strandgyter som gyter i tangbeltet på grunt vann i slutten av mars og i april (Kjørsvik et al., 1990, Lurås, 1994) (Mikkelsen et al., 2015). Stillehavssild er også en strandgyter i motsetning til Atlanterhavssild som gyter på dypere vann. Undersøkelser på gytefeltene i Balsfjord i 2014 og 2015 viser at det var to «gytebølger» med fra 2 til 4 ukers mellomrom (Mikkelsen et al., 2015). Gytingen foregikk ved noen holmer ved Holmenes nord for Storsteinnes i den indre delen av Balsfjord. Det meste av eggene ble lagt på brunalger, grisetang (*Ascophyllum nodosum*), blæretang (*Fucus vesiculosus*) og sagtang (*Fucus serratus*) i tidevannssonen. Sildas egg klister seg til underlaget. Noe sildeegg ble funnet festet til stein og til sukkertare like under tidevannssonen. Eggdødeligheten var relativt høy og variabel og det var betydelig eggdødelighet allerede i gastrulastadiet (tidlig embryoutvikling). Temperatur og lysintensitet i tidevannssonen varierer mye og dataloggere utplassert i tidevannssonen viste at temperaturen kunne variere med mer enn 10°C i løpet av et døgn. Eggene klekket i løpet av begynnelsen av mai.

Gytingen i 2014 og 2015 foregikk hovedsakelig i tidevannsbeltet på et mindre areal enn i 1988 (Mikkelsen et al., 2015). I 1988 var det betydelig med dekke av vegetasjon (sukkertare, ålegress) under tidevannssonen der det var sildegyting (Lurås, 1994). I 2014-15 så ut til å være beitet ned av kråkeboller (Mikkelsen et al., 2015). I 1988 oppga (Lurås, 1994) at det hadde vært gyting på samme lokalitet i minst 50 år, og i 2014-15 foregikk gytingen i samme området på en strekning på ca. 400 m. Det har tidligere vært påvist gyting fra Balsfjordsild i tangbeltet i området ved Markeneset (69° 14' 10''N, 19° 20'10''Ø) (Bjørnar Seim, pers. medd.), ved Ytre Loddebukt og ved Slettnes (Lurås, 1994).

I Balsfjord kan man få ungsild fra Norsk vårgytende sild og Balsfjordsild i samme tråltrekk (Jørstad and Pedersen, 1986), men Balsfjordsilda hadde en dypere vertikalfordeling enn Norsk vårgytende sild. Likevel kan man få Balsfjordsild på garn på grunt vann om sommeren og like utenfor gytefeltet.

Silda er en planktonspiser og i Balsfjord er det hovedsakelig hoppekreps (kopepoder, *Metridia longa* og *Pseudocalanus* sp.) og krill som er hoveddietten (Hopkins et al., 1989, Pearcy et al., 1979a). En sammenligning av vekst og alderssammensetning av prøver fra gytefeltet tyder på at silda ble kjønnsmoden ved ca. 4 års alder i 2014 og 2015 sammenlignet med en alder på ca. 5 år i 1988. Beregning av naturlig dødelighetsrate (M) hos sild rekruttert til gytebestanden viser at den var relativt høy både i både i 1988 ($M = 0,63 \text{ år}^{-1}$) og i 2014 ($M = 0,78 \text{ år}^{-1}$) og i 2015 ($M = 0,56 \text{ år}^{-1}$) og at den var betydelig høyere enn total (ca. $0,30 \text{ år}^{-1}$) og naturlig dødelighetsrate hos Norsk vårgytende sild (ca. $0,15 \text{ år}^{-1}$) (Tjelmeland and Lindstrøm, 2005). Dette viser at silda i Balsfjord lever i et miljø med høy dødelighetsrisiko og dermed vil gytebestanden bestå av relativt få årsklasser sammenlignet med Norsk vårgytende sild. Gytebestanden hos Balsfjordsild bestod i 2014 og 2015 av sild med lengde mellom 22 og 26 cm, mens gytebestanden hos Norsk vårgytende sild består av sild lengre enn ca. 25 cm. Størrelsen på gytebestanden til Balsfjord sild ble i 1988 beregnet til ca. 600 tonn basert på målinger av mengde egg gytt (Lurås, 1994). Dette tilsvarer en biomasse av gytebestand på ca. 2,2 tonn våtvekt km^{-2} , eller ca. $0,26 \text{ g C m}^{-2}$ med en faktor for karbon/våttvekt på 0,12. Dette er nok et underestimat da det også er en betydelig biomasse av ikke kjønnsmoden sild. Det har ikke vært gjort tilsvarende beregninger av gytebestandsbiomasse de seinere år.

Med unntak av forskningstråling er det ikke fiskeri av sild i stor skala i Balsfjord etter at rekefisket tok slutt i 1983. I Balsfjord er sild funnet i dietten til torsk (Klemetsen, 1982a) og sjøørret (Rikardsen et al., 2006). Det er sannsynlig at nise og en rekke fuglearter i Balsfjorden beiter på sild (Strann et al., 2011). Sildeegg blir spist av måker (Torstein Pedersen, unpubl. matr.).

Lodde

Lodda i Balsfjord er en egen loddebestand (Kennedy, 1979), og voksen lodde oppholder seg i det dype fjordbassenget ved Svartnes i løpet av høsten og vinteren (september til mars) før de i april vandrer mot fjordbunnen ca. 25 km lenger inn (Nyholmen and Hopkins, 1988). Lodda i Balsfjord er strandgyter og gyter i indre del av Balsfjord ved temperaturer rundt 0°C hovedsakelig i mai. Lodda gyter på grov sand eller finkornet grus og eggene klistrer seg til substratet. Eggene tåler store variasjoner i temperatur og saltholdighet (Davenport and Stene, 1986). Kjente gyteområder i Balsfjord er ved Loddebukt og Russenes (Nyholmen and Hopkins, 1988). Balsfjordlodda blir kjønnsmoden ved lavere alder (2-3 års alder) og mindre lengde (ca. 11-12 cm lengde) enn lodda i Barentshavet som blir kjønnsmoden ved 3-4 års alder og ved en lengde på ca. 14 cm (Nyholmen and Hopkins, 1988). Laboratorieforsøk viser at all Barentshavlodde dør etter gyting mens en betydelig andel av Balsfjordlodda, særlig hunnene, kan overleve gyting og gyte flere ganger (Christiansen et al., 2008). Forskjellene i livshistorie mellom lodde i Balsfjord og i Barentshavet kan skyldes at

Balsfjordlodka har mye kortere vandringsavstand fra beiteområder til gyteområdene enn lodda i Barentshavet og dermed kan gyte ved mindre størrelse og alder og likevel ha mulighet til å gyte flere ganger, men også andre faktorer kan spille inn (Christiansen et al., 2008) .

0-gruppe lodde i Balsfjord er pelagisk og lever i de øvre vannlag, mens eldre lodde i større grad lever nærmere bunnen (Nyholmen and Hopkins, 1988). Voksen lodde har vertikale døgnvandring der de beveger seg mellom overflatevannlagene om natta og mot bunnen om dagen (Hopkins and Nyholmen, 1993). Lodda spiser mye småkrill og relativt lite hoppekreps (Hopkins et al., 1989, Pearcy et al., 1979a).

Lodda ble tidligere fram til 1983 tatt som bifangst i rekestrålfiskeriet (Hopkins et al., 1989) og tidligere var det også et begrenset fiskeri fra lokalbefolkningen etter gytmoden lodde i indre del av Balsfjord (Strann et al., 2011). Lodde er viktig i dietten til torsk (Klemetsen, 1982a, Pearcy et al., 1979a), sjøørret (Rikardsen et al., 2006) og sannsynligvis også nise og en rekke vannfugl (ender, lommer) (Strann et al., 2011).

Andre planktonspisende fisk, fiskelarver og fiskeyngel

Sil (*Ammodytes* sp.) forekommer i mindre mengder i magene til både torsk og sjøørret i Balsfjord (Klemetsen, 1982b, Rikardsen et al., 2006). Denne arten er vanligvis sterkt underrepresentert i trålfangstene da den i perioder ligger nedgravd i sanden. Diett hos fiskelarver og pelagisk yngel er ikke spesielt undersøkt i Balsfjord, men det er kjent at disse stadiene i stor grad spiser små stadier av hoppekreps (Wiborg, 1948a). Alle de vanligste marine fiskeartene i Balsfjord har larver som klekker om våren.

Flatfisk

Gapeflyndre (*Hippoglossoides platessoides*) er den flatfiskarten som er vanligst i trålfal fra dypt vann (Figur 18), men den kan også forekomme på grunt vann om vinteren. Diettundersøkelser viser at gapeflyndre i Balsfjord spiste børstemark, snegl, bivalver, små krepsdyr (mysider, isopoder, amfipoder, krill, dypvannsreker, små kråkeboller, og litt fisk. Gapeflyndra har en divers diett, men har lav diettoverlapp med torsk, og gapeflyndre spiste mere børstemark og mindre krepsdyr enn torsk (Klemetsen, 1993). Klemetsen (1993) karakteriserer gapeflyndre som en opportunist som har kapasitet til å forandre sin nisje i forhold til byttedyrtilgjengelighet og den aktuelle konkurransesituasjonen.

Rødspette (*Pleuronectes platessa*) er vanlig i fangster fra trålfeltene ved Bergneset og ved Ramfjordmunningen. Ofte er det store individer som blir fanget og rødspette har blitt fisket av lokalbefolkningen (Strann et al., 2011). Smørflyndre (*Glyptocephalus cynoglossus*) har vært vanlig de siste årene i Balsfjord på de dype trålfeltene (Torstein Pedersen, unpubl. matr). Skrubbe er vanlig i Balsfjord på grunne, ferskvannspåvirkede lokaliteter.

Mudderfjærene

Balsfjorden har fire store områder med mudderfjære; Sørkjosleira innenfor Storsteinnes, ved Kantornes mellom Svartnes og Laksvatnbukt, Kobbevågen mellom Balsnes og Kobbevågneset og det ytterste området Grindøysundet mellom Tisnes og Store Grindøy (Strann et al., 2011). Balsfjord våtmarkssystem er et av Norges utpekte Ramsarområder og det er to vernede områder, Kobbevågen naturreservat (areal 5.9 km²) og Sørkjosleira naturreservat (areal 3.9 km²).

Mudderfjærene har store forekomster av blåskjell og på mudderfjærene i de indre delene av fjorden er østersjøskjellet *Macoma baltica* svært vanlig (Strann et al., 2011). Børstemark er vanlig og det er påvist 34 arter børstemark i mudderfjæreområdene (Oug, 2001). Mange arter vannfugl beiter på mudderfjærene og vadere, svaner og gressender finner mye av maten sin i eller på overflaten av mudderfjærene (Strann et al., 2011).

I boka til Strann et al. (2011) er det oppgitt en rekke marint tilknyttede fuglearter som er vanlig i Balsfjord. **Ender;** havelle, krikand, stjertand, gravand, stokkand, ærfugl, praktærfugl, sjøorre, svartand, kvinand, skjeand, laksand, siland, brunakke, toppand, stellerand, **lommer;** smålom, storlom, gulneblom, islom, måkefugl; gråmåke, fiskemåke, svartbak, hettemåke, rødnebbterne, **dykkere;** horndykker, gråstrupedykker, **sponver;** storspove, lappspove, svarthalespove, **vadere;** polarsnipe, fjæreplytt, rødstilk, grønntilk, strandsnipe, gluttsnipe, myrsnipe, dvergsnipe, temmincksnipe, sotsnipe, tundrasnipe, dobbeltbekkasin, sandløper, steinvender, brushane, **lofamilien;** vipe, heilo, sandlo. Storskarv, teist, tjeld, gråhegre, sangsvane og havørn er også vanlig. Balsfjorden har en rekke funksjoner for disse fugleartene og Strann et al. (2011) gir en oversikt over hvordan disse artene bruker Balsfjorden.

Andre toppredatorer (kval, fugl, oter)

I Balsfjord er nise en vanlig og Strann et al. (2011) antyder at det kan være mer enn hundre dyr i Balsfjord, men det er ikke gjort presise bestandsmålinger (Tore Haug, Havf. Inst, pers. komm.). Nise spiser sannsynligvis små pelagisk fisk som sild og lodde i Balsfjord (Strann et al., 2011). Kvitnos, spekkhugger og grindkval opptrer mer sjelden i Balsfjord. Oter er vanlig i Balsfjorden og yngler der (Strann et al., 2011). Den beiter hovedsakelig små fisk på grunt vann (Heggberget, 1995).

3.2.6 Trofiske interaksjoner og energistrømmer

Det ble laget en flerbstandsmodell for Balsfjord basert på data fra 1975-77-årene (Bax and Eliassen, 1990). Den er basert på data fra plankton, reker og fisk fra Balsfjord, men inneholder ikke komponentene i det mikrobielle næringsnett. Modellen har en gruppe for bunndyr med basert på data fra Nordsjøen. Det er ikke kjente publikasjoner der økosystemmodeller med alle trofiske nivå er anvendt for å undersøke og vurdere effektene av alle typer utslipp fra lakseoppdrett (næringssalter, grovt- og finpartikulært materiale, løst organisk materiale).

For å gjøre en grov vurdering av størrelsene på utslipp fra et lakseoppdrett i forhold til naturlige strømmer av næringssalter og organisk materiale er det brukt en nylig publiserte modeller for økosystemene i Ullsfjord og Sørfjord som er nabofjordene som ligger nordøst for Balsfjord. Ullsfjord har varmere bunnvann og er noe enn Balsfjord og har større diversitet av fisk og krepsdyr enn Balsfjord. Sørfjord har temperatur i dypvannet som ligner forholdene i Balsfjord, har et fiskesamfunn som ligner Balsfjord, men er grunnere enn Balsfjord og har sannsynligvis større produksjon av bunndyr enn Balsfjord. Ellers så er mange av input-verdiene i Ullsfjord og Sørfjordmodellene, særlig for de pelagiske gruppene i modellene basert på undersøkelser helt eller delvis gjort i Balsfjord (Pedersen et al., accepted in press).

Det er gitt noen verdier for energistrømmer i tonn C km⁻² år⁻¹ som tilsvarer g C m⁻² år⁻¹ for de to fjordene (Pedersen et al., accepted in press) som seinere brukes til å sammenlignes med verdier på utslipp fra havbruk (Tabell 2).

Tabell 2 Oversikt over verdier for prosesser i to fjordsystemer som ligner noe på Balsfjord.

Prosess	Enhet	Ullsfjord	Sørfjord
Produksjon av planteplankton	g C m ⁻² år ⁻¹	130,0	130,0
Produksjon av makroalger	g C m ⁻² år ⁻¹	2,41	9,11
Total primærproduksjon	g C m ⁻² år ⁻¹	132	139
Strøm til detritus*)	g C m ⁻² år ⁻¹	92	129
Produksjon av dyreplankton og nekton (krill)	g C m ⁻² år ⁻¹	42,6	45,7
Produksjon av bunndyr (evertebr.)	g C m ⁻² år ⁻¹	3,20	3,58
Produksjon av fisk	g C m ⁻² år ⁻¹	0,71	0,35
Fangst av fisk	g C m ⁻² år ⁻¹	0,070	0,062
Konsum av detritus fra bakterier	g C m ⁻² år ⁻¹		98,8
Konsum av detritus fra pelagiske grupper (flercellede)	g C m ⁻² år ⁻¹		10,6
Konsum av detritus fra evertebratbunndyr	g C m ⁻² år ⁻¹		17,6

I Balsfjord er det et lokalt fiskeri som drives med passive redskaper, men detaljert statistikk over fangstkvantum finnes ikke.

Det er et visst utslipp fra landbruk, industri og befolkning av næringssalter til Balsfjorden, og Akvaplan-NIVA har vurdert miljøets kapasitet til å håndtere organisk utslipp (se kapitlet Miljøpåvirkninger i Balsfjord).

3.2.7 Generelle effekter og utfordringer ved lakseoppdrett på økosystemer

Effekt på lokalitet

Et lakseoppdrett vil slippe ut en rekke komponenter fra laksefor som ikke blir inkorporert i laksen (Figur 9, tabell 3, Figur 32). I tillegg kommer eventuelle stoffer som blir brukt i drift f. eks. til sykdomsbekjempelse og lakselusbekjempelse, men det er svært vanskelig å sette noen forventede verdier for disse da de vil avhenge svært av den aktuelle driften. Den fysiske tilstedeværelsen av anlegget vil også kunne ha effekter på komponenter i økosystemet.

Tabell 3. Oversikt over antatt utslipp fra et anlegg med en produksjon av laks på 4800 tonn i løpet av 20 måneder, dvs. en gjennomsnittlig produksjon på 2800 tonn våtvekt per år basert på mengder næringstofflukser fra (Wang et al., 2012).

Tabell 3 Oversikt over antatt utslipp fra et anlegg med en produksjon av laks på 4800 tonn i løpet av 20 måneder, dvs. en gjennomsnittlig produksjon på 2800 tonn våtvekt per år basert på mengder næringstofflukser fra (Wang et al., 2012).

Type materiale	I laksen (tonn per år)	Sluppet ut (tonn per år)
Laks, karbon	488	
Respirasjon fra laks		781
Partikulært karbon (POC)		364
Løst organisk karbon (DOC)		55
Laks, nitrogen	87	
Totalt partikulært nitrogen		40
Løst nitrogen, uorganisk (DIN)		104
Løst nitrogen, organisk (DON)		6
Laks, fosfor	11.5	
Totalt partikulært fosfor (P)		20
Løst fosfor (DOP)		3

De forskjellige komponentene fra laksefor vil havne forskjellig habitat i økosystemet. Partikulært karbon, nitrogen og fosfor forventes i stor grad å sedimentere ut på bunnen under anlegget, mens løst uorganisk nitrogen og fosfor forventes i stor grad å havne i overflatevannlaget.

Mulige effekter av utslipp av løste næringssalter

Ved å bruke verdier fra (Wang et al., 2012) (se Figur 9) og anta at havbruksanlegget produserer 4800 tonn laks i løpet av 20 måneder er det gjort grove beregninger av hva som kan forventes å bli sluppet ut per tidsenhet av de forskjellige komponentene (Tabell 3). Det blir også vurdert hvor store disse verdiene er i forhold til «naturlige» verdier for sedimentert materiale, løst materiale og næringssaltflukser.

Løst uorganisk nitrogen og fosfor vil kunne være næringssalter for alger, både fyttoplankton og makroalger samt næringssalter for bakterier som konkurrerer med planteplankton om næringsstoffer. Et anslag for hvor stor planktonisk primærproduksjon et utslipp av 104 tonn nitrogen kan forventes å gi ble gjort ved å multiplisere nitrogenmengden med et forhold (ratio) mellom partikulært karbon og partikulært nitrogen på 8,5 (Lutter et al., 1989), og dette ga da en planteplanktonproduksjon på ca. 880 tonn karbon. Dette utgjør for hvert år et tillegg på ca 2,7 % til den totale «naturlige» årlige planteplanktonproduksjonen på 33000 tonn karbon basert på en primærproduksjon på 120 g C m⁻² år⁻¹. Imidlertid forventes mye av denne økte produksjonen å skje om sommeren når de naturlige næringssaltnivåene er lave og utslippene av næringssalter fra havbruk kan være høye pga. høy temperatur og stort matinntak. Utslipp fra havbruk av løste nitrogenholdige forbindelser er hovedsakelig i form av ammonium og urea og løst fosfor er i form av fosfat. Det er fravær av silikat og relativt mere nitrogen enn fosfor i de løste uorganiske næringsstoffene som slippes ut fra lakseoppdrettsanlegget enn i «naturlige» næringssalter i en vintersitasjon. Dette skyldes at fosfor i stor grad slippes ut fra anlegget i partikulær form (Figur 9, tabell 3). Dette kan favorisere flagellater og ikke kieselalger som har behov for silikat. Autotrofe flagellater er de viktigste pelagiske primærprodusenter om sommeren og siden de ofte er små kan de være mindre tilgjengelige for større dyreplankton.

I litteraturen har det vært diskutert om utslipp av næringsstoffer fra fiskeoppdrett kan favorisere framvekst av giftige alger (Folke et al., 1994, Folke et al., 1997, Black et al., 1997). I norske farvann er det et eksempel fra litteraturen der en blomstring av algen *Prymnesium parvum* som drepte 750 tonn laks og regnbue ørret i Hylsfjorden i juli i 1989 ble koblet til nærings saltutslipp fra havbruk (Kaartvedt et al., 1991). Denne fjorden er ikke en typisk havbrukslokalitet. Internasjonalt finnes det flere eksempler på koblinger mellom nærings saltutspill fra havbruk og giftige alger (Folke et al., 1997).

Vekstforsøk der sukkertare ble plassert henholdsvis nært og langt fra lakseoppdrettsanlegg ga bedre vekst hos sukkertare som var nært anlegget, og analyser av stabile isotoper indikerte at sukkertaren inkorporerte nitrogen sluppet ut fra lakseoppdrettsanlegget (Wang et al., 2014). Sukkertare har størst opptak av næringssalter om våren og en modellstudie viste at det var en sesongmessig mismatch mellom utslipp av næringssalter og tidsperioden når sukkertaren hadde størst opptak av næringssalter (Broch et al., 2013). Resultatene viste et mulig utbytte på 75 t våtvekt sukkertare i løpet av 4 måneder eller ca. 170 t våtvekt ved 10 måneders vekstperiode. Et dyrkingsareal for sukkertare på 1 hektar (10000 m²) i nærheten av et lakseoppdrett med en produksjon på 5000 t per produksjonssyklus, tok opp ca. 0.36 t løst nitrogen eller 0.4 % av utslippene i en periode fra august til juni (Broch et al., 2013). Dette viser at det trengs store dyrkingsareal for sukkertare for å få til en effektiv opptak av nitrogenutslipp fra lakseoppdrett.

Bunnfaunaens kapasitet til å konsumere organisk materiale

Det er gjort få kvantitative undersøkelser som viser hvor stor kapasitet bunnfaunen har til å omsette materiale som sedimenterer fra lakseoppdrettsanlegg. I en dyp Vestlandsfjord (Uggedalsfjorden, 230 m dyp) med varmt bunnvann (ca. 7,7°C) var det et lakseoppdrettsanlegg som produserte 2910 tonn i løpet av 19 måneder. Her fant (Kutti et al., 2008) at terskelen for makrofauna sin økte produksjon ble nådd ved ca. 40 g askefri tørrvekt m⁻² år⁻¹¹¹ og sediment og fauna hadde en maksimal kapasitet til å omsette sedimentert organisk materiale på ca. 500 g C m⁻² år⁻¹. Produksjonen av evertebratbunndyr under havbruksanlegget var på ca. 18 g C m⁻² yr⁻¹ som er ca. 50 ganger større enn produksjonen i området som var 550 til 3300 m vekk fra anlegget som var ca. 1 g askefri tørrvekt m⁻² år⁻¹ (ca. 0,5 g C m⁻² år⁻¹)(Kutti et al., 2008). Produksjonen av store evertebratbunndyr i området langt vekk fra lakseoppdrettsanlegget i Uggedalsfjorden var mye lavere enn for fjordområder uten lakseoppdrett i Nord-Norge (Ullsfjord, Sørfjord, Porsangerfjord) der bunndyrproduksjon er blitt målt til ca. 3,5 g C m⁻² år⁻¹ (Tabell 1) (Nilsen et al., 2006, Fuhrmann et al., 2015).

De relativt lave tallene på produksjon av evertebratbenthos i forhold til sedimenteringsrate fra forsøket i Uggedalsfjorden tyder derfor på at andre grupper enn evertebratmakrofauna omsetter sedimentert materiale og at bakteriell omsetning og bentisk meiofauna kan ha vært store konsumenter av sediment. Dette kan tyde på at relativt lite av energien i det materialet som sedimenterte ut kan forventes å ende opp produksjon av makrovertebrater og til høstbare organismer høyere oppe i næringsnett. Det er ikke tilsvarende tall for omsetning av sedimentert materiale fra lignende forhold som i Balsfjord med lav temperatur, men ratene kan forventes å være lavere her enn i Uggedalsfjorden.

¹¹ca. 18 g C m⁻² år⁻¹ forutsatt en faktor for ratio karbon/askefri tørrvekt = 0.443, <http://www.thomas-brey.de/science/virtualhandbook/spreadsheets/index.html>

Påvirkning på marine villfiskressurser (se også Effekter på villfisk)

Blir økt bunndyrproduksjon fra «fotavtrykket» inkorporert videre i næringsnettet?

I Uggedalsfjorden var det flere av fiskeartene og dypvannsreke, f. eks. smørflyndre, som var tilstede som spiste infauna. Analyse av fettsyresammensetning og stabil isotoper fra muskel hos dypvannsreke viste at de inkorporerte infauna fra «fotavtrykket» (Kutti et al., 2008).

Tiltrekking og beiting ved anlegg fra villfisk og andre organismer

En rekke undersøkelser viser at villfisk blir tiltrukket til lakseoppdrettsanlegg der de beiter på forspill og på levende organismer ved anlegg.

Lyssetting i merdene er nå vanlig for å utsette kjønnsmodning hos laks (Karlsen et al., 2006). Det er ikke godt kjent hvilken effekt slik lyssetting kan ha på tiltrekking av dyreplankton, krill og fisk, men et forsøk i Canada viste sterke effekter av lystiltrekking på en rekke organismer, inkludert stillehavssild (*Clupea pallasii*) (McConnell et al., 2010). Lys kan også være effektivt for å tiltrekke Atlanterhavssild (Beltestad and Misund, 1988, Stickney, 1969, Dragesund, 1958), og ble tidligere brukt for å tiltrekke sild til fiskebåtene som fanget sild med snurpenot. Det er ukjent i hvilken grad tiltrekking av organismer til undervannslys til lakseoppdretts anlegg vil skape en kunstig «beitearena» der pelagisk fisk som sild og eventuelt lodde beiter dyreplankton og krill og større fisk som torsk og sei beiter pelagisk fisk.

Det er også ukjent om konstant belysning vil påvirke gyteperioden til villfisk som oppholder seg ved anlegget. Gyteperioden hos mange marine fisk som f. eks. torsk styres av den naturlige endringen i daglengde og kan lett manipuleres ved å forandre daglengden i fangenskap (van der Meeren and Ivannikov, 2006).

Økosystempåvirkning

Enkelte effekter på økosystemet er relativt enkle å vurdere. For eksempel kan spredning av kitinghemmere ut i vannet som medfører økt dødelighet på andre krepsdyr kunne ha store konsekvenser for økosystemet da krepsdyr utgjør et mellomledd mellom primærproduksjonen og mange høyere trofiske grupper.

Når det gjelder effektene av sedimentert materiale og utslipp av løst organisk materiale fra et lakseoppdrett er det liten kunnskap om hvilke effekter det kan ha på økosystemet. Det er usikkert hvor store effekter et eventuelt utslipp av sedimenterende materiale vil ha i Svartnesbassenget og hvordan det vil påvirke oksygenverdiene.

At villfisk tiltrekkes og spiser oppdrettsfôr er godt dokumentert (Uglem et al. 2014). Det er lite kunnskap om effekter på torsk som skal gyte og i hvilken grad sedimentert materiale gir opphav til særlig økt produksjon på høyere trofisk nivå eller om det meste blir bakterielt nedbrutt.

Aktuelle kunnskapstema i et oppfølgingsprosjekt

Aktuelle tema som vil være interessant for (UIT) å undersøke i et videre forskningsprosjekt kan være:

- i) effekter av nedsenket lys i oppdrettsanlegg på økosystemkomponenter.
- ii) hva er de viktigste gruppene for nedbryting av organisk sedimentert materiale ved lave temperaturer.

iii) hva er de viktigste grupper som opptar utslipp av løste næringssalter fra havbruk og påvirker havbruk planktonsamfunnet (inkludert mikrobielt næringsnett).

3.2.8 Referanser

- Aanesen, R. T., Eilertsen, H. C., Stabell, O. B. 1998. Light-induced toxic properties of the marine alga *Phaeocystis pouchetii* towards cod larvae. *Aquatic Toxicology*, 40: 109-121.
- Antonsen, M. 2014. Annual population dynamics of the small harpacticoid copepod *Microsetella norvegica* in a high latitude fjord (Balsfjord, Northern Norway). In Department of Arctic and Marine Biology. UIT The Arctic University of Norway, Tromsø.
- Bax, N. J., Eliassen, J. E. 1990. Multispecies analysis in Balsfjord, northern Norway: solution and sensitivity analysis of a simple ecosystem model. *Journal du Conseil international pour l'Exploration de la Mer*, 47: 175-204.
- Bech, P.-A. 1982. Planteplankton og primærproduksjon i Ramfjorden og Tromsøysundet. In Institute of Biology and Geology, p. 127. University of Tromsø, Tromsø.
- Beltestad, A. K., Misund, O. A. 1988. Behaviour of Norwegian spring spawning herring in relation to underwater light.
- Berg, E., Albert, O. T. 2003. Cod in fjords and coastal waters of North Norway: distribution and variation in length and maturity at age. *ICES Journal of Marine Science*, 60: 787-797.
- Berg, E., Pedersen, T. 2001. Variability in recruitment, growth and sexual maturity of coastal cod (*Gadus morhua* L.) in a fjord system in northern Norway. *Fisheries Research*, 52: 179-189.
- Black, E., Gowen, R., Rosenthal, H., Roth, E., Stechy, D., Taylor, F. 1997. The costs of eutrophication from salmon farming: implications for policy—a comment. *Journal of Environmental Management*, 50: 105-109.
- Broch, O. J., Ellingsen, I. H., Forbord, S., Wang, X., Volent, Z., Alver, M. O., Handa, A., et al. 2013. Modelling the cultivation and bioremediation potential of the kelp *Saccharina latissima* in close proximity to an exposed salmon farm in Norway. *Aquaculture Environment Interactions*, 4: 187-206.
- Christiansen, J. S., Praebel, K., Siikavuopio, S. I., Carscadden, J. E. 2008. Facultative semelparity in capelin *Mallotus villosus* (Osmeridae) - an experimental test of a life history phenomenon in a sub-arctic fish. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 360: 47-55.
- Davenport, J., Stene, A. 1986. Freezing resistance, temperature and salinity tolerance in eggs, larvae and adults of capelin, *Mallotus villosus*, from Balsfjord. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 66: 145-157.
- Dragesund, O. 1958. Reactions of fish to artificial light, with special reference to large herring and spring herring in Norway. *Journal du Conseil*, 23: 213-227.
- Eilertsen, H. C., Falk-Petersen, S., Hopkins, C. C. E., Tande, K. 1981a. Ecological investigations on the plankton community of Balsfjorden, Northern Norway. Program for the study area, topography, and physical environment. *Sarsia*, 66: 25-34.
- Eilertsen, H. C., Schei, B., Taasen, J. P. 1981b. Investigations on the plankton community of Balsfjorden, northern Norway - the phytoplankton 1976-1978 - abundance, species composition, and succession. *Sarsia*, 66: 129-141.
- Eilertsen, H. C., Schei, B., Taasen, J. P. 1981c. Investigations on the plankton community of Balsfjorden, Northern Norway. The phytoplankton 1976-1978. Abundance, species composition, and succession. *Sarsia*, 66: 129-141.

- Eilertsen, H. C., Taasen, J. P. 1984. Investigations on the plankton community of Balsfjorden, northern Norway. The phytoplankton 1976-1978. Environmental factors, dynamics of growth, and primary production. *Sarsia*, 69: 1-15.
- Eliassen, J. E., Grotnes, P. 1985. Feeding habits of cod (*Gadus morhua*) in Balsfjorden, northern Norway in relation to the distribution and availability of potential food species. ICES.CM., 1985/G: 58.
- Eliassen, J. E., Vahl, O. 1982a. Seasonal variations in biochemical composition and energy content of liver, gonad and muscle of mature and immature cod, *Gadus morhua* (L.) from Balsfjorden, northern Norway. *Journal of Fish Biology*, 20: 707-716.
- Eliassen, J. E., Vahl, O. 1982b. Seasonal variations in the gonad size and the protein and water content of cod, *Gadus morhua* (L.), muscle from Northern Norway. *Journal of Fish Biology*, 20: 527-533.
- Falk-Petersen, I. B. 1982. Ecological investigations on the zooplankton community of Balsfjorden, northern Norway: Planktonic eggs and larvae from March 1978 to February 1980. *Sarsia*, 67: 69-78.
- Falkenhaus, T. 1991. Prey composition and feeding rate of *Sagitta elegans* var *arctica* (Chaetognatha) in the Barents Sea in early summer. *Polar Research*, 10: 487-506.
- Fevolden, S., Westgaard, J. I., Pedersen, T. 2015. Extreme male-skewed sex ratios on spawning grounds for Atlantic cod *Gadus morhua* with typical coastal cod signatures of the *Pan I* (pantophysin) locus. *Sexuality and Early Development in Aquatic Organisms*, 1: 133-142.
- Fevolden, S. E., Westgaard, J. I., Pedersen, T., Praebel, K. 2012. Settling-depth vs. genotype and size vs. genotype correlations at the *Pan I* locus in 0-group Atlantic cod *Gadus morhua*. *Marine Ecology Progress Series*, 468: 267-278.
- Finne, K., Gade, H. G. 1990. A hydrographical description and qualitative analysis of physical processes in the Balsfjord based on data collected during the years 1980-1988.
- Folke, C., Kautsky, N., Troell, M. 1994. The costs of eutrophication from salmon farming: implications for policy. *Journal of environmental management*, 40: 173-182.
- Folke, C., Kautsky, N., Troell, M. 1997. Salmon Farming in Context: Response to Blacket al. *Journal of Environmental Management*, 50: 95-103.
- Fuhrmann, M. M., Pedersen, T., Nilssen, E. M. 2015. Macrobenthic biomass and production in a heterogenic subarctic fjord after invasion by the red king crab. *Journal of Sea Research*, 106: 1-13.
- Hansen, E., Ernsten, A., Eilertsen, H. C. 2004. Isolation and characterisation of a cytotoxic polyunsaturated aldehyde from the marine phytoplankter *Phaeocystis pouchetii* (Hariot) Lagerheim. *Toxicology*, 199: 207-217.
- Heggberget, T. M. 1995. Food resources and feeding ecology of marine feeding otters (*Lutra lutra*). In *Ecology of Fjords and Coastal Waters*, pp. 609-618. Ed. by H. R. Skjoldal, C. Hopkins, K. E. Erikstad, and H. P. Leinaas. Elsevier, Amsterdam.
- Heggland, K. N. 2013. Relation between habitat characteristics and abundance, diet and condition of 0-group cod in two northern Norwegian fjords. In *Department of Arctic and Marine Bioogy*. University of Tromsø, Tromsø.
- Hegseth, E. N. 1995. Phytoplankton in fjords and coastal waters of northern Norway: environmental conditions and dynamics of the spring bloom. In *Ecology of fjords and coastal waters: proceedings of the Mare Nor Symposium on the Ecology of Fjords and Coastal Waters*, Tromsø, Norway, 5-9 December, 1994, p. 45. Ed. by H. Skjoldal, C. Hopkins, K. Erikstad, and H. Leinaas. Elsevier Science Ltd.

- Hopkins, C. C. E., Falk-Petersen, S., Tande, K., Eilertsen, H. C. 1978. A preliminary study of zooplankton scattering layers in Balsfjorden: structure, energetics, and migrations. *Sarsia*, 63: 255-264.
- Hopkins, C. C. E., Grotnes, P. E., Eliassen, J. E. 1989. Organization of a fjord community at 70° North: The pelagic food web in Balsfjord, northern Norway. *Rapports et Proces-Verbaux des Reunions, Conseil International, pour l'Exploration scientifique de la Mer*, 188: 146-153.
- Hopkins, C. C. E., Nilssen, E. M. 1990. Population biology of the deep-water prawn (*Pandalus borealis*) in Balsfjord, northern Norway: I. Abundance, mortality, and growth, 1979-1983. *Journal du Conseil international pour l'Exploration de la Mer*, 47: 148-166.
- Hopkins, C. C. E., Nyholmen, O. 1993. Age, sex and seasonally related growth in body weight and composition in Balsfjord capelin (*Mallotus villosus*). *ICES CM*, 1993/H:14.
- Hopkins, C. C. E., Sargent, J. R., Nilssen, E. M. 1993. Total lipid content, and lipid and fatty acid composition of the deep-water prawn *Pandalus borealis* from Balsfjord, northern Norway: growth and feeding relationships. *Marine Ecology Progress Series*, 96: 217-228.
- Jobling, M. 1982. Food and growth relationships of the cod *Gadus morhua* L., with special reference to Balsfjorden, north Norway. *Journal of Fish Biology*, 21: 357-371.
- Jørgensen, N. M., Bekkby, T. 2013. Historical and present distribution of *Zostera marina* in the high north (Troms County, northern Norway)—a decline over the last century. *Botanica Marina*, 56: 425-430.
- Jørstad, K. E., King, D. P. F., Nævdal, G. 1991. Population structure of Atlantic herring (*Clupea harengus*) L. *Journal of Fish Biology*, 39: 43-52.
- Jørstad, K. E., Pedersen, S. A. 1986. Discrimination of herring populations in a northern Norwegian fjord: Genetic and biological aspects. *ICES CM*, H:63: 1-30.
- Kaartvedt, S., Johnsen, T., Aksnes, D., Lie, U., Svendsen, H. 1991. Occurrence of the toxic phytoflagellate *Prymnesium parvum* and associated fish mortality in a Norwegian fjord system. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 48: 2316-2323.
- Karlsen, Ø., Hemre, G.-I., Tveit, K., Rosenlund, G. 2006. Effect of varying levels of macro-nutrients and continuous light on growth, energy deposits and maturation in farmed Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *Aquaculture*, 255: 242-254.
- Kennedy, C. R. 1979. The distribution and biology of the cestode *Eubotrium parvum* in capelin, *Mallotus villosus*, (Pallas) in the Barents Sea, and its use as a biological tag. *Journal of Fish Biology*, 15: 223-236.
- Kiær, H. 1904. Om Tromsø Sundets fiske. *Tromsø Museums Årshefter*, 27: 127-169.
- Kiær, H. 1905. Om dyrelivet i Balsfjorden og denne fjords udløb til havet. *Tromsø Museums Årshefter*, 28: 13-50.
- Kjesbu, O. S., Solemdal, P., Bratland, P., Fonn, M. 1996. Variation in annual egg production in individual captive Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 53: 610-620.
- Kjørsvik, E., Lurås, I. J., Hopkins, C. C. E., Nilssen, E. M. 1990. On the intertidal spawning of Balsfjord herring (*Clupea harengus* L.). *ICES.CM.*, 1990/H: 30.
- Klemetsen, A. 1982a. Food and Feeding-Habits of Cod from the Balsfjord, Northern Norway during a One-Year Period. *Journal du Conseil*, 40: 101-111.
- Klemetsen, A. 1982b. Food and feeding habits of cod from the Balsfjord, northern Norway during a one-year period. *Journal du Conseil international pour l'Exploration de la Mer*, 40: 101-111.
- Klemetsen, A. 1993. The food of the long-rough dab (*Hippoglossoides platessoides limandoides* Bloch) in Balsfjorden, north Norway. *Sarsia*, 78: 17-24.

- Kutti, T., Ervik, A., Hoisaeter, T. 2008. Effects of organic effluents from a salmon farm on a fjord system. III. Linking deposition rates of organic matter and benthic productivity. *Aquaculture*, 282: 47-53.
- Laakkonen, H. M., Lajus, D. L., Strelkov, P., Vainola, R. 2013. Phylogeography of amphi-boreal fish: tracing the history of the Pacific herring *Clupea pallasii* in North-East European seas. *Bmc Evolutionary Biology*, 13.
- Laakkonen, H. M., Strelkov, P., Lajus, D. L., Väinölä, R. 2014. Introgressive hybridization between the Atlantic and Pacific herrings (*Clupea harengus* and *C. pallasii*) in the north of Europe. *Marine Biology*: 1-16.
- Larsen, L. H., Pedersen, T. 2002. Migration, growth and mortality of released reared and wild cod (*Gadus morhua* L.) in Malangen, Northern Norway. *Sarsia*, 87: 97-109.
- Lurås, I. J. 1994. Gytebiologi hos Balsfjordssild og betydning av gytebiotopens sammensetning for eggenes fordeling og tetthet. The Norwegian College of Fishery Science, University of Tromsø.
- Lutter, S., Taasen, J. P., Hopkins, C. C. E., Smetacek, V. 1989. Phytoplankton dynamics and sedimentation processes during spring and summer in Balsfjord, Northern Norway. *Polar Biology*, 10: 113-124.
- Løken, S., Pedersen, T., Berg, E. 1994. Vertebrae numbers as an indicator for the recruitment mechanism of coastal cod of northern Norway. *ICES Marine Science Symposia*, 198: 510-519.
- Mankettikara, R. 2013. Hydrophysical characteristics of the northern Norwegian coast and fjords.
- McConnell, A., Routledge, R., Connors, B. 2010. Effect of artificial light on marine invertebrate and fish abundance in an area of salmon farming. *Marine Ecology Progress Series*, 419: 147-156.
- Michaelsen, C. 2012. Habitat choice of juvenile coastal cod: the role of macroalgae habitats for juvenile coastal cod (*Gadus morhua* L.) in Porsangerfjorden and Ullsfjorden in Northern Norway. *In* Department of Arctic and Marine Biology. University of Tromsø, Norway, Tromsø.
- Mikkelsen, N., Pedersen, T., Falk-Petersen, I.-B. 2015. Spawning dynamics of the Balsfjord herring. *In* Poster to the Workshop on Ecology of Northern Fjords. Ed. by N. UIT The Arctic University of Tromsø. Tromsø, Norway.
- Nejstgaard, J. C., Tang, K. W., Steinke, M., Dutz, J., Koski, M., Antajan, E., Long, J. D. 2007. Zooplankton grazing on Phaeocystis: a quantitative review and future challenges. *In* Phaeocystis, major link in the biogeochemical cycling of climate-relevant elements, pp. 147-172. Springer.
- Nervold, G. G. 2008. Makroalgesamfunn i littoralsonen på fem lokaliteter i Troms-enderinger langs en enksponeringsgradient og endringer de siste 25 år.
- Nilssen, M., Pedersen, T., Nilssen, E. M. 2006. Macrobenthic biomass, productivity (P/B) and production in a high-latitude ecosystem, North Norway. *Marine Ecology-Progress Series*, 321: 67-77.
- Nilssen, E. M., Larsen, R. B., Hopkins, C. C. E. 1986. Catch and size-selection of *Pandalus borealis* in a bottom trawl and implications for population dynamics analyses. xxx.
- Norrbin, F. 1994. Seasonal patterns in gonad maturation, sex ratio and size in some small, high-latitude copepods: implications for overwintering tactics. *Journal of plankton research*, 16: 115-131.
- Norrbin, M. F., Olsen, A., Tande, K. S. 1990. Seasonal variation in lipid class and fatty acid composition of two small copepods in Balsfjorden, Northern Norway. *Marine Biology*, 105: 205-211.

- Nyholmen, O., Hopkins, C. C. E. 1988. Some observations on the population biology of capelin (*Mallotus villosus*) from Balsfjord, Northern Norway. *Journal du Conseil international pour l'Exploration de la Mer*, 44: 264-276.
- Olsen, J. L., Coyer, J. A., Stam, W. T., Moy, F. E., Christie, H., Jørgensen, N. M. 2013. Eelgrass *Zostera marina* populations in northern Norwegian fjords are genetically isolated and diverse. *Marine Ecology Progress Series*, 486: 121-132.
- Oug, E. 2000. Soft-bottom macrofauna in the high-latitude ecosystem of Balsfjord, northern Norway: Species composition, community structure and temporal variability. *Sarsia*, 85: 1-13.
- Oug, E. 2001. Polychaetes in intertidal rocky and sedimentary habitats in the region of Troms, northern Norway. *Sarsia*, 86: 75-83.
- Oug, E., Cochrane, S. K. J., Sundet, J. H., Norling, K., Nilsson, H. C. 2011. Effects of the invasive red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) on soft-bottom fauna in Varangerfjorden, northern Norway. *Marine Biodiversity*, 41: 467-479.
- Pasternak, A., Arashkevich, E., Riser, C. W., Ratkova, T., Wassmann, P. 2000. Seasonal variation in zooplankton and suspended faecal pellets in the subarctic Norwegian Balsfjorden, in 1996. *Sarsia*, 85: 439-452.
- Pearcy, W. G., Hopkins, C. C. E., Gronvik, S., Evans, R. A. 1979a. Feeding habits of cod, capelin, and herring in Balsfjorden, Northern Norway, July - August 1978: The importance of euphausiids. *Sarsia*, 64: 269-277.
- Pearcy, W. G., Hopkins, C. C. E., Gronvik, S., Evans, R. A. 1979b. Feeding-Habits of Cod, Capelin, and Herring in Balsfjorden, Northern Norway, July-August 1978 - Importance of Euphausiids. *Sarsia*, 64: 269-277.
- Pedersen, T., Ramsvatn, S., Nilssen, E. M., Nilsen, M., Morissette, L., Ivarjord, T., Systad, G. H., et al. accepted in press. Species diversity affects ecosystem structure and mass flows in fjords. *Regional Studies in Marine Science*.
- Reigstad, M., Wassmann, P., Ratkova, T., Arashekevich, E., Pasternak, A., Øygarden, S. 2000. Comparison of the springtime vertical export of biogenic matter in three Norwegian fjords. *Marine Ecology Progress Series*, 201: 73-89.
- Rikardsen, A. H., Amundsen, P. A., Knudsen, R., Sandring, S. 2006. Seasonal marine feeding and body condition of sea trout (*Salmo trutta*) at its northern distribution. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, 63: 466-475.
- Riser, C. W., Reigstad, M., Wassmann, P. 2010. Zooplankton-mediated carbon export: A seasonal study in a northern Norwegian fjord. *Marine Biology Research*, 6: 461-471.
- Sargent, J. R., Falk-Petersen, S. 1981. Ecological investigations on the zooplankton community in Balsfjorden, Northern Norway: Lipids and fatty acids in *Meganytiphanes norvegica*, *Thysanoessa raschi* and *T. inermis* during mid-winter. *Marine Biology*, 62: 131-137.
- Soot-Ryen, T. 1934. Hydrographical investigations in the Tromsø district 1930. *Tromsø Museums Årshefter*, 52: 1-78.
- Stickney, A. P. 1969. Factors influencing the attraction of Atlantic herring, *Clupea harengus harengus*, to artificial lights. *Fish. Bull.*, 68: 73-85.
- Strann, K., Riser, W., Bakken, V. 2011. Balsfjord våtmarksystem [Balsfjord wetland system]. Arctic Research and Consulting, Livonia Print, Riga.
- Sælen, O. H. 1950. The hydrography of some fjords in northern Norway. *Tromsø Museums Årshefter*, 70: 1-102.

- Tande, K. S. 1983. Ecological investigations of the zooplankton community of Balsfjorden, northern Norway: population structure and breeding biology of the chaetognath *Sagitta elegans* Verrill. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 68: 13-24.
- Tande, K. S., Grønvik, S. 1983. Ecological investigations on the zooplankton community of Balsfjorden, northern Norway: sex ratio and gonad maturation cycle in the copepod *Metridia longa* (Lubbock). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 71: 43-54.
- Thingstad, T. F., Hagström, Å., Rassoulzadegan, F. 1997. Accumulation of degradable DOC in surface waters: Is it caused by a malfunctioning microbial loop? *Limnology and Oceanography*, 42: 398-404.
- Thingstad, T. F., Havskum, H., Zweifel, U. L., Berdalet, E., Sala, M. M., Peters, F., Alcaraz, M., et al. 2007. Ability of a "minimum" microbial food web model to reproduce response patterns observed in mesocosms manipulated with N and P, glucose, and Si. *Journal of Marine Systems*, 64: 15-34.
- Tjelmeland, S., Lindstrøm, U. 2005. An ecosystem element added to the assessment of Norwegian spring-spawning herring: implementing predation by minke whales. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, 62: 285-294.
- Uglem, I., Bjørn, P. A., Dale, T., Kerwath, S., Okland, F., Nilsen, R., Aas, K., et al. 2008. Movements and spatiotemporal distribution of escaped farmed and local wild Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *Aquaculture Research*, 39: 158-170.
- Uglem, I., Bjørn, P. A., Mitamura, H., Nilsen, R. 2010. Spatiotemporal distribution of coastal and oceanic Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) sub-groups after escape from a farm. *Aquacult Environ Interact*, 1: 11-20.
- Uglem, I., Karlsen, Ø., Sanchez-Jerez, P., Sæther, B.-S. (2014). Review Impacts of wild fishes attracted to open-cage salmonid farms in Norway. *Aquaculture Environment Interactions* 6:91-103.
- Vahl, O. 1980. Seasonal variations in seston and in the growth rate of the iceland scallop, *Chlamys islandica* (O.F. Müller) from Balsfjord, 70°N. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 48: 195-204.
- Vahl, O. 1982. Long-term variations in recruitment of the iceland scallop, *Chlamys islandica* from Northern Norway. *Netherlands Journal of Sea Research*, 16: 80-87.
- Vahl, O., Freeland, H. J. 1980. Volume of water pumped and particulate matter deposited by the Iceland scallop (*Chlamys islandica*) in Balsfjord, northern Norway. *In Fjord Oceanography*, pp. 639-644. Ed. by H. Freeland, D. Farmer, and C. Levigs. Plenum Press, New York.
- van der Meeren, T., Ivannikov, V. P. 2006. Seasonal shift in spawning of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) by photoperiod manipulation: egg quality in relation to temperature and intensive larval rearing. *Aquaculture Research*, 37: 898-913.
- Wang, X., Broch, O. J., Forbord, S., Handå, A., Skjermo, J., Reitan, K. I., Vadstein, O., et al. 2014. Assimilation of inorganic nutrients from salmon (*Salmo salar*) farming by the macroalgae (*Saccharina latissima*) in an exposed coastal environment: implications for integrated multi-trophic aquaculture. *Journal of Applied Phycology*, 26: 1869-1878.
- Wang, X. X., Andresen, K., Handa, A., Jensen, B., Reitan, K. I., Olsen, Y. 2013. Chemical composition and release rate of waste discharge from an Atlantic salmon farm with an evaluation of IMTA feasibility. *Aquaculture Environment Interactions*, 4: 147-162.
- Wang, X. X., Olsen, L. M., Reitan, K. I., Olsen, Y. 2012. Discharge of nutrient wastes from salmon farms: environmental effects, and potential for integrated multi-trophic aquaculture. *Aquaculture Environment Interactions*, 2: 267-283.

- Wiborg, K. F. 1948a. Investigations on cod larvae in the coastal waters of Northern Norway. Fiskeridirektoratets Skrifter Serie Havundersøkelser, 9: 1-27.
- Wiborg, K. F. 1948b. Some observations on the food of cod (*Gadus callarias*) of the 0-II-group from deep water and the littoral zone in Northern Norway and from deep water at Spitzbergen. Fiskeridirektoratets Skrifter Serie Havundersøkelser, 9: 1-25.
- Wiborg, K. F. 1949. The food of cod (*Gadus callarias* L.) of the 0-II group from deep water in some fjords of Northern Norway. Fiskeridirektoratets Skrifter Serie Havundersøkelser, 9: 1-19.
- Wiborg, K. F. 1962. Haneskjellet, *Chlamys islandica* (OF Müller) og dets utbredelse i noen nordnorske fjorder.
- Wiborg, K. F., Bøhle, B. 1968. Forekomster av matnyttige skjell (muslinger i norske farvann). (Med et tillegg om sjøsnegler). Fiskets Gang, 1968: 149-161.
- Wiesener, H. 2015. Studie av bunnforhold og forekomst og tetthet av utvalgte fisk og pigghuder. In Department of Arctic and Marine Biology, Faculty of Biosciences, Fishery and Economy. UIT The Arctic University of Tromsø, Tromsø, Norway.

3.3 Status for sjøvandrende laksefisk i Balsfjorden (NINA)

I vassdragene som drenerer til Balsfjorden er det bestander av alle de tre artene av sjøvandrende laksefisk; laks, sjøaure og sjørøye. Sjøvandrende laksefisk kjennetegnes av regelmessige vandringer mellom ferskvann og saltvann, noe som gjør disse laksefiskene spesielt sårbare siden de er avhengige av funksjonaliteten til to ulike livsmiljøer. I nasjonal sammenheng har sjørøyebestandene i Nord-Norge spesielt stor verdi, siden sjørøye er en økologisk form av røye som bare finnes i de nordlige delene av landet (sørgrense nord i Nord-Trøndelag).

Balsfjorden ligger innerst i et omfattende fjordsystem som har sidegreinene Malangen i vest og Ullsfjorden i nordøst. Dette notatet omfatter bare selve Balsfjorden som i denne sammenheng er definert sør for spissen av Balsneset (Balsnesodden). I dette fjordområdet er det kjente bestander av sjøvandrende laksefisk i følgende vassdrag (alfabetisk rekkefølge):

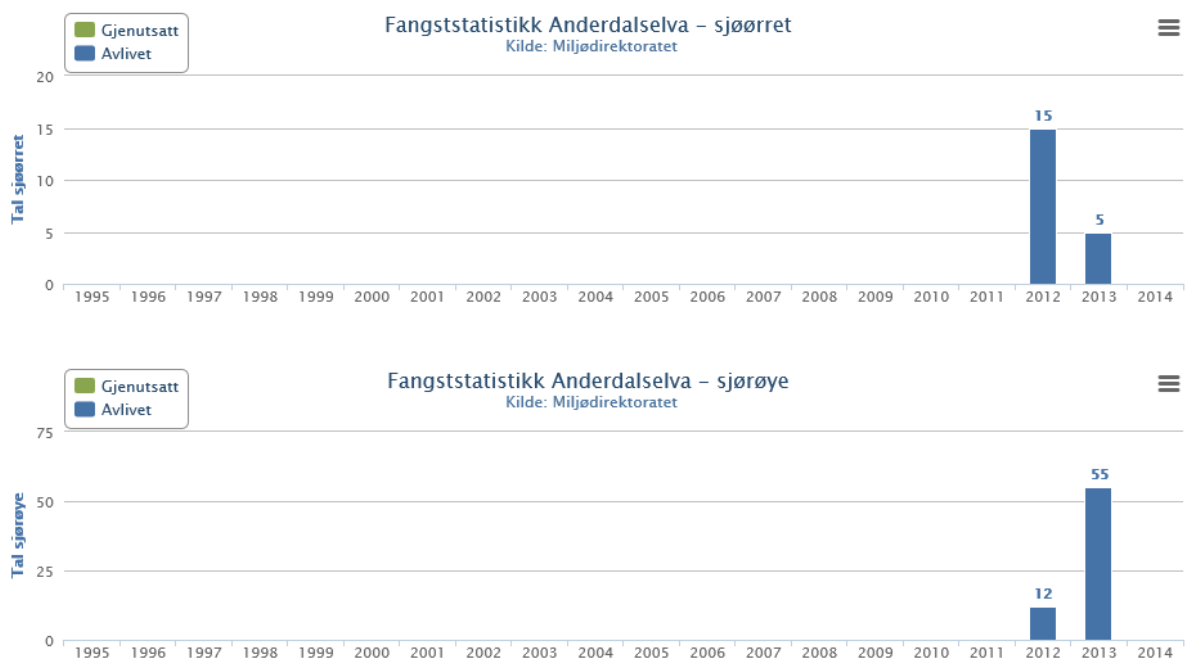
- Andersdalselva
- Laksvatnvassdraget
- Lavangselva
- Nordkjoselva
- Sagelva
- Sørbotnelva
- Tømmerelvvassdraget

I det følgende vil det være en nærmere omtale av hvert enkelt vassdrag med fokus på bestandene av sjøvandrende laksefisk. I mangel av personlig kjennskap til vassdrag og fiskebestander er det benyttet offentlig tilgjengelig informasjon fra blant annet nettsidene til Miljødirektoratet (www.miljodir.no). Sentralt i denne forbindelsen er de nettbaserte informasjonskanalene **Villaksportalen** og **Lakseregisteret**, som er etablert, driftet og administrert av Miljødirektoratet. På grunn av vassdragenes størrelse har det i begrenset grad vært tilgjengelig informasjon om fiskebestandene i rapporter fra fiskebiologiske undersøkelser.

Andersdalselva

Andersdalselva drenerer til en liten bukt på østsida av Balsfjorden, og er lokalisert om lag 15 kilometer sør for Tromsø by. Kildeområdet til Andersdalselva er i det relativt høytliggende fjellområdet ved Sultindan og Snømannen, som sammen med den breddekte Stortinden medfører en viss grad av smeltevannspåvirkning. Samlet lengde på elvestrengen er mellom 15 og 20 kilometer. Det er usikkert hvor langt oppover vassdraget sjøvandrende laksefisk kan vandre, siden det ikke er noen opplagte vandringshindre i form av loddrette fossefall i den nedre delen av vassdraget. Den generelle oppfatningen synes likevel å være at det bare er sjøvandrende laksefisk i den nederste delen av Andersdalselva. Imidlertid synes de første strie elvepartiene å være i området ved Rundvatnet, som er 8-9 kilometer oppstrøms vassdragets utløpsområde.

Ifølge offisielle databaser er det ingen laksebestand i Andersdalselva, mens bestandsstatus er usikker både for sjøaure og sjørøye. Ut fra offisiell statistikk for elvefangst er det bare i de senere år at det er registrert fangst av sjøaure og sjørøye i Andersdalselva. I 2012-2013 er det registrert fangst av 5-15 sjøaurer og 12-55 sjørøyer (Figur 19). Det er nærliggende å anta at det også tidligere har forekommet og blitt fanget sjøaure og sjørøye i vassdraget, men at det er først i senere år at elvefangst har blitt rapportert til offentlige myndigheter.



Figur 19 Offisiell fangst av sjøaure (øvre del) og sjørøye (nedre del) i Anderdalselva i perioden 1995-2014.

Konklusjon: Anderdalselva synes ikke å ha noen egen laksebestand, noe som kan blant annet kan skyldes lav vannføring og kaldt vann på grunn av brevannspåvirkning. Vassdraget har etter all sannsynlighet stedeegne bestander av sjøaure og sjørøye, men nåværende og tidligere bestandsstatus og total utbredelse av disse artene er ukjent. Sjørøyebestanden utgjør den største fiskebiologiske verdien i vassdraget, spesielt siden det trolig er snakk om en elvegytende røyebestand. Ut fra et sjeldenhetskriterium har elvegytende røyebestander som i Anderdalselva en spesielt stor regional og nasjonal verdi.

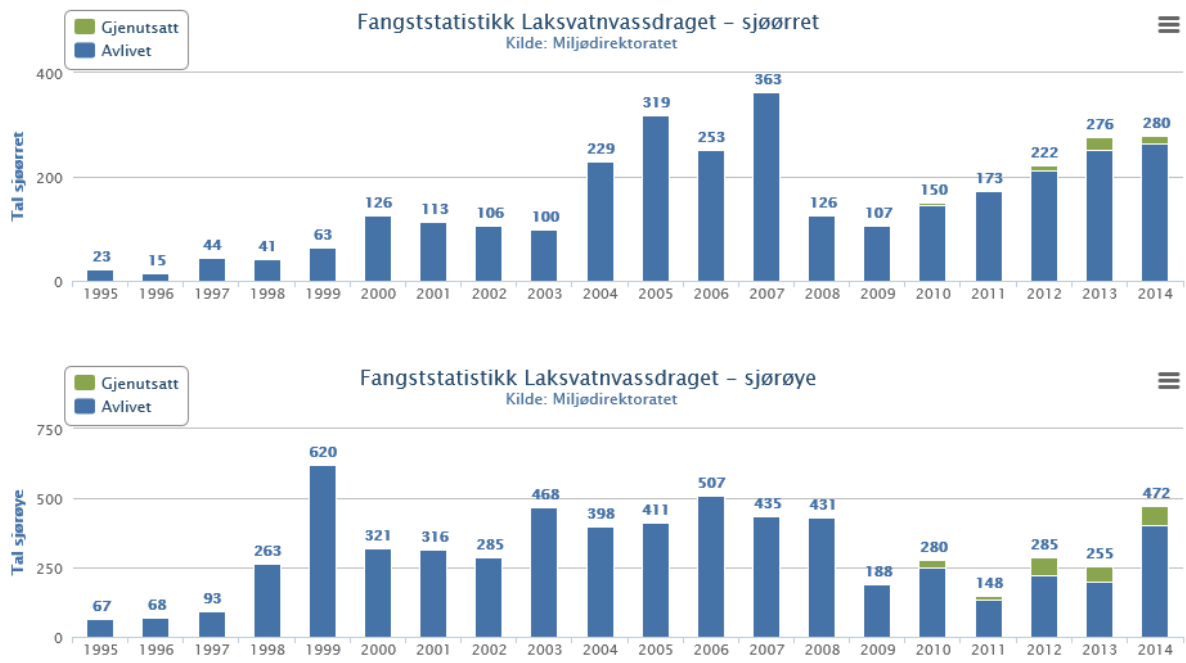
Laksvatnvassdraget

Laksvatnvassdraget er et mindre vassdrag med utløp i sjøen på østsida av Balsfjorden om lag 20 km nordvest for Nordkjosbotn. Vassdraget består av det om lag 2 km lange Laksvatnet og en noen hundre meter lang utløpselv. Det er en liten forekomst av laks i vassdraget men ikke vurdert å ha en stedege laksebestand. Tilstanden for både sjøaure og sjørøye er vurdert å være svært god (www.miljodir.no). Årlig laksefangst i perioden 1995-2014 har de fleste år vært under ti lakser med største fangst på 23 lakser i 2013 (Figur 20).



Figur 20 Offisiell fangst av laks i Laksvatnvassdraget i perioden 1995-2014.

Fangstene av sjøaure og sjørøye har vært betydelig større i Laksvatnvassdraget. I perioden 1995-2014 har det årlig blitt fanget fra 15 til 363 sjøaurer i vassdraget, med de største fangstene årene 2004-2007 og 2012-2014 (Figur 21). Fangstene av sjørøye har i samme periode vært enda høyere, med årlige fangster fra 67 til 620 individer. Det høyeste nivået på sjørøyefangstene var i perioden 1999-2008, da årlige fangster i Laksvatnvassdraget jevnt over lå på mellom 300 og 500 sjørøyer (Figur 21).



Figur 21 Offisiell fangst av sjøaure (øvre del) og sjørøye (nedre del) i Laksvatnvassdraget i perioden 1995-2014.

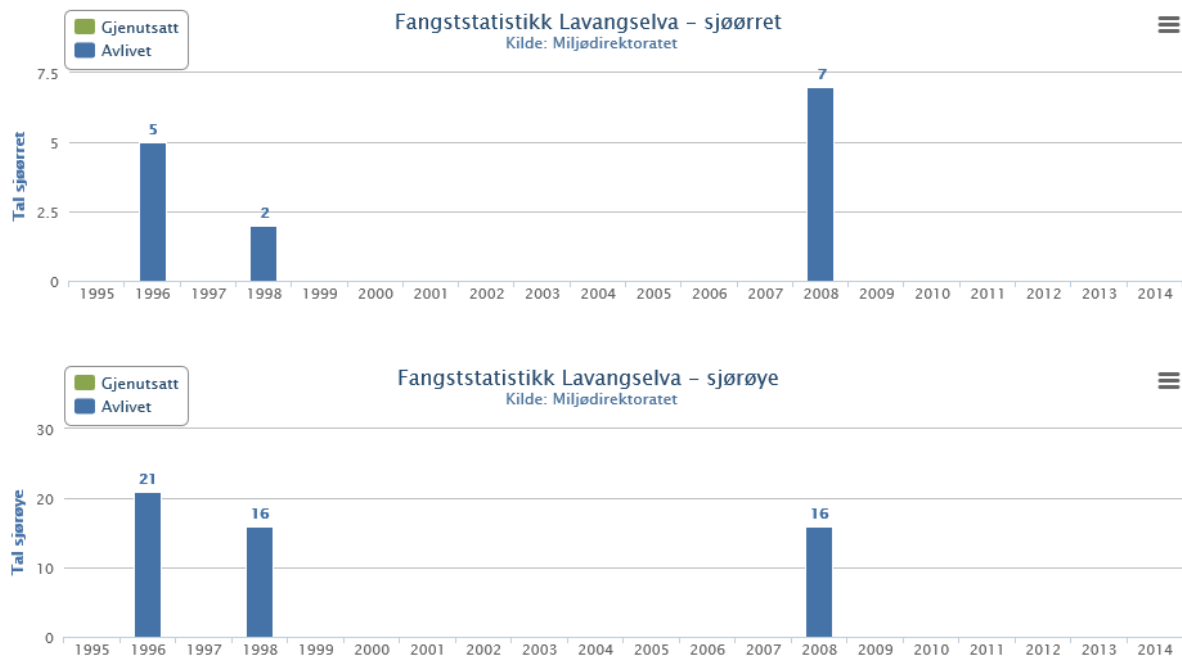
Konklusjon: Laksvatnvassdraget synes ikke å lenger å ha noen livskraftig laksebestand, men navnet tilsier at det tidligere har vært en stedegen laksebestand i vassdraget. De stedegne bestandene av sjøaure og sjørøye er fremdeles relativt store og livskraftige. De største fiskebiologiske verdiene i vassdraget ligger derfor i bestandene av sjøaure og sjørøye, hvorav sjørøyebestanden ut fra et sjeldenhetskriterium har en spesielt stor regional og nasjonal verdi.

Lavangselva

Lavangselva er et mindre vassdrag med utløp i sjøen på østsida av Balsfjorden 20-25 km nordvest for Nordkjosbotn. Samlet lengde på elvestrengen er mellom 15 og 20 kilometer. Kildeområdet til Lavangselva ligger i høytliggende, til dels brede fjellområder ved Smalaktinden og Gjømmertinden, som medfører en viss grad av smeltevannspåvirkning. Det er usikkert hvor langt oppover vassdraget sjøvandrende laksefisk kan vandre, siden det ikke er noen opplagte vandringshindre i form av loddrette fossefall i den nedre delen av vassdraget. Den generelle oppfatningen synes likevel å være at det bare er sjøvandrende laksefisk i den nederste delen av Lavangselva. Imidlertid synes det første vesentlige fallpartiet å være 6-7 kilometer fra utløpsområdet.

Miljømyndighetene har vurdert at det ikke er stedegne bestander av laks og sjørøye i Lavangselva, mens det er vurdert å være en stedegen sjøaurebestand som har status hensynskrevende. I perioden 1995-2014 er det registrert fangst av både sjøaure og sjørøye i Lavangselva (Figur 22). Registreringene av fangster er bare i årene 1996, 1998 og 2008. Disse sporadiske registreringene kan

skyldes mangelfulle rapporteringsrutiner og trenger ikke gjenspeile reelle svingninger i bestandene av sjøvandrende laksefisk.

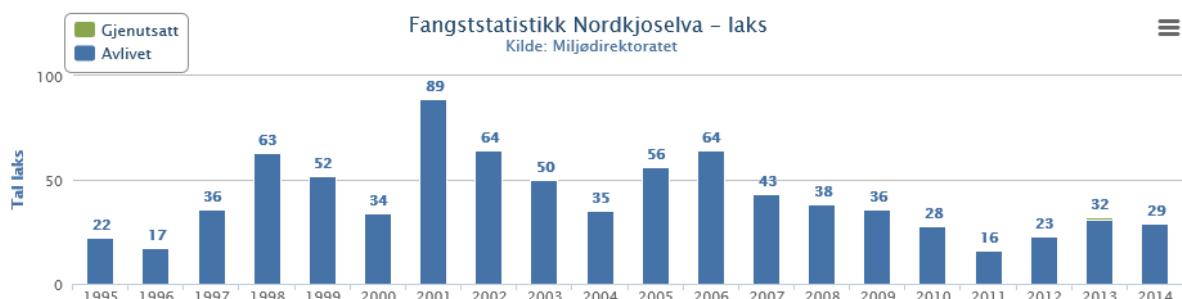


Figur 22 Offisiell fangst av sjøaure (øvre del) og sjørøye (nedre del) i Lavangselva i perioden 1995-2014.

Konklusjon: Lavangselva synes ikke å ha noen stedegen laksebestand, noe som kan skyldes lav vannføring og lave vanntemperaturer på grunn av smeltevannspåvirkning. Sporadiske registreringer av sjøaure og sjørøye i elvefisket tyder på at det er lokale bestander av begge artene. De største fiskebiologiske verdiene i vassdraget ligger trolig i den hensynskrevende sjøaurebestanden, men det er knyttet vesentlig usikkerhet til størrelse på forekomst og status for sjørøye i vassdraget.

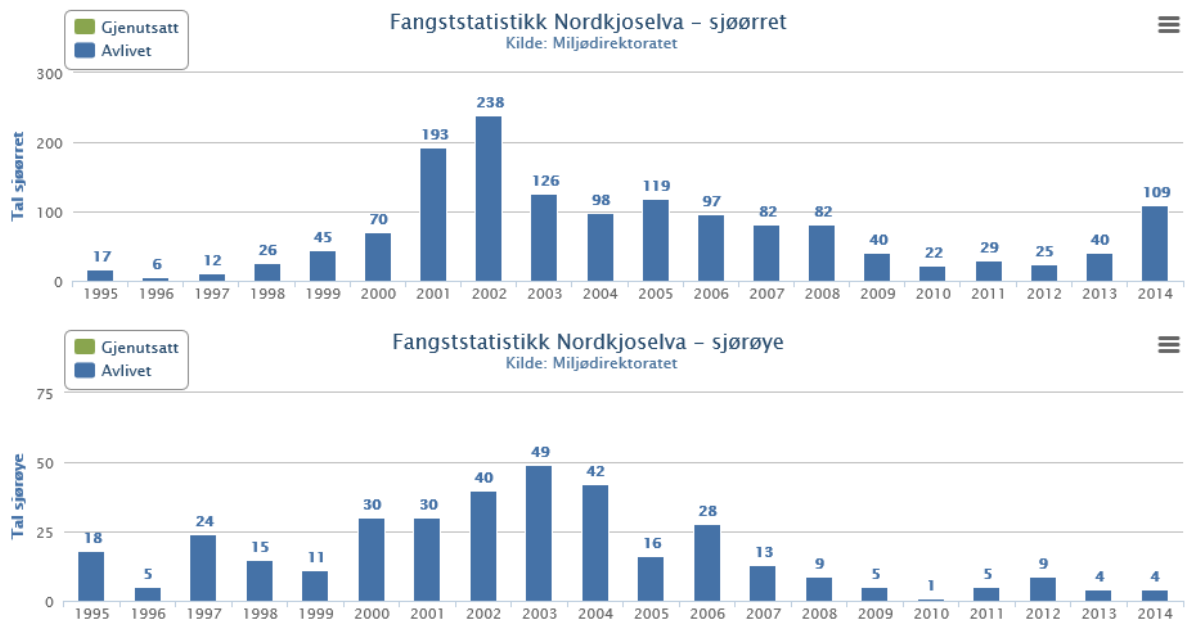
Nordkjoselva

Nordkjoselva har utløp ved Nordkjosen som ligger helt innerst i Balsfjorden. Laksebestanden i Nordkjoselva er moderat påvirket av menneskelige aktiviteter som fysiske inngrep og rømt oppdrettslaks, hvorav rømt oppdrettslaks er vurdert som avgjørende for denne kategori plasseringen. Sjøaurebestanden er vurdert å være hensynskrevende som følge av fysiske inngrep. I perioden 1995-2014 har det ifølge offisielle registreringer vært fanget mellom 16 og 89 lakser i Nordkjoselva, med de største årlige fangstene i perioden 1998-2006 (Figur 23).



Figur 23 Offisiell fangst av laks i Nordkjoselva i perioden 1995-2014.

Fangstene av sjøaure har variert betraktelig mer enn laksefangstene, med årlige variasjoner mellom seks individer i 1996 og 238 individer i 2002 (Figur 24). Miljømyndighetene vurderer at det ikke er noen egen sjørøyebestand i vassdraget, selv om det har vært årlige fangster av sjørøye i vassdraget i hele perioden 1995-2015. De høyeste fangstene (30-49 individer) av sjørøye ble rapportert i perioden 2000-2004 (Figur 24).



Figur 24 Offisiell fangst av sjøaure (øvre del) og sjørøye (nedre del) i Nordkjonselva i perioden 1995-2014.

Konklusjon: Nordkjonselva er det mest betydningsfulle laksevassdraget i Balsfjorden, med en lakseførende strekning på om lag 15 kilometer. Nærhet til tettstedet Nordkjosbotn gjør at den regionale verdien som rekreasjonsområde er betydelig. De største fiskebiologiske verdiene i vassdraget ligger i bestandene av sjøaure og laks, men ut fra et sjeldenhetskriterium har også sjørøyebestanden en stor regional og nasjonal verdi.

Sagelva

Sagelva har utløp ved Storsteinnes på sørvestsida av Balsfjorden. Noen hundre meter fra sjøen er det et fossefall som trolig ert vandringshinder for sjøvandrende laksefisk. Dersom fisk likevel klarer å passere dette fossefallet er det flere fosseparti og fossefall noen hundre meter lenger opp som neppe er mulig å passere. Nederste del av Sagelva er påvirket av tidevann, noe som tilsier en ytterligere begrensning på produksjonsareal for sjøvandrende laksefisk. Ifølge offisielle opplysninger skal det være forekomst av sjøvandrende laksefisk nedstrøms det nederste fossefallet, men det foreligger ikke opplysninger om fangst av laks, sjøaure eller sjørøye.

Konklusjon: Ut fra en samlet vurdering av foreliggende informasjon synes det ikke å være stedege bestander av sjøvandrende laksefisk i Sagelva. Gitt at opplysningene gir et korrekt bilde har ikke Sagelva noen nevneverdig fiskebiologisk verdi i den aktuelle sammenhengen.

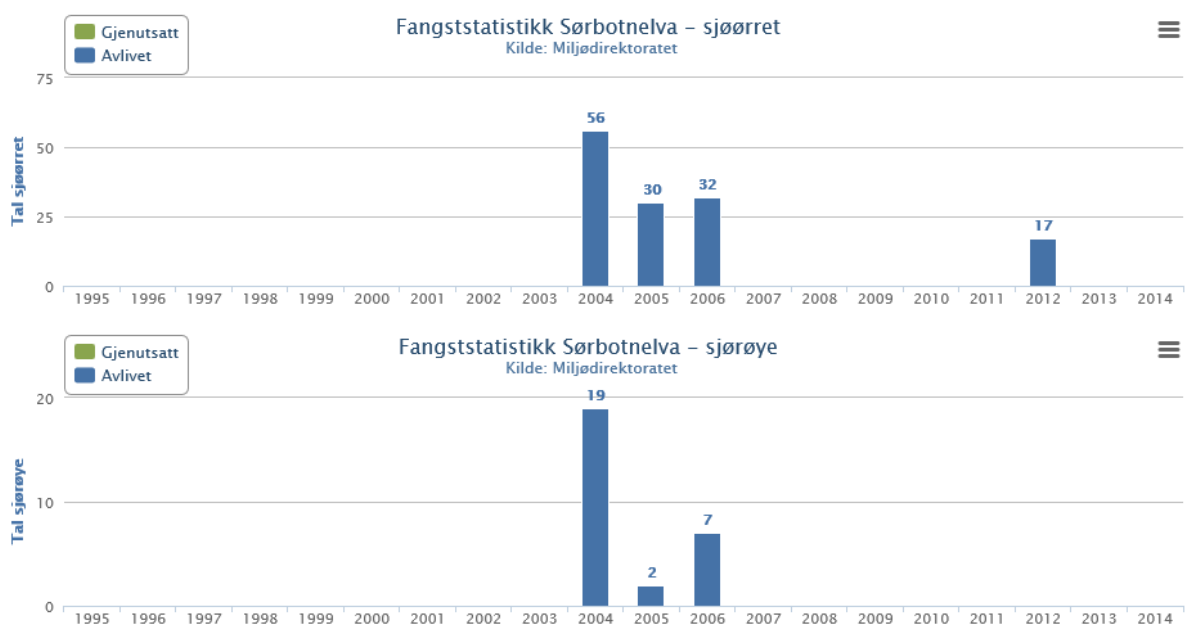
Sørbotnelva

Sørbotnelva drenerer til indre del av Ramfjorden, som er en sidegrein av Balsfjorden i nordøstlige del av fjordsystemet. Ifølge offentlige opplysninger er det ingen bestander av laks og sjørøye i

vassdraget. Den lokale bestanden av sjøaure er vurdert som hensynskrevende, men det er ikke angitt noen påvirkningsfaktorer med eller uten betydning for kategori plasseringen. Ifølge offisiell statistikk er det fanget laks i Sørbotnelva i årene 2004, 2006 og 2012 (Figur 24). For de andre artene er det registrert årlige fangster av begge artene i perioden 2004-2006 og i tillegg fangst av sjøaure i 2012 (Figur 26). Det er usikkert om manglende registreringer av fangst i øvrige deler av perioden 1995-2014 skyldes mangelfull rapportering eller at det ikke er fanget sjøvandrende laksefisk.



Figur 25 Offisiell fangst av laks i Sørbotnelva i perioden 1995-2014.



Figur 26 Offisiell fangst av sjøaure (øvre del) og sjørøye (nedre del) i Sørbotnelva i perioden 1995-2014.

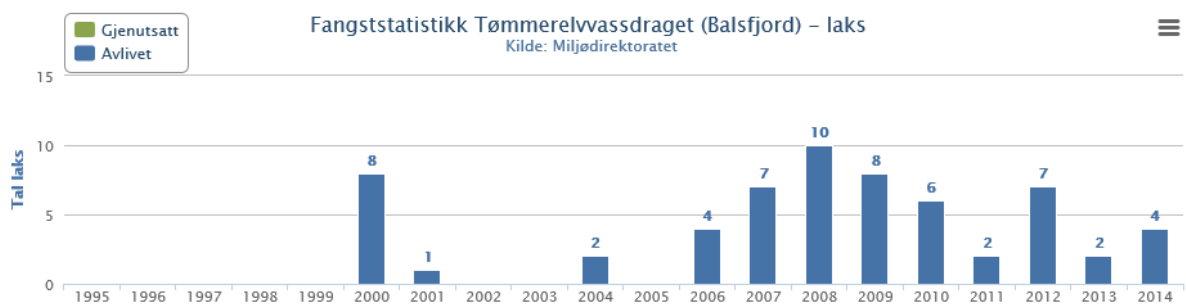
Konklusjon: Sørbotnelva har en stedegen bestand av sjøaure som utgjør den største fiskebiologiske verdien i vassdraget. Ut fra spredte fangster av laks og sjørøye synes det å være mer sporadiske forekomster av disse artene. Imidlertid er kunnskapsgrunnlaget usikkert slik at det ikke kan utelukkes at det har vært og kanskje også fremdeles finnes stedegne bestander av laks og sjøaure i Sørbotnelva.

Tømmerelvvassdraget

Tømmerelvvassdraget drenerer til sørvestlige del av Balsfjorden, tre-fire kilometer sørøst for Storsteinnes. Nedre del av vassdraget er sterkt meandrerende gjennom løsmasser, og det er ingen åpenbare vandringshindre som hindrer oppvandring av sjøvandrende laksefisk. Tømmerelva utgjør

de nedre fire-fem kilometer av vassdraget etter samløp av sidegreinene Tverrelva og Hølelva. Det foreligger ingen sikre opplysninger om samlet elvestrekning som er tilgjengelig for sjøvandrende laksefisk, men ifølge kartbasert informasjon er det påvist forekomst i de nedre 18-20 km av vassdraget. Tverrelva er den viktigste delen av vassdraget med en elvestrekning på 11-12 km som er tilgjengelig for sjøvandrende laksefisk, mens det en elvestrekning på om lag tre kilometer som er tilgjengelig i Hølelva. I tillegg er det flere sideløp og mindre sidegreiner i Tømmerelva, Tverrelva og Hølelva som er tilgjengelig for sjøvandrende laksefisk.

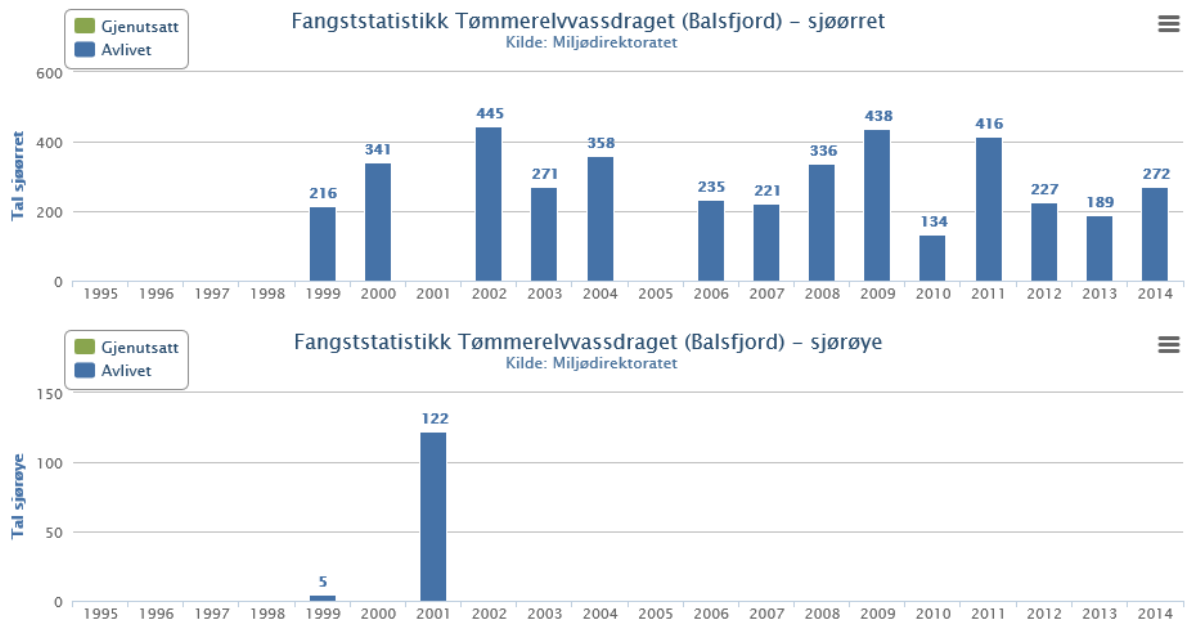
Laksebestanden i Tømmerelvvassdraget er vurdert som moderat påvirket av menneskelige aktiviteter, og rømt oppdrettslaks er oppført som avgjørende for kategori plassering. Det er registrert årlige men relativt lave fangster av laks i perioden 2006-2014, og mer sporadiske registreringer av laksefangst i perioden 1995-2005 (Figur 27).



Figur 27 Offisiell fangst av laks i Tømmerelvvassdraget i perioden 1995-2014.

Miljømyndighetene vurderer at bestandssituasjonen for sjøaure er svært god, Med unntak av sesongen 2005 har det vært registrert årlige fangster av sjøaure i perioden 1999-2014, med årlige variasjoner mellom 134 og 445 rapporterte sjøaurer (Figur 28). Det er usikkert om manglende registrering av aurefangst i perioden 1995-1998 og i 2005 skyldes mangelfull rapportering eller at det ikke har vært noen fangst. Selv om miljømyndighetene vurderer at det ikke finnes noen egen bestand av sjørøye i Tømmerelvvassdraget, er det fanget sjørøye i vassdraget med hele 122 rapporterte individer i 2001 (Figur 28).

Konklusjon: Tømmerelvvassdraget har en livskraftig sjøaurebestand, en moderat påvirket laksebestand og en sporadisk forekomst av sjørøye. Det er knyttet usikkerhet til hvor representativ de registrerte elfefangstene er for bestandsstatus og bestandsutvikling. Videre er det usikkert hvor store deler av Tømmerelvvassdraget som fungerer som leveområde for sjøvandrende laksefisk. De største fiskebiologiske verdiene er knyttet til den stede sjøaurebestanden i vassdraget.



Figur 28 Offisiell fangst av sjøaure (øvre del) og sjørøye (nedre del) i Tømmerelvvassdraget i perioden 1995-2014.

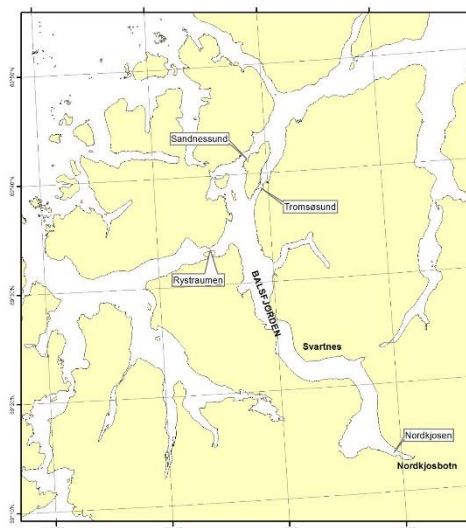
Oppsummering

Ut fra en samlet vurdering basert på foreliggende informasjon er eller har det vært laksebestander i Laksvatnvassdraget, Nordkjoselva og Tømmerelvvassdraget. Det er eller har vært sjøaurebestander i seks av de utredete vassdragene i Balsfjorden; Anderdalselva, Laksvatnvassdraget, Lavangselva, Nordkjoselva, Sørbotnelva og Tømmerelvvassdraget, og det er eller har vært sjørøyebestander i fire av vassdragene; Anderdalselva, Laksvatnvassdraget, Lavangselva og Nordkjoselva. Av de sju utredete vassdragene er det bare Sagelva som ut fra foreliggende informasjon ikke har stedege bestander av sjøvandrende laksefisk. Ingen av vassdragene er av en størrelse som tilsier at de har høy regional og nasjonal verdi som laksevassdrag. Ut fra et sjeldenhetskriterium har imidlertid de fire sjørøyebestandene stor regional og nasjonal verdi. Videre er samlet verdi av alle bestandene av sjøvandrende laksefisk innenfor det aktuelle fjordområdet betydelig både regionalt og nasjonalt, selv om ikke noen av vassdragene og få av bestandene har en spesielt stor nasjonal verdi.

3.4 Miljøpåvirkninger i Balsfjord (Akvaplan-NIVA)

Balsfjorden ligger sørøstlig orientert sør for Tromsø (Figur 29). Fjordens lengde er omtrent 46 km og bredden 2-3 km. Terskelen ved fjordmunningen består av et grunnområde som strekker seg fra Berg i sør til Sandnessundet og Tromsøsundet i nord og til Rystraumen i vest. Det dypeste området i Balsfjorden ligger utenfor Svartnes, hvor største dyp er 190 m. Ramfjorden, som er en sidefjord til Balsfjorden, ligger relativt nær fjordmunningen. Fjordsystemet har begrenset ferskvanns-tilførsel, der største kilde er Nordkjoselva. Fjorden er omkranset av mange og høye fjell, og ferskvannstilførselen er normalt størst i forbindelse med snøsmeltningen i fjellet i juni (Eilertsen *et al.* 1981). Balsfjorden mottar også noe brakkvann via Rystraumen fra Malangen, hvor Målselva renner ut (Svendsen og Wassmann 1998).

Uttekslingen av vann mellom Balsfjorden og kystområdene utenfor er begrenset av det grunne terskelområdet i fjordmunningen. Utskiftning av dypvannet i fjorden skjer når vann med større tetthet enn fjordvannet strømmer inn over terskelen, dette skjer vanligvis tidlig på våren (Svendsen 1995).



Figur 29 Oversiktskart for Balsfjorden (fra Velvin m. fl. 2011).

Etablering av fiskeoppdrett i et fjordsystem medfører en rekke utfordringer knyttet til naturmiljø. De miljømessige problemstillingene kan deles i tre begreper; utslipp, miljøeffekter og bæreevne (Velvin, 1999). Av ulike miljøutfordringer kan nevnes organisk belastning, næringssalter, vannkvalitet, miljøgifter, antibiotika, fisesykdommer/parasitter/smittespredning m.fl. I de fleste fjordsystemer med oppdrett av fisk har organisk belastning vanligvis størst miljømessig betydning, og miljøeffekter og bæreevne er oftest relatert til tilførsler av organisk materiale. I «upåvirkede» fjordsystemer er vanligvis algeproduksjon i overflatelaget, gjennom forbruk av næringssalter i vannmassene, den viktigste tilførselskilden av organisk materiale.

Miljøeffektene/belastningseffektene av et havbruksanlegg er avhengig av utslippstørrelse og områdets/resipientens forutsetninger for å motta utslippene. Områdets eller fjordens evne til å omsette utslipp uten store endringer i det naturlige miljøet (bæreevne) er avhengig av de naturgitte fysiske og biologiske forholdene i anleggets nærområde og fjordsystemet som helhet.

Fiskeproduksjon medfører økt tilførsel av partikulært organisk materiale til fjorden i form av fekalier fra fisken og overskuddsfôr. Normalt sedimenteres dette under anlegget, i anlegget nærområdet og/eller i nærmeste dypområde. Utstrekning og retning for sedimentering er avhengig av strømforholdene på området der havbruksanlegget er plassert. Organisk materiale som sedimenteres i grunne områder vil normalt ikke ha negativ innvirkning på oksygenforholdene i fjorden, men vil påvirke sedimentkvalitet og bunndyrsamfunn. Nedbrytning av organisk materiale i terskelfjorder som sedimenteres dypere enn terskeldypet kan derimot føre til oksygenkrisiske forhold i sedimentet og i bunnvannet, dersom tilførselen av friskt oksygenrikt bunnvann ikke er god nok i forhold til mengden organisk materiale som brytes ned. Dette kan ha store negative effekter på bunndyr og andre organismer i disse dypområdene.

I tillegg til partikulært organisk materiale er det også et betydelige utslipp av næringssalter, primært nitrogen (N) og fosfor (P), direkte fra fisk i havbruksanlegg og fra nedbrytning av organisk materiale. Fosfor og nitrogen (primært i form av fosfat og ammonium) er de viktigste næringssaltene for primærprodusenter (planteplankton og begroingsalger). Økt utslipp av disse næringssaltene fra havbruksvirksomhet vil kunne medføre økt algeproduksjon i fjordsystemet, økt sedimentasjon av organisk materiale (døde alger) og økt oksygenforbruk i dypere områder ved nedbrytning og påfølgende redusert oksygenmetning og mulige anaerobe forhold i dypvannet og i bunnsedimentet.

I Balsfjord-bassenget skjer det aller meste av næringssalttilførsler (utenom det som vil kunne komme fra havbruk) gjennom innstrømming av næringsrikt kystvann. I tillegg kommer tilførsler av næringssalter fra naturlig avrenning fra nedbørsfeltet, samt fra bosetting, landbruk og industri. Data for tilførsel av totalt nitrat (N) og fosfat (P) fra bosetting, landbruk og naturlig avrenning er beregnet til 24 tonn N/år og 4,5 tonn P/år (for 2004) (Skarðhamar 2005). Av dette dominerer den antropogene påvirkningen (jordbruk og bosetting) klart tilførselen, og den årlige variasjonen er antatt å være liten (Tjomsland, NIVA, pers. med. I; Skarðhamar 2005).

Oksygeninnhold er en viktig parameter ved vurderinger av marine miljø. Dårlig vannutskifting og organisk forurensning er ofte knyttet opp mot lave oksygenkonsentrasjoner. I følge Eilertsen *et al.* (1981) har Balsfjorden gode oksygenforhold gjennom hele året, med oksygenkonsentrasjoner over 90 % i de øverste 75 m av vannmassene. Under 175 m dyp avtar oksygenkonsentrasjonen i løpet av sommeren, og de laveste verdiene som er registrert er på 70 % metning i perioden november-januar (Eilertsen *et al.* 1981). Dette er normalt i dypområder i fjordsystem med lave antropogene tilførsler av næringssalter og god utskifting av bunnvann. Oksygenmålinger gjennomført i midtre deler av Balsfjorden i juli 2014 viser ca. 70 % metning fra 100 m og ned mot 170 meters dybde (Dalheim Eriksen 2014 I og II).

Modellberegninger for Balsfjorden basert på inngangsdata for kun naturlig biologisk produksjon i estuaret (uten tilstedeværelse av fiskeoppdrett) gir en årlig total mengde på ca. 2600 tonn karbon som vil synke ned i de dypere delene av fjorden (Skarðhamar 2005). Fullstendig nedbrytning av dette krever totalt 9000 tonn oksygen. Tidsskalaen for å forbruke alt tilgjengelig oksygen i dypet av fjorden (under terskeldypet) er over 60 måneder, mens vannet i Balsfjorden skiftes ut hver vinter. Ved tilførsel av organisk materiale fra kun «naturlige» kilder vil altså vannet under terskeldypet skiftes ut lenge før alt oksygenet er brukt opp i nedbrytningsprosessen. Den beregnede konsentrasjonen av oksygen ved oksygen-minimum i bunnvannet på slutten av stagnasjonsperioden er 4,5 ml/l, som tilsvarer 67 % oksygenmetning. Dette er i overensstemmelse med målinger fra fjorden (Eilertsen *et*

al. 1981). Skarðhamar (2005) vurderte resipientkapasiteten til fjorden i forhold til fiskeoppdrett og konkluderte med at en produksjon på 15 000 tonn ville være bærekraftig i forhold til oksygenforhold.

3.4.1 Undersøkelser av miljøpåvirkning

Grundige miljøundersøkelser før, under og etter etablering av et havbruksanlegg i Balsfjord er viktig og nødvendig for å dokumentere mulige påvirkninger av mærbasert produksjon av fisk på et større fjordsystem. Undersøkelser bør gjøres på alle trofiske nivå i det marine økosystemet i tillegg til fysiske og kjemiske undersøkelser/kartlegginger i vann og sediment. Grunnlaget for slike undersøkelser og krav til miljø er gitt bl.a. i *NS 9410:2015: Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakultur-anlegg* (til høring) (NS 9410) og EUs vanndirektiv *Veileder 02:2013: Klassifisering av miljøtilstand i vann* (Direktoratsgruppa 2014).

I dette kapittelet er det fokusert på undersøkelser knyttet til vannkvalitet, sedimentkjemiske forhold, biologisk mangfold i bløtbunnsfauna, samt plante- og dyresamfunn på hardbunn og på grunt vann. For å dokumentere mulige økosystem-påvirkninger og endringer i forbindelse med etablering og drift av et havbruksanlegg må det gjennomføres kartlegginger og rutinemessige overvåkingsundersøkelser før etablering (baseline undersøkelser) under produksjon/drift og etter avsluttet produksjon. Dette må gjennomføres i nær- og fjernområdet til et anlegg og i deler av fjordområdet som sannsynligvis blir lite eller ikke påvirket og som kan fungere som referanseområder og overvåkes rutinemessig.

3.4.2 Vannkvalitet og hydrografi

Vannkjemiske og hydrologiske forundersøkelser gjennomført på 3 dypområder i Balsfjorden; et i nærmeste dypområde der anlegget er tenkt plassert og på 2 dypområder i indre og ytre del av fjordbassenget (referanseområder) vil danne et godt grunnlag for overvåking (baseline undersøkelse) og vurderinger av mulige negative effekter av et nyetablert anlegg. For å få et bilde på sesongvariasjoner i de parametere som bør inngå anbefales månedlig prøvetaking gjennom et år (10 måneder). Dette er i samsvar med et pågående overvåkingsprogram (i regi av NIVA og Akvaplan-niva) som gjennomføres i 6 fjordsystemer med havbruk i Nordland fylke der månedlige undersøkelser gjennomføres i 3 år (Gitmark *et al.* 2015). Tilsvarende program er gjennomført også i flere fjordsystemer på Vestlandet.

For Balsfjord vil følgende undersøkelser gi et godt vurderingsgrunnlag (10 måneder):

- Hydrografi (hele vannsøylen); O₂-metning, salinitet, temperatur, fluoresens (mål for klorofyll *a*)
- Siktedyp/farge
- Vannkjemi: Næringssalter (tot-P, tot-N, fosfat, ammonium, klorofyll *a*).

3.4.3 Bløtbunnsundersøkelser

Bløtbunnsundersøkelser for bunndyr og sedimentkvalitet anbefales gjennomført på 3 områder i Balsfjorden, et i anleggets nærområde og på 2 referanseområder, primært i indre og ytre del av fjordbassenget. Prøvetaking gjøres før etablering av anlegget, en ved biomasse-maksimum like før utslakting, og en etter en brakkleggingsperiode/avslutning av drift. Spesielt viktig er prøvetaking i dyppartier på disse områdene.

3.4.4 Sediment

Bløtbunnsediment består av uorganiske partikler av varierende størrelse og opprinnelse, og med ulikt innhold av organisk materiale, alt avhengig av fysiske, kjemiske og biologiske forhold på området. Økt sedimentasjon av organisk materiale i forbindelse med etablering av et havbruksanlegg vil kunne påvirke sedimentets sammensetning og kvalitet (kjemisk og fysisk) og videre bunndyrsamfunnet. Det er derfor viktig å dokumentere sedimentforhold både i nær- og fjernområdet til et anlegg både før, under og etter produksjon av fisk. Normalt gjøres slike undersøkelser etter standardiserte rutiner under og rundt selve anlegget, i overgangssonen til dypere områder der sedimentasjonen/belastningen normalt er lavere enn under anlegget, og i nærmeste dypområde i hovedstrømretningen, der organiske partikler kan transporteres med strøm og sedimentere (NS 9419 – revidert utgave på høring). I tillegg bør sedimentkvaliteten også overvåkes tilsvarende på to antatt upåvirkede referanseområder i fjordsystemet. Viktige parametre som bør inngå er kornfordeling (størrelsessammensetning av partikler som sedimentet består av), totalt innhold av organisk materiale, mengde total fosfor, samt innhold av metaller og mulig andre miljøgifter som kan stamme fra havbruksanlegget (i dag analyseres det primært på sink og kobber ved rutinemessige undersøkelser knyttet til fiskeoppdrett).

3.4.5 Bunndyr

Utslipp av organisk materiale kan bidra til forringede livsvilkår for mange av de bunnlevende organismene. Negative effekter i bunndyrsamfunnet kan best vurderes gjennom kvantitative bunndyrsanalyser. Fordi de fleste bløtbunnartene er lite mobile, vil faunasammensetningen i stor grad gjenspeile de stedsegnete miljøforholdene. Endringer i bunndyrsamfunnene er god indikasjon på uønskede belastninger. Under naturlige forhold består samfunnene normalt av mange arter. Høyt artsmangfold (diversitet) er blant annet avhengig av gunstige forhold for faunaen. Likevel kan eksempelvis moderate økninger i organisk belastning stimulere faunaen og eventuelt øke artsmangfoldet noe. Større belastning gir dårligere forhold der opportunistiske arter øker sine individtall, mens ømfintlige slås ut. Dette betyr redusert artsmangfold. Årsaksforhold til endret artsmangfold kan i denne sammenheng i stor grad knyttes til endringer av organisk innhold i sedimentet. I henhold til krav som i dag stilles til slike undersøkelser knyttet opp mot fiskeoppdrett, skal det gjennomføres fullskala bunndyrsundersøkelser ved hvert prøvetakingspunkt der alle bunndyrsprøvene identifiseres til hensiktsmessig taksonomisk nivå og kvantifisert.

3.4.6 Fjæreundersøkelser

Utslipp av næringssalter og organisk materiale kan føre til eutrofieringseffekter i fjæresonen. Dette kan være synlig forurensing i form av nedslamming, endret og økt algeproduksjon, bakteriebelegg, lukt fra anoksisk sediment med mer. Forandringer i bunndyrsammensetning, diversitet og individtall er også mulige negative effekter av utslipp. Undersøkelser for å dokumentere slike forurensingseffekter i strandsonen er derfor viktig, ikke minst fordi dette er synlige forandringer som kan påvirke folks bruk og trivsel i et område. Som i flere andre miljøundersøkelser knyttet til etablering av oppdrettsvirksomhet bør overvåking av fjæresonen gjøres i nærområdet til anlegget der effekter med stor sannsynlighet kan forventes å oppstå, samt i referanseområder.

Fjæresonen i et fjordsystem er ofte variert, men i forbindelse med effektstudier av f.eks. havbruksetablering bør undersøkelser gjøres på typisk bløtbunnsfjære og på hardbunnsfjære dersom disse finnes. Disse habitatene vil ha svært forskjellig biodiversitet og respondere ulikt på forurensing.

Fjæreundersøkelser kan enten gjennomføres som I) kvantitative undersøkelser eller II) semi-kvantitative undersøkelser. Ved type I tas parallelle prøver (ruteanalyser) i ulike soner i et transekt fra øvre til nedre del av fjæresonen. Prøvepunktene undersøkes/registreres for fastsittende og lite mobile organismer, samt at de dokumenteres fotografisk. I tillegg beskrives det visuelle inntrykket fra hver stasjon. Denne type undersøkelse må repeteres på nøyaktig samme posisjon de årene det gjøres undersøkelser. Uforutsette hendelser som storm med kraftig bølgepåvirkning, isskuring mm. kan endre habitatet så mye at mulige endringer fra forurensing ikke lar seg påvise ved repetert undersøkelse. Type II gjøres også i transekt, men er mindre følsomt for naturlige svingninger da gjentatte undersøkelser gjøres over hele transektet og ikke bare på enkeltpunkter. For hver stasjon registreres fastsittende alger inklusive deres epifytter, samt fastsittende eller lite mobile dyr. Artene registreres med tilstedeværelse, samt dekningsgrad i prosent eller antall for store solitære arter. I tillegg beskrives stasjonen og den blir fotografisk dokumentert som ved type I.

3.4.7 Strøm og spredningsforhold

Hvordan fjord- og kyststrømmer sprer materiale som flyter i vannet er av stor betydning. Ikke minst i forbindelse med etablering av et havbruksanlegg. Det er viktig å ha en god oversikt over strømbildet i området der anlegget skal plasseres og i større tilstøtende områder for å kunne forutse spredning og transport av partikler, næringssalter, sykdomssmitte, parasitter (f.eks. lakselus) mm. Direkte målinger ved utplassering av strømmålere er en vanlig måte å innhente informasjon om strømbildet på noe som gir nøyaktig informasjon om strømmen på målelokaliteten i utplasseringsperioden. Strømbildet langs kysten og i fjordene kan imidlertid variere mye både i tid og fra område til område. Som et alternativ/supplement til direkte målinger, har Akvaplan-niva laget strømkart for Troms fylke basert på det numerisk strømmodell-systemet Norkyst-800m (utviklet av Havforskningsinstituttet, Meteorologisk institutt og NIVA) kombinert med modellen Nordfjord-200 m (for få bedre oppløsning i mindre kyst og fjordområder) (www.stroms.no). I modellberegningene inngår blant annet informasjon om meteorologiske forhold, tidevann, ferskvannsavrenning mm. Beregningene som er gjort for Troms dekker også Balsfjordsystemet og vil være et nyttig og viktig redskap i de vurderinger som skal gjøres ved en evt. etablering av havbruk i fjorden. Med utgangspunkt i resultatene fra strømmodellen er det også utviklet spesielle beregningsprogrammer der strømdataene kan benyttes til å simulere spredning av blant annet partikler eller smittestoff fra spesifikke steder i modellområdet. Slik informasjon gitt fra modellen kombinert med direkte strømmålinger på lokaliteten vil være svært nyttig og viktig for å bestemme hvor et anlegg bør lokaliseres. I tillegg gir modellen informasjon som gjør det mulig å kunne forutse spredning av stoffer fra anlegget til nær- og fjernområder til anlegget, og i hvilken grad disse vil kunne bli negativt påvirket.

3.4.8 Referanser

- Eilertsen, H.C., Falk-Petersen, S., Hopkins, C.C.E. & Tande, K. (1981): Ecological investigations on the plankton community of Balsfjorden, Northern Norway. *Sarsia* 66, 25-34.
- Gitmark, J., T. M. Johnsen og E. R. Lømsland 2015. Marin overvåking Nordland 2014. Undersøkelser av hydrografi og hardbunnsorganismer i 6 fjorder i Nordland. NIVA rapport 6813-2015.
- NS 9410:2015 (til høring). Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakultur-anlegg.
- Velvin, R. 1999. Miljøeffekter av oppdrett. I: Poppe, T. (red.) 1999. Fiskehelse og fiskesykdommer. Universitetsforlaget, ISBN 82-00-12718-4.
- Skarðhamar J. 2005. Vurdering av resipientkapasiteten til Balsfjorden. Akvaplan-niva rapport APN-413.3470

- Svendsen, H. (1995): Physical oceanography of coupled fjord-coast systems in northern Norway with special focus on frontal dynamics and tides. Skjoldal, H.R., Hopkins, C., Erikstad, K.E. & Leinaas, H.P. (Eds.): Ecology of Fjords and Coastal Waters. Proceedings from the MareNor Symposium on the Ecology of Fjords and Coastal Waters. Elsevier Science.
- Svendsen, H. & Wassmann, P. (1998): Strømmer og plankton i fjordene. Rinde, E., Bjørge, A., Eggereide, A. & Tufteland, G. (Eds.): Kystøkologi, den ressursrike norskekysten. Universitetsforlaget, Oslo.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet, 2014. Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratets gruppa for gjennomføring av vanndirektivet. ISSN: 1891-4586. 263 s.

Akvaplan-niva publikasjoner/rapporter knyttet til Balsfjord-systemet

- Skarðhamar J. 2005. Vurdering av resipientkapasiteten til Balsfjorden. *Akvaplan-niva rapport* APN-413.3470
- Dalheim Eriksen, S. 2014. Strømmålinger, lokalitet Skreda. Wilsgård Fiskeoppdrett AS; 5 meter, 15 meter, spredning- og bunnstrøm. *Akvaplan-niva rapport* APN-7105.03.
- Dalheim Eriksen, S. 2014 (I). Hydrografimåling. Lokalitet Sand. Wilsgård Fiskeoppdrett AS. *Akvaplan-niva rapport* APN-7105.06.
- Dalheim Eriksen, S. 2014. Strømmåling Wilsgård Fiskeoppdrett AS. Lokalitet Skreda; 5 meter, 15 meter, spredning- og bunnstrøm. *Akvaplan-niva rapport* APN-7105.04.
- Dalheim Eriksen, S. 2014 (II). Hydrografimåling. Lokalitet Skreda. Wilsgård Fiskeoppdrett AS. *Akvaplan-niva rapport* APN-7105.05.
- Hjelset, A.M. 2000. Strømmålinger og strømdrift ved Tomasjordnesset i forbindelse med avløpsplanlegging av fastlandskloakken. Notat. *Akvaplan-niva rapport* APN-412.1862.
- Holte, B. & B. Gulliksen 1987. Benthic communities and their physical environment in relation to pollution from Tromsø, Norway. 2. Soft bottom communities. *Sarsia*, 72: 133-141.
- Holte, B & J. Knutzen 1991. Marine resipientundersøkelser i Nordbotn, Sandnessundet og ved Ørndalen, Tromsø 1990. Bunnfauna, hydrografi og miljøgifter. *NIVA rapport* 2559. 48s.
- Holte, B., G. Bahr, B. Gulliksen, T. Jacobsen, J. Knutzen, K. Næs, E. Oug & J.F. Øysund 1992. Resipientundersøkelser i Tromsøysundet og Sandnessundet, Tromsø kommune, 1991-92. *Akvaplan-niva rapport* APN-91247. 162 s.
- Jørgensen, E., R. Velvin & B. Killie 2000. Miljøgifter i marine sediment og organismer i havneområdene ved Harstad, Troms, Hammerfest og Honningsvåg 1997-98. Statlig program for forurensningsovervåking. *Akvaplan-niva. SFT Rapport* TA 786/00. 123 s.
- Palerud, R. 1997. Strømmålinger i Sandnessundet. En resipientvurdering av utslippsteder og muligheter for innlagring. Tromsø kommune. *Akvaplan-niva rapport* APN- 412.97.1130.
- Velvin, R., & B. Killie 1996. Miljøundersøkelse ved sigevannsutslipp fra Ørndalen avfallsdeponier, Tromsø kommune 1996. *Akvaplan-niva rapport* APN-412.96.889, 41 s.
- Velvin, R., & Olsen, L.R. 1999. Resipientvurdering i forbindelse med avløpsplanlegging i Breivika, Tromsø kommune 1999. *Akvaplan-niva rapport* APN-412.99.1725.
- Velvin, R., K. Olsson., M. Carroll., H.C. Trannum., L.H. Larsen., T. Kroglund. & F. Moi 2003. Resipientundersøkelser i Tromsøysundet, Sandnessundet, Nordbotn og Sørbotn, Tromsø Kommune, 2001-2002. *Akvaplan-niva rapport* APN-412.02.2290..
- Velvin, B. Vögele & A.Evenset 2008. Resipientundersøkelser i Tromsøysundet, Sandnessundet, Nordbotn og Sørbotn, Tromsø Kommune, 2007-2008. *Akvaplan-niva rapport* APN-4018-01.

- Velvin, R. (1996): Miljøforholdene i Balsfjorden og Malangen, Balsfjord kommune 1996. *Akvaplan-niva rapport* APN-412.96.880.
- Velvin R., F. Gaardsted og B. Vögele 2011. Marin resipientvurdering for utslippspunkt fra kommunalt avløpsanlegg i Nordkjosbotn 2011. Utslippsmodelleringer, oseanografiske undersøkelser og resipientundersøkelse. *Akvaplan-niva rapport* APN-5498 – 01.
- Velvin, B. Vögele & H.-P. Mannvik 2013. Resipientundersøkelser i Tromsøsundet, Sandnessundet, Nordbotn og Sørbotn i Tromsø kommune, 2011-2012. *Akvaplan-niva rapport* APN-5471-01. 132 sider.

3.5 Drift på lokalitet (Nofima)

I 2013 foreslo regjeringen tildeling av nye grønne laksekonsesjoner. Hensikten med disse konsesjonene var å stimulere til utvikling av tekniske løsninger som drivkraft for positiv endring i næringen. For tildeling av slike knyttet det kriterier for redusert rømming og ikke medikamentell behandling av lakselus, for at ordningen skal kunne bidra til utvikling av en mer miljøvennlig havbruksnæring. Oppdrettsselskapene Willsgård Fiskeoppdrett AS og Nor Seafood AS har fått tildelt 4 grønne konsesjoner og ønsker på bakgrunn av disse å etablere lokaliteter for oppdrett av laks i Balsfjorden.

I tråd med slik etablering ble det søkt om dispensasjon fra kystsoneplanen for to lokaliteter hhv. på Sand (AK 27) og Skredan (AK 32). Det foreligger lokalitetsundersøkelser for begge lokalitetene. Dispensasjonssøknadene er senere trukket tilbake, i påvente av revidering av kystsoneplan for området. Lokalitetene kan likevel tjene som eksempler på størrelse på arealer og hvilke vurderinger som ligger bak lokalisering av havbruksanlegg.

Lokalitet Sand (AK27)

Anlegget vil ligge mot land utenfor grønn lyktesektor fra Stornes fyrlykt, deler av fortøyningen vil bli ligge på bunnen i grønn sektor. Anlegget vil ligge innenfor et areal på ca. 240 000 m² (Figur 30), dette inkluderer også fortøyninger. Arealet av merderne som vises i overflaten er ca. 32 000 m². Anlegget vil ikke være til hinder for sjøverts ferdsel, og det er kun flytebøyer og merder som blir synlige i overflaten. Rammefortøyninger senkes til 10 meter, og fortøyningene skrår derfra nedover mot bunnen. Anlegget vil ligge ca. 500 meter fra land, med god plass for mindre båter å passere på innsiden av anlegget. Fortøyningene vil være nedsenket, og dermed ikke hindre båttrafikk nær land. Det er ingen rutegående skip i området, men en del trafikk av fôrbåter til og fra Bergneset. Avstanden til Bergneset fra lokaliteten er ca. 30 km sjøveien, eller ca. 25 km i luftlinje.

Oppsummeringen av dispensasjonssøknaden for lokaliteten Sand peker på at lokaliteten har meget god vannutskifting, god bunntopografi, samt at det er stor avstand til andre aktører.



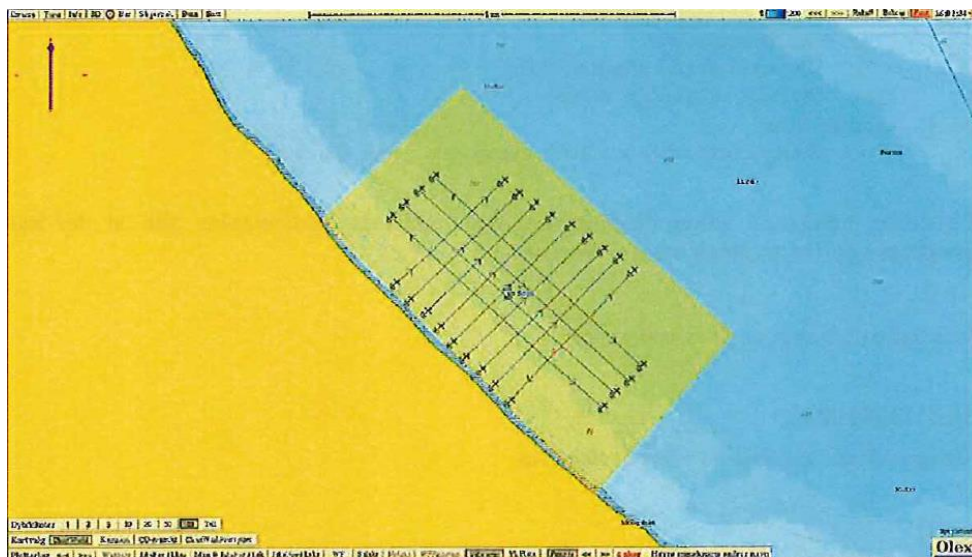
Figur 30 Arealet som båndlegges av lokaliteten Sand er merket i gult.

Lokaliteten Skreda (AK32)

Anlegget vil ligge mot land utenfor rød lyktesektor fra fyrlykta på Tomasjordnes på andre siden av fjorden. Anlegget vil ligge innenfor et areal på ca. 240 000 m² (Figur 31), dette inkluderer også fortøyninger. Arealet av merderne som vises i overflaten er ca. 32 000 m². Anlegget vil ikke være til hinder for sjøverts ferdsel, og det er kun flytebøyer og merder som blir synlige i overflaten. Rammefortøyninger senkes til 10 meter, og fortøyningene skrår derfra nedover mot bunnen. Det er ingen rutegående skip i området, men en del trafikk av fôrbåter til og fra Bergneset. Avstanden til Bergneset fra lokaliteten er ca. 20 km sjøveien, eller ca. 15 km i luftlinje.

En lokalitet på Skreda vil gjøre det mulig for Wilsgård til vekselvis bruk av lokaliteten; enten Skreda eller Sand i produksjon. Med en lokalitet i produksjon kan den ande være brakklagt.

Oppsummeringen av dispensasjonssøknaden for lokaliteten Sand peker på at lokaliteten har meget god vannutskifting, god bunntopografi, samt at det er stor avstand til andre aktører.



Figur 31 Arealet som båndlegges av lokaliteten Skreda er merket i gult.

Ettersom det ikke er noen havbruksproduksjon i området ligger det til rette for å studere effekter av anleggsetablering i et område. Balsfjorden er spesielt interressant ettersom det gjennom mange år er lagt ned mye forsknings og kartleggingsarbeide i fjordsystemet i regi av Universitetet i Tromsø, Havforskningsinstituttet og Akvaplan-NIVA. Dette gir et historisk kunnskapsgrunnlag det er viktig å ha med seg i et hovedprosjekt.

Etablering av havbruksanlegg er komplisert, ettersom miljøet og omgivelsene er bestemmende for produksjonsforholdene på lokaliteten. Åpne produksjonssystemer er prisgitt omgivelsene, og dermed svært avhengig av gunstig lokalisering. I tillegg til at fiskens velferd skal ivaretas, er det et krav at produksjonen ikke skal ha permanent negativ effekt på miljøet. En oversikt over slike påvirkninger er gitt i Figur. Driften må med andre ord tilpasses lokalitetens bæreevne. I dag bestemmes denne av omgivelsenes evne til å omsette organisk materiale som tilføres miljøet, og lokalitetens tillatte produksjon fastsettes i henhold til dette i form av maksimal tillatt biomasse (MTB). Dette er den maksimale mengde fisk som er tillatt holdt på lokaliteten til enhver tid. Produksjonen skal være miljømessig bærekraftig, som betyr at omgivelsene ikke skal utsettes for en påvirkning som reduserer fremtidige generasjoners bruk. Selv om bærekraft ofte omtales synonymt med miljømessig bærekraft

omhandler begrepet også sosial og økonomisk bærekraft (jfr. de tre pillarene omtalt i innledningen). Vektingen av de ulike sidene kan variere; noen forhold kan diskuteres og avveies mens andre er absolutte. I hvor stor grad man aksepterer aktiviteter som kan være utfordrende for enkelte bærekraftsmål er en avveining av hvor viktig man anser disse å være under de rådende forhold. Typisk kan man si at man aksepterer et større miljømessig fotavtrykk dersom man produserer basis nødvendigheter, som mat, sammenlignet med luksusartikler. Likedan vil en aktivitet som eksempelvis oljenæringen, som fra et miljømessig synspunkt ikke er bærekraftig, likevel oppnå stor sosial tilslutning ettersom den har så store og positive økonomiske ringvirkninger. Her skal man også ta hensyn til hvilke alternativer man har. Olje kan representere et bedre alternativ enn for eksempel brun-kull, og dermed være bedre selv om det fortsatt ikke er miljømessig bærekraftig. På den annen side aksepterer man at deler av annen matproduksjon ikke er økonomisk bærekraftig, men er avhengig av subsidier, fordi det har så stor sosial og kulturell betydning og tilslutning. Ettersom dyrking av mark innebærer at artsmangfoldet reduseres er ikke dette i tråd med økologisk bærekraft, men den lange historien og kulturelle integreringen av landbruket gjør at vi ser på dette som kulturlandskap. Man aksepterer sågar at rovdyr-populasjoner holdes kunstig nede for å redusere tap av dyr på beite, til tross for at gjeting av dyrene i utmark ville gjort samme nytten men til en høyere kostnad. Dette er arter som er domestisert i slik grad at husdyr oppfattes som normalen, de har ikke lengre sin naturlige fysiske tilpasning eller overlevelsesinstinkter til liv i naturen. Dermed ikke bare aksepterer vi systematisk reduksjon av artsmangfold, som bryter med miljømessig bærekraft, men vi ser den sosiale dimensjonen som viktig nok til at næringsaktiviteten opprettholdes.

3.5.1 Miljømessig bærekraft i Havbruksnæringen

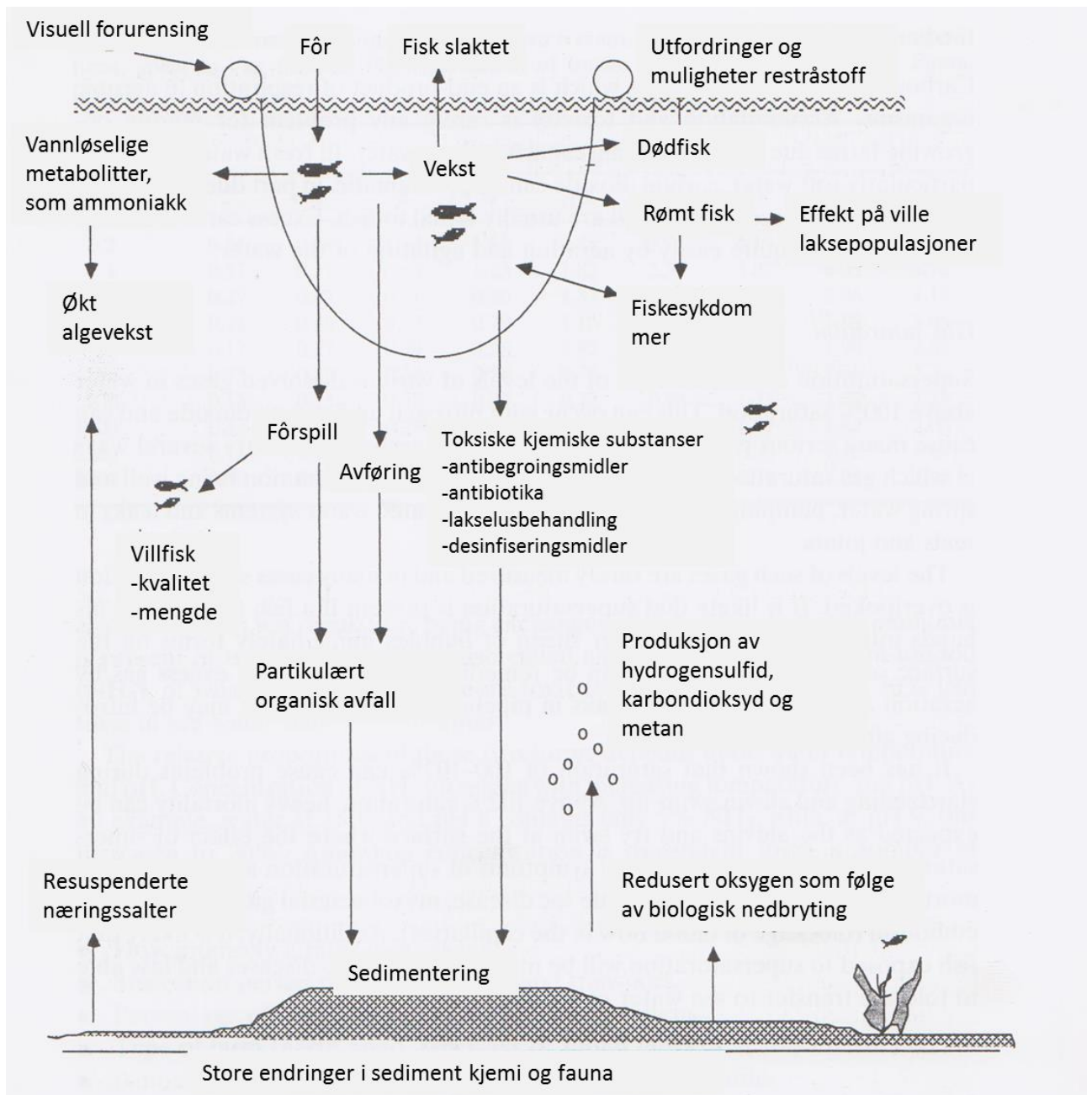
I områder med etablert fiskeoppdrettsproduksjon vil omgivelsene tilføres ekstra organisk materiale (Figur 32). Dette materialet er i hovedsak næringsalter som er lett omsettelige for planter og dyr. Innen miljøets bærekapasitet vil de tilførte næringsstofferne gå inn i primærproduksjonen, og tas opp videre oppover i næringskjeden. Den økte tilførselen av næringsstoffer vil øke grunnlaget for biologisk biomasseproduksjon i området. En slik utvikling er uproblematisk så lenge det økologiske systemet klarer å utnytte den ekstra næringstilførselen. Den økologiske balansen avhenger av at den økte produksjonen kan omsettes av planter og dyr høyere opp i næringskjeden. Er dette tilfelle vil man også kunne se en økning i mengde fisk som nyttegjør seg den økte mattilgangen i et område med havbruk (Machias et al., 2005).

Det er ikke nødvendigvis sånn at økt næringstilgang fører til økt biomasseproduksjon av fisk. Dersom biomasseøkningen eksempelvis fører til økt produksjon av alger som ikke lar seg fordøye, vil dette ikke bidra til økt biomasseproduksjon oppover i systemet. Dette kalles en økologisk blindveg.

I Egeerhavet er det dokumentert økninger i ville fiskebestander i områder der det er etablert havbruksanlegg (Machias et al. 2005). En slik utvikling er å forvente ettersom den økologiske balansen tilsier at produktiviteten i områder ofte er begrenset av næringstilgang. Det er nettopp dette som er grunnlag for gjødsling i landbruket. Fra norske fjorder er det kjent at lokale og stabile bentiske dyresamfunn i tilknytning til havbruksanlegg i dype, og ellers relativt næringsfattige, vestlandsfjorder (Kutti og Olsen 2007; Kutti et al. 2007a;b; Kutti 2008; Kutti et al. 2008). Det at disse har et betydelig artsmangfold, og at dette mangfoldet er stabilt over tid, tyder på at lokaliteten har kapasitet til å nyttiggjøre seg den økte næringstilgangen uten at den er overbelastet. Dersom tilførselen av organisk materiale blir så stor at andre forhold begrenser utnyttelsen av den, eksempelvis oksygenmangel slik man så under enkelte havbruksanlegg på midten av 1980 tallet, vil

man få bunnforhold som preges av mye organisk avfall og et fåtall arter (men med stor biomasse) som er i stand til å nyttiggjøre seg forhold som ellers er lite egnet for andre arter. Slike bunndyrsamfunn er kjennetegnende for miljø som er overbelastet av organisk avfall, og hvor en stabil ballanse mellom næringstilgang og utnyttelse ikke lar seg etablere. Slike områder finner man også på enkelte dypvannsområder eller i bakevjer der det samles mye organisk materiale med naturlig opphav som kommer med vannstrømmene. Tilstanden i slike områder kan beskrives som ustabil, ved at ballansen i systemene opprettholdes ved irregulære og mer dramatiske endringer. Man kjenner til at organisk materiale kan flyte opp, som følge av opphopning av gasser fra nedbrytingen, og store mengder organisk materiale løfter seg fra havbunnen. Disse brytes opp og næringssaltene resuspenderes i vannmassene. Over tid kan man si at naturen opprettholder en økologisk balanse, men med så store utslag at plante og dyreliv ikke er stabile. Dette er ikke beskrivende for systemer i økologisk likevekt.

Det er altså ikke mulig å produsere fisk i oppdrett uten utslipp, men det er kun når miljøet ikke er i stand til å ta opp og omsette næringsstoffene, og de dermed samler seg opp enten løst i vann eller i sediment, at man kan snakke om forurensing. Man må forvente at etablering av fiskeoppdrettsanlegg påvirker miljøet og den økologiske balansen. Spørsmålet er om påvirkningen er av en størrelsesorden som er akseptabel i forhold til omgivelsene og andre brukerinteresser.



Figur 32 Noen mulige påvirkninger av havbruk på nærmiljø (tilpasset fra Willoughby 1999).

3.5.2 Lakselus

Lakselus er den mest omtalte bærekraftsindikatoren i norsk havbruksnæring, og per i dag viktigst ved at den er bestemmende for utviklingen. Lakselus er en parasitt som fester seg til huden på laks. Parasitten skader laksen ved at det dannes åpne sår som gir lakselusa tilgang til blod, men som også påvirker fiskens væskebalanse ved at vanntapet over huden øker. I tillegg kommer infeksjonsfare og annen sekundær infeksjon som følge av åpne sår. Lakselus har en komplisert livssyklus med totalt 10 ulike stadier, hvorav de første 3 er frittlevende mens de lever de 7 siste med laksen som vert. Det er i det tredje frittlevende stadiet, som copepoditt, at lakselusa i hovedsak infiserer fisk, selv om den kan flytte seg mellom fisk i senere stadier også. Perioden på noen uker der copepodittene er fritt i vannmassene er den tiden som regnes som mest kritisk i forhold til smitte til villfisk. Lakselus opptre

vanligvis i lave tettheter i naturen og kan være vanskelig å finne i det hele tatt. Nærmere oppdrettsanlegg kan de påtreffes noe tettere, ca. 40 individer per m³ like etter notvask, men tettheten avtok dramatisk selv med relativt kort avstand fra merden (Woll, 2014). Dette betyr at selv små tilfeldige endringer i fangst vil gi store relative utslag i tetthetsestimater. I nær tilknytning til havbruksanlegg vil man kunne finne flere lakselus, spesielt i forbindelse med håndtering og vask av nøter. I forbindelse med havbruksproduksjon så er oppdretter pålagt å rapportere lusetall fra fisken i anlegget. I denne sammenhengen ville det være svært interessant å følge tettheten av lakselus i Balsfjorden i forbindelse med anleggsetablering. Dette vil gi ny kunnskap om bakgrunnsnivå av lakselus i en havbruksfri fjord og hvordan denne eventuelt påvirkes av tilstedeværelse av flere verter som potensielt vil bidra til økt total produksjon av lakselus i fjordsystemet. Smittepresset på villfisk kan eksempelvis måles ved å sette ut bur med laksesmolt over en periode på 2-3 uker på flere stasjoner og til ulike tider. Antall lakselus (samt skottelus) kan så telles og fordeles i ulike utviklingsstadier. Dette vil gi et mål på reelt smittepress i området. Utviklingen i smittepress kan så relateres til produksjonsutvikling og lusetall i havbruksanlegg. Videre kan data fra anlegg og bur bidra til en evaluering av tilgjengelige spredningsmodeller for lakselus som benyttes av forvaltningen. Slike modeller er ofte nødvendige, men omdiskuterte, verktøy ettersom de ikke måler faktiske effekter men forsøker på predikere dem matematisk. Det finnes stammer av laks, sjøørret og røye i fjordsystemet som alle potensielt kan påvirkes ved en økt tetthet av lakselus, og det er derfor relevant å innhente informasjon om nivå av lakselus på villfisk før og etter en havbruksetablering.

3.5.3 Rømt oppdrettsfisk

Rømt oppdrettsfisk er en utfordring fordi man antar at den kan påvirke ville laksepopulasjoner dersom den er i stand til å reprodusere i elver. De kjente laksepopulasjonene i området, som er beskrevet i eget kapittel (Status for sjøvandrende laksefisk i Balsfjorden), er ikke ansett å være særs verdifulle nasjonalt eller regionalt, men 6 av 7 utredede vassdrag har stedegne stammer av sjøvandrende laksefisk. I en driftsfase vil det derfor være avgjørende å ha god kontroll på tekniske installasjoner for å forebygge havari og eller uhell som kan medføre rømming. Undervannskamera som benyttes til fôring skal være montert på vinsj, slik at de kan benyttes til visuell sjekk av notlin. I tillegg legges det opp til utstrakt bruk av ROV for å inspisere notlin og fortøyninger for skade og potensiell rømming.

3.5.4 Organisk belastning på bunn

Før anleggsetablering bør det gjennomføres MOM C undersøkelser for begge lokaliteter. Organisk belastning på lokalitet og fjordsystem holdes opp mot utgangsnivå før anleggsetablering. Undersøkelsene gjentas gjennom produksjonssyklusen, minimum 3 ganger før slakting, for at utviklingen i organisk belastning kan dokumenteres og eventuelle tiltak settes inn på et tidlig stadiet. Samtidig som MOM C undersøkelsene skal det også gjennomføres MOM B undersøkelser. Man bør også vurdere bruk av sediment feller på lokalitetene, slik at variasjon i partikulært avfall kan beskrives over tid og sammenholdes med sesong og fiskebiomasse i anlegg.

Fisk i oppdrett føres daglig noe som medfører økt mengde organisk materiale i området. Det er to typer organisk materiale, partikulært og vannløst. Partikulært materiale er typisk fiskens avføring og spillfôr, mens vannløste materiale er metabolitter som skilles ut over fiskens gjeller (CO₂) og nyrer (nitrogenholdige metabolitter, urea). Den enkleste bioenergetiske ligningen som beskriver strømmene av organisk materiale i systemet er som følger:

$$E_{(\text{inn})} = E_{(\text{ut})} + E_{(\text{P})}$$

$E_{(\text{inn})}$ er fôret som benyttes i produksjonen, mens $E_{(\text{ut})}$ er energi som ikke benyttes til tilvekst og $E_{(\text{P})}$ er produsert biomasse i havbruksanlegget i Generelle effekter og utfordringer ved lakseoppdrett på økosystemer). I miljøsammenheng er det $E_{(\text{ut})}$ som er av størst interesse, og det er også i oppdretterens interesse at denne andelen er minst mulig. $E_{(\text{ut})}$ består av to deler; fôret som spises og ikke utnyttes til vekst og fôr som ikke spises (spillfôr). Begge deler påvirkes av hvordan anlegget drives, og det er derfor viktig at driften av anlegget optimaliseres med tanke på utnyttelse av energien i fôret. Dette utgjør tilførselen av organisk materiale fra havbruksanlegget til nærområdet rundt (resipienten). Vareflyten gjennom anlegget; fôr inn, spillfôr og fisk ut, skal derfor følges ekstra nøye i et hovedprosjekt. Bergheim og Braaten (2007) har evaluert utslippsmodeller fra norske matfiskanlegg i sjø, og dette arbeidet vil legges til grunn i beregning av organisk belastning som følge av havbruksetablering.

Spillfôr skyldes at fisken tilbys mer mat enn den klarer å spise, eller at den tilbys maten raskere enn den klarer å spise den, eller at fôret driver ut av merden og dermed ikke lenger er tilgjengelig for fisken. Den viktigste jobben til røktere som fôrer fisk er å tilpasse utfôringen slik at fisken får mat når den er sulten, at all fisk får mat og at den får maten i et tempo som er tilpasset fisken. Spillfôr er en potensiell miljøbelastning og et rent tap for oppdretter, og dermed skal fokus hele tiden være på å unngå spillfôr. Dette gjøres ved at fisken fôres etter appetitt, slik at den får mat så lenge den er sulten. Fôringen overvåkes med undervannskamera for best mulig kontroll på at fisken spiser fôret den blir tilbudt. Når fisken spiser fôret får den mulighet til å omsette det til å dekke egne energibehov og mulighet for tilvekst. Måten fisken fôres på og sammensettingen av fôret påvirker i hvor stor grad fisken kan utnytte maten til tilvekst.

Dersom vi fokuserer på fôret som blir spist kan vi dele opp utnyttelsen av energien på følgende vis.

$$R = F+U+M+P$$

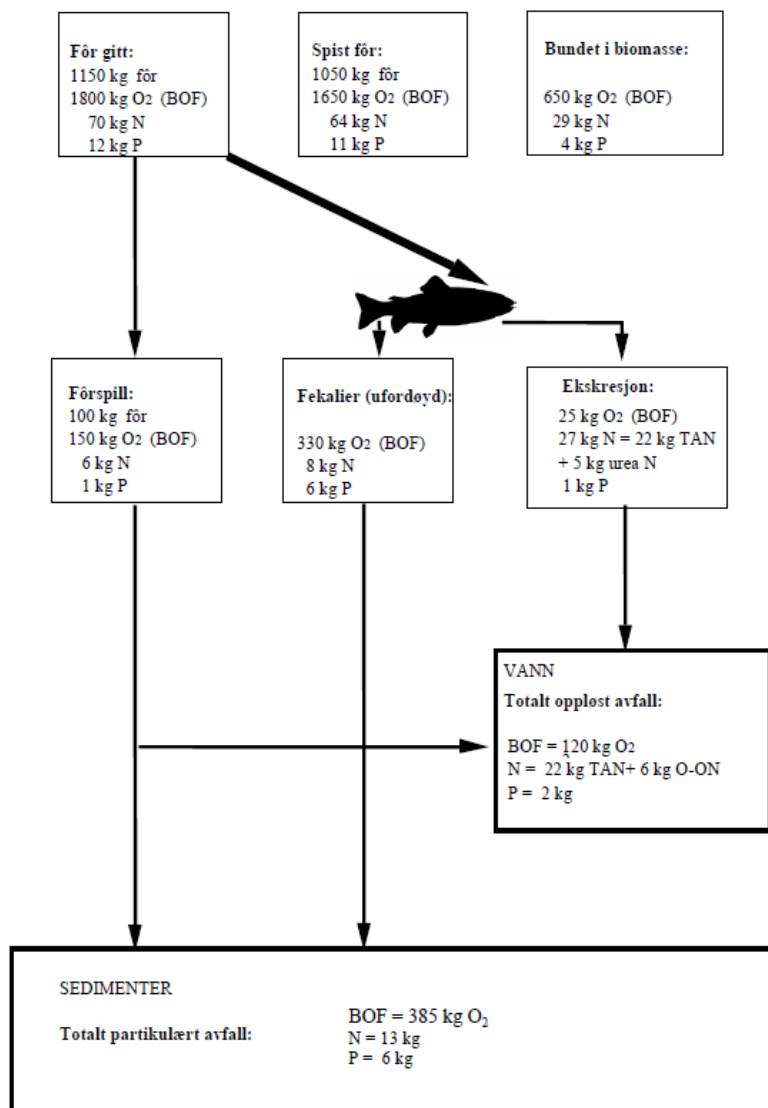
R er fôrintaket (utfôret mengde minus fôrspill). Noe av fôret er ikke fordøyelig og i tillegg klarer ikke fisken å ta opp alle næringsstoffer fra fôret til tross for at de er fordøyelege. Denne andelen er F (fekalier, avføring) og utgjør i størrelsesorden 20 % av fôrintaket. Dette er den andelen som synker til bunn og sedimenterer dersom det ikke blir spist på veien ned. En del av energien i fôret går med til å dekke energibehovet til en rekke kroppsfunksjoner (metabolisme, M). Metabolismen fører til produksjon av karbondioksid, vann, varmetap, og intermedieære delvis oksiderte produkter som også representerer energitap (U), disse skilles ut over gjeller og nyrer. P er fiskens tilvekst, og representerer overskuddet av energi fra inntak fratrukket energi til F, U og M. Disse tre er dermed vesentlige når det er snakk om hvordan nærmiljøet påvirkes av organisk belastning fra oppdrett av laks. Den daglige driften av anlegget, spesielt med tanke på fôring av fisken, har derfor betydning for hvor stort utslipp av organisk materiale blir fra hver merd og hvert anlegg.

F er den delen av utslippene som man vanligvis snakker om i denne sammenheng, nettopp fordi dette er partikulært organisk materiale som kan aggregere på havbunnen. Den største delen av dette er ufordøyelig materiale; en del aske og trevler. Denne andelen har økt noe de senere år på grunn av at marine råvarer i stadig større grad erstattes av råvarer fra landlevende planter. På den annen side vil man redusere økologisk bærekraft dersom man benytter høyverdige og lett fordøyelege marine råvarer i fôret ettersom disse utnyttes nær maksimalt med dagens råstofftilgang. Det etisk, økologisk

og økonomisk motiverte valget om å redusere bruk av marine råstoff i fôret har en kostnad for miljøet ved at den totale fordøyeligheten går ned slik at organisk belastning til nærområdet øker. Nå påvirker også vegetabiliske råvarer den mekaniske styrken på fekaliene, og dette har betydning for partikkelstørrelse og spredning. Fôringsregimet vil også påvirke fordøyeligheten, og dermed F, ved at fôringshastighet, måltidslengde og tid mellom måltider påvirker tiden fisken har til å fordøye maten, og et veloverveid fôringsregime må legges til grunn et hovedprosjekt.

U (Urea, metabolitter som skilles ut over gjellene) er i hovedsak resultat av metabolske prosesser som følge av energiforbruk til nødvendige biologiske funksjoner. Blant annet karbondioksid (CO_2) og nitrogenholdige rester (NH_3 , NH_4^+) etter proteinomsettingen; ammoniakk/ammonium. CO_2 er nødvendig for planters (makro og mikroalger) fotosyntese, og vil kunne bidra. Forbedring av fôrets fordøyelighet vil redusere denne andelen.

Fordøyeligheten til protein hos stor laks i sjø er normalt 87 – 90 % (Waagbø *et al.* 2013). Når det gjelder fordøyeligheten til fettfraksjonen er den generelt høy hos fisk, omkring 90 %. Karbohydrater tilsettes fiskefôr pga. av god vannbindingsevne og som et visst bidrag til energi og innholdet har stor betydning for de fysiske egenskapene til fôrpelletts. Når karbohydratmengden i fôret øker, øker også den ufordøyde delen av fôret. I følge Waagbø *et al.* (op. cit.) er utslippet av tørrstoff i fekalier følgende ved 9 % karbohydrater i fôret pr. kg spist fôr: 74 g tørrstoff bestående av, 4 g nitrogen, 12 g fett, 6 g stivelse, og 62 g fiber + aske.



Figur 33 Flyten av organisk materiale og næringsalter i et merdanlegg for laks som føres daglig med et høy-energifôr. Modifisert etter Bergheim og Åsgård, 1996.

Denne andelen har økt noe de senere år på grunn av at marine råstoffer i større grad erstattes av planteråvarer. Disse kan ha lav fordøyelighet for laksen i tillegg til at de kan ha en negativ effekt på fordøyelsen generelt. Slike negative effekter er imidlertid redusert ved at planteråstoffene forbehandles for å bedre fordøyeligheten.

3.5.5 Effekter på villfisk (Nofima, NINA)

Tiltrekning av fisk til havbruksanlegg

Tilførsel av organiske avfall fra havbruk, i form av spillfôr eller fekalier, kan også påvirke strukturen på villfisksamfunnene i nærheten av havbruksanlegg. Organiske restprodukter fra havbruk kan representere en ressurs og dermed bety at villfisk oppfatter havbruksanlegg som et fordelaktig habitat med god tilgang på føde, samt også skjulesteder, noe som innebærer at villfisk tiltrekkes slike installasjoner (Sanchez m. fl. 2011; Uglem et al. 2014). Globalt er omlag 160 fiskearter, fordelt på 60 familier, detektert i umiddelbar nærheten av havbruksanlegg (Sanchez m. fl. 2011). I Norge er 15

fiskearter og 9 familier påvist i nærheten av havbruksanlegg (Dempster m. fl. 2009). Mange av disse antas å være tiltrukket av havbruksanleggene på grunn av at anleggene oppfattes som gode habitat. Tiltrekning av villfisk til havbruksanlegg er dokumentert i Norge (Bjordal & Skar 1992, Dempster m. fl. 2009, 2010, 2011) og i sju andre land (Spania: Dempster m. fl. 2002, 2004; Boyra m. fl. 2004; Tuya m. fl. 2006, Skottland: Carrs 1990, Hellas: Machias m. fl. 2006, USA: Collins 1971; Oakes & Pondella 2009; Johnston m. fl. 2010, Indonesia: Sudirman m. fl. 2009, Brasil: Demetrio m. fl. 2012, Tyrkia: Akyol & Ertosluk 2010). Det er videre vist at villfisk tiltrekkes havbruksanlegg for mer enn 10 oppdrettsarter (Tabell 4).

Tabell 4 Oversikt over oppdrettsarter hvor villfisk er dokumentert å bli tiltrukket av havbruksinstallasjonene. Det er i tillegg også rapportert at villfisk tiltrekkes havbruksanlegg for ørnefisk (*Argyrosomus regius*) (Sanchez-Jerez pers medd.)

Norsk navn	Latin	Referanse
Laks	<i>Salmo salar</i>	Carrs 1990, Dempster m. fl. 2009
Regnbue ørret	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Carrs 1990
Havabbor	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Dempster m. fl. 2002; Boyra m. fl. 2004
Dorade (Havkaruss)	<i>Sparus aurata</i>	Dempster m. fl. 2002; Boyra m. fl. 2004
Makrellstørje	<i>Thunnus thynnus</i>	Bacher m. fl. 2012
Hvit havbabbor	<i>Atractoscion nobilis</i>	Oakes & Pondella 2009
Brown marbelled grouper	<i>Epinephelus fuscoguttatus</i>	Sudriman m. fl. 2009
Kamelfisk	<i>Cromileptes altivelis</i>	Sudriman m. fl. 2009
Kaninfisk	<i>Siganus spp</i>	Sudriman m. fl. 2009
Kanal malle	<i>Ictalurus punctatus</i>	Collins 1971
Nilmunn ruger	<i>Oreochromis niloticus</i>	Demetrio m. fl. 2012
Ørnefisk	<i>Argyrosomus regius</i>	Sanchez-Jerez pers medd

Det er vist at til dels store mengder fisk kan tiltrekkes havbruksanlegg. I Norge har Dempster m. fl. (2010) anslått et gjennomsnitt på rundt 10 tonn villfisk periodevis samlet rundt havbruksanlegg på ett gitt tidspunkt i sommerhalvåret. Siden Dempster m. fl. (2009, 2010) kun estimerte biomasse i et volum som tilsvarer en distanse på 5 meter fra merdene er dette trolig et underestimat. Dette støttes av observasjoner fra Ryfylke som har påvist betydelig større mengder; anslagsvis 100-200 tonn sei under anlegg (J.H. Nøstbakken pers med). I Middelhavet er det estimert at havbruksanlegg kan tiltrekke seg inntil 40 tonn villfisk (Fernandez-Jover m. fl. 2008).

Det er også mulig at villfisk kan tiltrekkes skjellanlegg, siden skjell og påvekstorganismer kan være føde for villfisk, og fordi skjellanlegg kan representere kunstige habitat med adekvate skjulesteder og andre fordeler for villfisk (D'Amours m. fl. 2008). Hvorvidt villfisk tiltrekkes skjellanlegg er oss bekjent hittil ikke undersøkt i Norge. Det er imidlertid påvist at Kanadiske skjellanlegg kan tiltrekke seg relativt små mengder krepsdyr og villfisk, hovedsakelig krabber og flyndrer, på grunn av økt fødetilgang på bunnen under havbruksanleggene (Clynick m. fl. 2008; D'Amours m. fl. 2008). Tilsvarende studier i New Zealand har imidlertid vist at mengde villfisk i nærheten av havbruksanlegg er mindre enn på enkelte av kontroll-lokalitetene og at det ikke ble påvist økte mengder av kommersielt aktuelle arter ved skjellanlegg (Morrisey m. fl. 2006).

Tilgangen på spillfôr er trolig den viktigste årsaken til at villfisk tiltrekkes havbruksanlegg. Dersom oppdrettsfisken ikke spiser alt fôret vil det synke ned gjennom bunnen eller sidene av merden og bli

tilgjengelig for villfisk, som enten kan spise fôret mens det er i vannsøylen (Fernandez Jover m. fl. 2007, 2011; Dempster m. fl. 2011) eller etter at det har nådd bunnen (Sanz-Lazaro m. fl. 2011). Det er påvist at mange villfiskarter kan spise spillfôr fra havbruksanlegg, både i Norge og i andre land (Tabell 2). Det er også vist at tiltrukket fisk i hovedsak oppholder seg svært nær havbruksanlegg (< 25m), det vil si innen en avstand der tettheten av spillfôr trolig er høyest (Dempster m. fl. 2010).

Det er gjort få systematiske forsøk på å måle i hvor stor grad spillfôr utgjør dietten til villfisk i nærheten av havbruksanlegg. For å få representative data på dette er det nødvendig å måle innslag av spillfôr i dietten til villfisk ved flere havbruksanlegg og over en lengre periode. I Norge er det påvist at laksepellets i gjennomsnitt utgjorde henholdsvis 71 % og 25 % av dietten til sei og torsk fanget i nærheten av havbruksanlegg i sommerhalvåret (Dempster m. fl. 2011). Nesten 44 % av seien hadde pellets i magesekken, mens den tilsvarende andelen for torsk var 20 %. Sei og torsk fanget på kontroll-lokaliteter hadde ikke laksepellets i magesekken. I dette studiet ble innslaget av spillfôr målt ved 9 lakseanlegg i tre regioner tre ganger i løpet av en sommer, og resultatene reflekterer derfor ikke nødvendigvis situasjonen i vinterhalvåret (Dempster m. fl. 2011). Det var i dette studiet kun sei (N=570) og torsk (N=345) som ble fanget i et tilstrekkelig antall til å kunne gjennomføre analyser av spillfôr i dietten (Dempster m. fl. 2011). Sæther m. fl. 2012 viste også at torsk av ulik størrelse varierte med hensyn til hvor mange som hadde pellets i mageinnholdet. Andelen av torsk som var mindre (N=34) eller større (N=46) enn 60 cm som hadde spist pellets var henholdsvis 32 % og 11 % (Sæther m. fl. 2012). Også for andre arter kan innslag av pellets i dietten være betydelig (Tabell 5). Det eksisterende kunnskapsgrunnlaget tyder derfor på at det er svært sannsynlig at tilgjengelighet til spillfôr er en viktig faktor for tiltrekning av vill marin fisk til fiskeoppdrettsanlegg.

Det er også mulig at villfisk tiltrekkes havbruksanlegg av andre årsaker enn spillfôr. Det er hittil ikke publisert resultater som viser at villfisk spiser fekalier fra oppdrettsfisk, hverken i Norge eller i andre land. Fra studier gjennomført ved Havforskningsinstituttet er det vist at sei rundt havbruksanlegg spiser spillfôr, men heller ikke der fant de klare indikasjoner på at fisken spiste fekalier (Otterå m. fl. 2007). Dette kan kanskje delvis skyldes at konsistensen på fekaliene gjør at det er vanskelig å bestemme innslaget i dietten til villfisk. Det er derfor mulig at fekalier blir kategorisert som uidentifiserbart mageinnhold eller detritus/sedimenter (Dempster m. fl. 2011, Demetrio m. fl. 2012). Siden det ikke er gjort målrettede forsøk på å måle om villfisk spiser laksefekalier (f.eks. ved å måle biokjemisk innhold i mageinnhold) og villfisk som oppholder seg ved havbruksanlegg har en svært varierende diett, kan det ikke utelukkes at enkelte arter kan spise fekalier og at dette også kan bidra til tiltrekning av villfisk til havbruksanlegg.

En annen mulig årsak til tiltrekning er at større villfisk lokkes til havbruksanlegg fordi mindre byttedyr også samles der. Både Dempster m. fl. 2011 og Sæther m. fl. 2012 dokumenterte at større torsk og sei fanget ved havbruksanlegg hadde spist mindre fisk, hovedsakelig småsei, som trolig var tiltrukket anlegg på grunn av tilgang på spillfôr. Serra-Linares m. fl. (2013) viste også at større torsk og sei som oppholdt seg ved et torskianlegg hadde spist rømt torskeyngel og andre fiskearter. Det er videre observert lokale konsentrasjoner av raudåte (*Calanus finmarchicus*) ved lakseanlegg, kanskje fordi anleggstrukturer fungerer som planktonoppsamlere (Uglen pers. obs.). Det er samtidig også observert store stimer makrell *Scomber scomber* ved de samme lakseanleggene. Analyser av mageprøver har vist at raudåte er en del av dietten til makrell fanget ved anlegg (Dempster upubliserte data), noe som kanskje kan bety at lakseanlegg «fanger opp» raudåte som igjen tiltrekker seg makrell. Det er også vist at havbruksanlegg kan tiltrekke seg større rovfisk i Middelhavet, der blåfisk (*Pomatomus saltatrix*) svært ofte blir observert både utenfor og inni merdene for havabbor

og dorade (Sanchez-Jerez m. fl. 2008). Det antas at denne arten biter hull på notveggen for å få tak i oppdrettsfisken. Det er videre kjent fra studier både i Nord- og Sør-Amerika, samt i Skottland, at oppdrettsanlegg tiltrekker seg sjøpattedyr og fugler på grunn av tilgang på ulike typer byttedyr (f. eks. Carss 1990; Morris 1996; Sepúlveda & Oliva 2005), en problemstilling som også er kjent i Norge. Det er derfor sannsynlig at større predatorer kan tiltrekkes havbruksanlegg på grunn av at mindre byttedyr oppholder seg der og at tiltrekning av ulike flere arter over ulike trofiske nivå kan medføre at «kunstige næringskjeder» oppstår. Det er også spekulert i at oppdrettsanlegg tiltrekker seg villfisk fordi de representerer skjulesteder for fisken, Dette er så vidt vi vet ikke dokumentert, siden studier av tiltrekning til tomme anlegg over en relativt lang tidsperiode er nødvendig for å kunne skille effekter fra tilgang på spillfôr og mindre byttedyr fra eventuelle effekter av tilgang på egnede skjulesteder.

Tabell 5 Oversikt over fiskearter som er påvist å spise spillfôr fra havbruksanlegg. Engelske artsnavn er brukt for arter som ikke har norske navn. Andel med pellets referer til andelen av fisk samlet inn ved havbruksanlegg med pellets i mageinnholdet. I tillegg til rømt oppdrettslaks er det også rapportert at rømt havabbor, dorade og ørnefisk kan spise spillfôr (Sanchez-Jerez pers medd.).

Art, norsk eller engelsk navn	Latinsk navn	Land	Andel m/pellets	Referanse
Regnbueørret	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Skottland	30-73 %	Carss 1990
Sei	<i>Pollachius virens</i>	Skottland, Norge	14-60 %	Carss 1990, Skog m. fl. 2003, Bjordal & Johnstone 1993, Bjørn 2009, Dempster m. fl. 2011
Torsk	<i>Gadus morhua</i>	Norge	11-32 %	Dempster m. fl. 2011; Sæther m. fl. 2012
Laks (rømt)	<i>Salmo salar</i>	Norge	80 %	Olsen & Skilbrei 2010
Okseøyefisk	<i>Boops boops</i>	Spania	90 %	Arechavala-Lopez m. fl. 2010
Hestemakrell	<i>Trachurus mediterraneus</i>	Spania	67 %	Fernandez-Jover 2008
Gaffelmakrell	<i>Trachinotus ovatus</i>	Spania	80 %	
Multer	<i>Liza aurata, Liza ramada, Chelon labrosus, Mugil cephalus</i>	Spania	78 %	Fernandez-Jover 2008
Rund sardinell	<i>Sardinella aurita</i>	Spania	80 %	Fernandez-Jover 2008
Fembåndet sergentfisk	<i>Abudefduf vaigiensis</i>	Indonesia	-	Sudirman m. fl. 2009
Sortbåndet musketerfisk	<i>Pterocaesio tile</i>	Indonesia	-	Sudirman m. fl. 2009
Violet damsel	<i>Neopomacentros violascens</i>	Indonesia	-	Sudirman m. fl. 2009
Fingerfisk	<i>Monodactylus argenteus</i>	Indonesia	-	Sudirman m. fl. 2009
Neotropical catfish	<i>Iheringichthys labrosus</i>	Brasil	15-32 %	Demetrio m. fl. 2012
Spotted metynnis	<i>Metynnes maculatus</i>	Brasil	17-52 %	Demetrio m. fl. 2012
Ikke tilgjengelig	<i>Pimelodus maculatus</i>	Brasil	50-98 %	Demetrio m. fl. 2012
Paraguay River eartheater	<i>Satanoperca pappaterra</i>	Brasil	29 %	Demetrio m. fl. 2012
Graceful pimelodella	<i>Pimelodella gracilis</i>	Brasil	-	Demetrio m. fl. 2012
Noja	<i>Pseudauchenipterus galeatus</i>	Brasil	-	Demetrio m. fl. 2012

3.5.6 Effekter av tiltrekning av fisk

Tiltrekning av villfisk til havbruksanlegg kan påvirke både økosystemene og ulike brukere av kystsonen (m.a.o. ulike interessentgrupper). De ulike artene som tiltrekkes anlegg kan biologisk sett påvirkes gjennom endret fysiologi eller atferd på individnivå og/eller fordeling og tilstedeværelse i tid og rom. Tiltrekning kan også påvirke mange interessentgrupper, men fiskeri-, havbruks- og turistnæringene er trolig de som påvirkes mest. Vi vil i dette avsnittet primært ta for oss hvordan

mulige økologiske endringer på grunn av tiltrekning til havbruksanlegg kan påvirke disse tre interessentgruppene. Hvordan økologiske endringer som følge av tiltrekning kan tenkes å påvirke bestandsdynamikk hos villfisk, gjennom effekter på reproduksjonspotensiale, overlevelsessevne eller fordeling i tid og rom vil bli oppsummert senere.

Romlig fordeling av fisk – begrensinger for fiskeri?

Tiltrekning av villfisk til havbruksanlegg kan påvirke både tilgjengeligheten og kvaliteten på villfisken. Siden havbruksanlegg av ulike årsaker kan tiltrekke seg store mengder villfisk kan de fungere som kunstige rev (Bortone m. fl. 2011) og/eller såkalte «fish attracting devices, FADs» dersom de aggregerte organismene utnyttes i kommersiell sammenheng (Sanchez m. fl. 2011). De kommersielle fiskeartene som aggregeres ved havbruksanlegg i Norge er i hovedsak fiskearter som vandrer eller oppholder seg på andre steder enn i nærheten av havbruksanleggene under gytesesongen (e.g. Dempster m. fl. 2009; 2010; 2011). Det er derfor naturlig å anta at havbruksanlegg primært fører til økt biomasse ved at tilførsel av fiskefôr innebærer ekstra vekst hos fisk som samles ved anleggene, og ikke ved at havbruksstrukturene *per se* fører til økt populasjonsstørrelse i form av økt antall individ. Det finnes så vidt vi vet ingen estimater på i hvilken grad tiltrekning til lakseanlegg fører til økt biomasse, men dette vil trolig være en funksjon av fôrtapet. Siden det ikke finnes publisert og pålitelig kunnskap vedrørende fôrtap i lakseoppdrett i Norge er det vanskelig å estimere økt biomasse som følge av tiltrekning til anlegg. Det faktum at fôrtapet er antatt til å være i størrelsesorden 3-5 % av det totale fôrforbruket, indikerer at det er et klart potensiale for at tiltrekning av villfisk til havbruksanlegg fører til en betydelig økt biomasse. Det er videre også mulig at tiltrekning av fisk til havbruksanlegg og implisitt økt tilgang på ressurser indirekte fører til økt fekunditet, men det er uklart i hvilken grad dette skjer og om dette fører til en reell økning av reprodusertivt potensiale (Dempster m. fl. 2011).

Aggregering av fisk ved havbruksanlegg representerer derfor i første rekke trolig en oppkonsentrering av fisk som normalt sett ville oppholdt seg andre steder i fjordsystemene. Det er vist at både torsk og sei oppholder seg ved lakseanlegg i større grad enn andre steder, at de kan være der i lange perioder og at de vandrer mellom ulike lakseanlegg i samme fjordsystem (Uglem m. fl. 2008; 2009, Otterå og Skilbrei 2012).

Fisken nær anlegg er i stor grad utilgjengelig for fiskere med tradisjonelle redskaper og lokalitetens beskaffenhet med hensyn til nøtter, tauverk og forankringer legger sterke begrensinger på bruk av aktive redskaper. Det er i dag ikke anledning til å fiske innenfor en sikkerhetssone på 100 meter inntil anleggene. En ny undersøkelse tyder på at denne sikkerhetssonen beskytter det meste av torsk og sei som aggregeres rundt anlegget mot fiske på dagtid (Dempster m. fl. 2010). Hvorvidt dette reduserer mulighetene for fangst av denne fisken er uklart, og vil avhenge av fordeling og vandringer til andre tider på døgnet. I tilfeller hvor båter har fisket nær anlegg finnes det eksempel på at kystflåtefartøy har tatt hele torskekvoten sin der (Maurstad m. fl. 2007). Totalt sett tyder tilgjengelig informasjon fra studier og fra fiskerhold på at 100 meters-sonen rundt anleggene er et effektivt hinder for å kunne fiske på aggregerte bestander. For å kunne utnytte disse konsentrasjonene må det derfor utvikles metoder og redskaper som kan benyttes innenfor forbudssonen. I et prosjekt avsluttet i 2012 ble det fisket med teine nær havbruksanlegg. Resultatene var lovende men viser at fiske kun er økonomisk interessant om det foregår innenfor sikkerhetssonen (Sæther m.fl. 2012). Tilpasning av eksisterende eller utvikling av ny teknologi og metoder for fangst av fisk under og like ved anleggene vil kunne være et viktig steg i retning av å harmonisere forholdet mellom fiskeri og havbruk. Dette vil gi lokale

fiskere tilgang til fisk rundt anleggene uten at de kommer i konflikt med havbruksanleggenes produksjon eller på noen måte er til skade eller hinder for oppdretter.

Konsentrasjon av villfisk ved anlegg kan i tillegg medføre at fisken ikke oppholder seg på tradisjonelle fiskeplasser. Dette kan være uheldig siden det kan medføre at det blir mindre fisk til konvensjonelle fiskerier dersom fisken flytter seg fra feltene der den er tilgjengelig for fiskerne og oppholder seg i fiskeforbudssonen rundt havbrukslokaliteter. Det er oss bekjent ikke gjennomført systematiske undersøkelser for å dokumentere om og i hvilken grad tiltrekning av villfisk reduserer reell ressurstilgang for lokale fiskerier. På den andre siden kan åpning for fiske nærmere enn 100 meter fra anlegg føre til at blir lettere å fange fisken enn det som er tilfelle under normalt fiske siden fisken er samles på et lite og definert areal (Sanchez m. fl. 2011). Dersom det åpnes for fiske ved anlegg bør det også vurderes om dette kan medføre økt risiko for overbeskatning og om det er relevant å innføre kvotebegrensninger.

3.5.7 Kvalitet på oppdrettsassosiert villfisk

Det er utført noen vitenskapelige studier der kvalitet på fisk fanget ved havbruksanlegg er sammenlignet med kontrollfisk som ble fanget andre steder (Uglem et al. 2014). Skog m. fl. (2003) sammenlignet kvalitet på småsei (30-37 cm lengde) fanget i en fjord med og en fjord uten havbruk i Nordland. Nesten halvparten (46 %) av fisken som ble fanget i nærheten av havbruksanlegg hadde laksefôr i magesekken, og fettsyreprofiler fra fisken viste at den hadde spist laksefôr også tidligere (Skog m. fl. 2003). Konsumkvalitet ble evaluert ved bruk av smakspanel og blindtesting (Lea m. fl. 1995; Skog m. fl. 2003). Smakspanelet konkluderte med at småsei fanget i en fjord uten havbruk smakte bedre enn sei fanget i en havbruksfjord. På en skala fra 1 til 9, der 9 representerer «svært god», ble fisk fanget like ved havbruksanlegg gitt en gjennomsnittlig smaksindeksverdi i underkant av 5, mens fisk fanget i en havbruksfri fjord ble gitt en indeks på om lag 7. Gjennomsnittlig leverindeks (HSI) for sei fanget like ved havbruksanlegg eller i en havbruksfri fjord var tilnærmet lik (Skog m. fl. 2003, HSI = 8,5 vs. 8,7). Dette er vesentlig lavere enn det man ofte finner hos sei som har spist mye pellets (HSI > 15) (Otterå m. fl. 2009), noe som kan tyde på at den undersøkte seien var ikke var svært påvirket av en diett bestående av laksefôr, og dermed kan det ikke utelukkes at smaksforskjellen på seien mellom de to fjordene også kan ha andre årsaker.

Bjørn m. fl. (2007) undersøkte kvalitet hos sei og torsk fanget i et havbruksintensivt område og i et kontrollområde uten havbruk i løpet av våren og høsten 2006. Kvalitet ble evaluert ved å måle ulike morfometriske parametere og pH i muskel og blod, samt ved å bestemme filetindeksen (FI, Akse m. fl. 2006). Filetindeksen varierer fra 0 til 13, der høye verdier representerer redusert kvalitet. Fisken ble behandlet så optimalt som mulig etter fangst (umiddelbar bløgging og lagring på is i små enheter). Generelt var kvaliteten på både torsk og sei forholdsvis god. For torsk fanget i april var filetindeksen på kontrollfisken noe høyere (FI = 4,4 - dvs dårligere kvalitet) enn for fisk fanget under havbruksanlegg (F = 2,8), noe som kan skyldes at kontrollfisken var fanget med garn, mens torsk fra havbruksanlegg ble fanget levende med snøre (juksa). For høstinnsamlingen var sei fra havbruksanlegg av marginalt bedre kvalitet enn kontrollfisken (Filetindeks FI = 2,8 vs. 1,1), mens det motsatte ble funnet for torsk (FI = 0,7 vs. 1,7). Leverindeksene for sei var lave og like (FI = 6,8 vs. 6,5), noe som trolig tyder på at den undersøkte seien ikke i vesentlig grad hadde spist pellets. Bjørn m. fl. (2007) konkluderte med at det ikke ble funnet vesentlige kvalitetsforskjeller hverken for torsk eller sei i Øksfjord i 2006.

Undersøkelsene fra Øksfjord i 2006 ble repetert høsten 2007 (Bjørn m. fl. 2009). Det ble samtidig også samlet inn fisk fra Hitra i Sør Trøndelag (torsk og sei) og fra Ryfylke (kun sei) (Bjørn m. fl. 2009). På samme måte som for fisk fra Øksfjord i 2006 ble fangsten behandlet så optimalt som mulig. I tillegg til filetkvaliteten ble også smak og kvalitet sammenlignet mellom ulike grupper ved å bruke et profesjonelt smakspanel (Sæther m.fl 2012). Resultatene fra Øksfjord for 2007 var omtrent de samme som i 2006, med generelt god filetkvalitet både hos torsk og sei og ingen vesentlige forskjeller mellom fisk fra lakseanlegg og kontroll-lokaliteter. Kvaliteten på torsk samlet inn ved Hitra var også generelt god og det var ingen forskjeller i filetkvalitet (FI ~1,5) mellom gruppene. Filetkvaliteten hos sei fanget ved havbruksanlegg på Hitra var imidlertid klart redusert, men ikke dårlig, i forhold til kontrollsei (FI = 4 vs. 1,5). I Ryfylke ble tre grupper sei undersøkt i 2007; 1) fanget under havbruksanlegg, 2) 1-2 km unna anlegg i en fjord med mye havbruk og 3) i et område som var mer enn 20 km unna nærmeste havbruksanlegg. Fisk fra lokalitet 1 og 3 ble fanget på juksa, mens fisk fra lokalitet 2 ble fanget med garn satt fra ettermiddag til neste morgen (ca 15 timer, noe som betyr at deler av denne fisken døde før bløgging). Gjennomsnittlig leverindeks varierte mellom de ulike fangststedene i Ryfylket; sei fra lokalitet 1 og 3 hadde mindre lever (HSI = hhv. 8,5 og 10,5) i forhold til størrelsen enn sei fra lokalitet 2 (HSI = 15). Leverindeksverdiene tyder på at fisk fanget på lokalitet 2 var betydelig fetere enn normalt, kanskje på grunn av inntak av laksepellets. Pellets ble imidlertid ikke funnet i mageinnholdet på disse fiskene, og det er derfor ikke sikkert om den høye leverindeksen skyldes inntak av laksefôr eller annen fet føde. Gjennomsnittlig filetindeks for sei fra lokalitet 1 og 3 var lav og tilnærmet lik (FI~1), mens filetkvaliteten for sei fanget på lokalitet 3 var dårlig (FI ~7), noe som også kan skyldes at fisken fra denne lokaliteten ble fanget på garn satt over natten. Det ble imidlertid ikke påvist vesentlige forskjeller i kvalitet mellom noen av gruppene, verken for torsk eller sei, i de sensoriske analysene som ble utført av smakspanelet.

Sæther m. fl. (2012) undersøkte sei og torsk fanget ved havbruksanlegg sammenlignet med kontrollfisk fanget i områder presumptivt upåvirket av havbruk. Dette var fisk fanget med tanke på utnyttelse av villfisk ved havbruksanlegg, og fangsten foregikk dermed i umiddelbar nærhet til anlegg. Fisken som ble fanget ved havbruksanlegg ble fanget levende med enten teine eller juksa, mens fisken som ble fanget på kontroll-lokalitetene ble fanget på garn eller snurrevad noe som trolig innebar at deler av kontrollfisken døde før bløgging. Gruppestørrelsene i denne studien varierte mellom 10 og 15 fisk. Leverstørrelse i forhold til kroppsvekt for torsk fanget ved anlegg og på kontroll-lokaliteter var relativ lik (HSI ~5 – 8), mens sei fanget ved lakseanlegg generelt hadde større lever enn sei fanget på kontroll-lokaliteter (HSI: 3-14 vs. 6-8). Det var generelt ingen vesentlige forskjeller i filetindeks mellom de ulike prøveuttakene eller mellom garnfanget kontrollfisk og levendefanget fisk fra havbruksanlegg som indikerte at fisk fanget nært anlegg avvek betydelig fra kontrollfisken, med unntak av at det i november ble registrert laksefôr i magesekken på sei fanget ved anlegg og en litt avvikende lukt av fiskekjøttet. Filetindeksen for den undersøkte fisken varierte mellom 2 og 6, det vil si fra god til middels kvalitet. Det var ingen klare trender i variasjon i filetkvalitet i forhold til årstid. Det ble i sensoriske smakspaneltester ikke funnet store forskjeller mellom fisk fanget nært eller langt fra havbruksanlegg, men det var marginale forskjeller som tydet på at fisk fanget nær lakseanlegg var av bedre kvalitet enn fisk fanget langt unna anlegg.

I motsetning til de ovennevnte studiene undersøkte Otterå m. fl. (2009) om inntak av kommersielt fiskefôr påvirket konsumkvaliteten på sei ved å føre fisk holdt i kar med enten lakse- og/eller torskfôr fra oktober i 2006 til juni 2007. Kvalitet ble sammenlignet for de ulike fôringsregimene i desember 2006, mars 2007 og i juni 2007. I tillegg ble villfanget sei sammenlignet med oppfôret sei i juni 2007. Fisken ble behandlet så optimalt som mulig etter avliving og fram til kvalitetsanalysen.

Både filetindeks (QIM, Otterå m. fl. 2009), tekstur, pH, farge, fettsyreinnhold og sensorikk ble målt. Med unntak av villfisken (Fanget på juksa, N = 21, HSI~7-8) var leverindeksen høy for uttaket i juni (HSI > 15), noe som indikerer at oppfôret fisk var betydelig fetere enn villfanget sei. Det ble i juni 2007 (mao. etter ca. 8 måneder) ikke funnet vesentlige forskjeller for noen av de målte parameterne som tydet på at sei fôret med fiskefôr var av betydelig dårligere kvalitet enn villfanget sei. Det ble konkludert med at sei fôret på kommersielt fiskefôr generelt var av god kvalitet. Det var også en tendens til at sei fôret med torskfôr var mer lik villfanget sei enn sei fôret med laksefôr.

Resultater fra et forskningsprosjekt som ble igangsatt høsten 2012 er i tråd med resultatene fra publiserte og rapporterte studier (Uglem m. fl. upubliserte resultater). I dette studiet ble sei fanget under lakseanlegg og på kontroll-lokaliteter i Midt-Norge (Hitra og Hemnefjorden). Fisken ble fanget enten med juksa eller med garn i midten av september 2012 (satt på kvelden og trukket om morgenen, gruppestørrelser 28-30 fisk). Det ble lagt vekt på å bruke kommersiell fangstmetodikk og redskap. Fisk fanget ved anlegg hadde større lever (HSI~15) enn fisk fanget andre steder (HSI~5-8). Filetkvaliteten var generelt god for alle gruppene (FI gjennomsnitt < 2), men kvaliteten på sei var noe redusert for garnfanget fisk fra lakseanlegg i forhold til garnfanget kontrollfisk. Garnfanget fisk var generelt av noe dårligere filetkvalitet enn juksafanget fisk. Teksturmålinger for opptint loins lagret på is i to dager og deretter frosset i to måneder tyder videre på at fileter fra fisk fanget ved havbruksanlegg var bløtere enn for fisk fanget et stykke unna anlegg. Andelen av den undersøkte fisken med pellets i magesekken var lav (~12 %), noe som trolig er relatert til at fisken ble fanget ved et lakseanlegg med nylig utsatt laksesmolt, dvs ved et anlegg med lavt fôrforbruk. Fisken ble på samme måte som for de andre publiserte studiene behandlet optimalt i og med at den ble bløgget umiddelbart etter fangst, blødd ut i rennende vann før sløyning og lagt på is i små enheter før kvalitetstesting 2 dager etter fangst. Resultater fra biokjemiske analyser av muskel og lever indikerer også at fisk fanget ved havbruksanlegg over tid har en annen diett enn fisk fra kontroll-lokaliteter (Egea m.fl. 2015).

Den eksisterende forskningsbaserte kunnskapen vedrørende konsumkvalitet tyder dermed på at kvaliteten hos sei kan reduseres som følge av inntak av laksepellets, men at dette nødvendigvis ikke trenger å være et generelt eller svært omfattende problem dersom fisken behandles optimalt etter fangst. Det er imidlertid usikkert om kjøttkvaliteten hos torsk kan påvirkes. Resultatene indikerer videre at fangstmetode trolig er viktig for kvaliteten hos sei (målt som bløthet eller spalting av kjøttet) fordi juksafanget fisk er av bedre kvalitet enn garnfanget fisk. Siden havbrukspåvirket og kontrollfisk i flere av de eksisterende studiene er fanget med ulike metodikk (henholdsvis juksa og garn) kan dette ha ført til at forskjeller i kvalitet har blitt maskert på grunn av redskapsrelatert kvalitetsvariasjon. En annen faktor som kan forklare manglende eller liten variasjon i kvalitet mellom påvirket og kontrollfisk i flere studier er at den relative leverstørrelsen hos antatt påvirket fisk er betydelig mindre enn det som er vanlig hos sei som har spist mye laksefôr over tid (Otterå m. fl. 2012). Det er også grunn til å tro at behandlingen av fangsten har vært mer standardisert og bedre i de vitenskapelige studiene enn det som er vanlig i ordinært kystfiske, siden mengde fisk som er fanget og analysert er mindre enn det som prosesseres per tid i kommersielt fiske. Dette kan ha resultert i at fisken bløgges og kjøles raskere, og at den lagres i mindre enheter over kortere perioder før kvaliteten måles enn det som er vanlig i kommersielt fiske. Det er derfor fortsatt behov for å undersøke kvalitet, kanskje spesielt hos sei, i samarbeid med lokale fiskere der fangst og prosessering forgår på samme måte som i kommersielt fiske (slike undersøkelser er igangsatt høsten 2012, se ovenfor, Uglem upubliserte resultater). Det faktum at den erfaringsbaserte kunnskapen indikerer at kvalitetseffekter hos sei på grunn av tiltrekning til havbruksanlegg er et periodevis problem for kyst

og fjordfiskere som fisker i fjorder med mye havbruk innebærer at det er behov for mer kunnskap om, når og i hvilken grad kvaliteten påvirkes under kommersielle forhold. Denne typen kunnskap er essensiell for å foreslå eventuelle avbøtende og/eller kvalitetsbedrende tiltak.

3.5.8 Mulig påvirkning på vandring og gyteadferd hos kjønnsmoden villfisk

Det har vært hevdet fra fiskerhold at kjønnsmoden torsk på gytevandring inn fjorder har endret atferd etter etablering av havbruksanlegg (Maurstad m.fl. 2008). Gyteatferden hos torsk er komplisert (Brawn 1961; Hutchings et al 1999) og vellykket reproduksjon synes å involvere en rekke handlinger; blant annet spesielle atferdstyper og lydsignaler (Rowe m. fl. 2006) hos hanner og mulig påfølgende partnervalg hos hunnene. Beinfisk frigir hormoner og metabolitter i vannet der flere av dem fungerer som kjønnsferomoner, eller kjemiske signalstoffer som er viktig for kommunikasjonen mellom kjønnene i de siste stadiene av kjønnsmodningen og selve gytingen (Sorensen og Stacey 2004). Blandingen av feromoner er sannsynligvis viktig for kommunikasjonen mellom fisk, siden de har et relativt begrenset «kjemisk vokabular» (Sorensen m.fl. 1998). Når det i tillegg er kjent at fisk er svært sensitive for feromoner, de kan registreres i pico- og nanomolar konsentrasjoner (10^{-12} til 10^{-9} Molar), kan man ikke utelukke at luktstoffer fra havbruksfisk kan påvirke kjemisk kommunikasjon mellom villfisk i havbruksintensive områder. Siden luktesansen generelt synes å være viktig for fiskens evne til å orientere seg, er det nærliggende å undersøke hvorvidt torsk på gytevandring reagerer på luktstoffer assosiert med havbruk.

Første trinn i oppfølgingen av påstandene om endret adferd hos kysttorsk var å etablere en metode for å studere slike effekter. Der ble det vist eksperimentelt at torsk unngikk vann fra en tank med laks, og at denne adferden gjentok seg hos flere individer. Det ble også vist at responsen uteble når torskens luktorgan var blokkert; dermed er dette knyttet til fiskes luktesans (Sæther m.fl. 2007). Forsøkene ble også gjentatt med vann fra kar med oppdrettstorsk, med samme effekt på den villfangede torskens adferd. Dette kan tyde på at responsen ikke er knyttet til art, men snarere andre vannbårne komponenter av mer generell art. Interessant nok syntes responsen hos torsken i adferdskammeret å variere med hvilken bakgrunn fisken hadde; oppdrettstorsk viste ingen tegn til adferdsendring mens villtorsk fanget nær anlegg viste en noe unnvikende adferd, men ikke like tydelig som kysttorsk fanget på vandring (Sæther m. fl. 2007). Dette forsøket ble gjennomført under kontrollerte lukkede forhold i laboratorium, hvor fisken valgte oppholdssted ut i fra ellers identiske betingelser i svært enkle omgivelser. Med andre ord valgte den ikke bort noe (eksempelvis en gyteplass) ved å unngå å oppholde seg i kar med lukt fra laks. Forsøket og resultatene er da også et metodestudie som sier at torsk kan lukte vannbårne komponenter fra et oppdrettskar med laks, men det sier ingenting om hvorvidt dette påvirker fisk i naturen. I ett oppfølgingsforsøk sammenlignet en atferden hos torsk med intakt og blokkert luktorgan i Øksfjord. Dette forsøket benyttet den dokumenterte metoden (Sæther med fl. 2007) ute i naturen, og svarene her kunne gi indikasjoner på hvorvidt villtorsk unngår lakseoppdrettsanlegg slik hevdet av enkelte fiskere. Dette var torsk som ble fanget på vandring inn Øksfjorden før gyteperioden, og enten gjenutsatt på fangststedet eller ved et gyteområde lengre inn i fjorden. Fjorden har flere havbruksanlegg, og flere kjente gytegrunner for torsk. Resultatene støttet ikke opp om hypotesen om at kysttorsk på gytevandring påvirkes av lukt fra havbruksanlegg (Bjørn m.fl. 2009). Ingen fisk gikk inn i fjorden etter at de var fanget, merket og satt ut igjen, og manglende luktesans forandret ikke på dette. Atferden stemmer med hva fiskerne hevdet, men resultatene kan ikke knytte atferden til havbruk. Fisk som ble satt ut inne i fjorden, nær gyteområde og havbruksanlegg oppholdt seg der lenge nok til at de kunne ha gytt der, og viste dermed ingen tegn til å være skremt bort av havbruksanleggene.

I Ryfylke er det observert store mengder sei i tilknytning til havbruksanlegg (Ryfylkeprosjektet). I følge fiskere er dette sei som før anleggene ble etablert oppholdt seg, og ble også fisket på, i andre områder i Ryfylkebassenget. Dette er sei som vandrer innad i bassenget sommerstid, men som trekker ut i Nordsjøen på gytevandring om høsten. Otterå og Skilbrei (2012) har dokumentert vandring av sei innad i bassenget de senere år, der deler av seien vandrer mellom havbruksanleggene, tilsynelatende uten å trekke ut av fjordene for å gyte. Det er ikke kjent om dette reflekterer en endring i atferd hos denne fisken siden det trolig finnes stammer som har hatt slik atferd hele tiden, men det kan også reflektere et potensielt problem for fremtidig rekruttering av seibestanden i området. Fangstdata fra Austevoll viste imidlertid at gjennomsnittsvekten av seien fanget under havbruksanlegg gikk ned i perioden den vanligvis ville forlate fjorden for å vandre ut til gytefeltene, noe som ble tolket til at kun den kjønnsmodne fisken som var størst hadde forlatt området (Bjordal & Skar 1992). Dette er i så fall en viktig distinksjon, siden havbruksanlegg trolig kan defineres som en økologisk kilde om seien foretar gytevandring som normalt, men kan være en økologisk felle om gytevandringen forsinkes.

Fremmedstoffer og kvalitet

Havbruksanlegg kan i hovedsak tilføre miljøet skadelige stoffer via fiskefôr, antigroebehandling eller medikamenter. Det er ikke dokumentert at miljøgifter tilført gjennom fiskefôr resulterer i skadelige mengder av miljøgifter i villfisk fanget ved anlegg, selv om mengde av ulike stoffer varierer mellom fisk fanget ved havbruksanlegg og andre steder (deBruyn m. fl. 2006; Bustnes m. fl. 2010;2011; 2012). Fremmedstoffer som halogenererte organiske forbindelser, samt tungmetaller, i fôr, laks og fekalier er undersøkt i egne overvåkingsprogram. PCB, furaner, dioksin, klorerte pesticider og bromerte flammehemmere (Samuelsen & Grøsvik 2013) ligger langt under grenseverdier der dette er satt. I sammenligninger med sei og torsk assosiert med havbruksanlegg og fisk fanget på nærliggende kontroll-lokaliteter (deBruyn m. fl. 2006; Bustnes m. fl. 2010;2011; 2012) ble det heller ikke funnet økte verdier av de analyserte organiske miljøgiftene for sei, mens det ble funnet noe økte verdier av enkelte stoffer, slik som DDT fra 68 til 143 ng/g hos torsk (Bustnes m. fl. 2010). Verdierne er imidlertid svært lave og ikke i nærheten av det som kan antas å være helseskadelig ved normalt inntak av fisk. Det er videre vist at sei kan akkumulere antibiotika som gis via fôret (Samuelsen m. fl. 1992), men siden det per i dag brukes svært lite antibiotika i norsk lakseoppdrett representer dette derfor trolig ingen vesentlig miljøpåvirkningsfaktor. Det er videre også påvist lusemiddel (teflu- og diflubenzuron) i vann, skjell, krepsdyr og sei i nærheten av lakseanlegg, men ikke i torsk (Langford m. fl. 2011, Samuelsen m. fl. 2013). Disse stoffene er svært toksiske for krepsdyr. Verdierne som ble påvist i vann, skjell, krepsdyr og fisk antas å være høye nok til at de kan være skadelige for organismer som gjennomgår skallskifte i løpet av livssyklusen, men mest trolig ikke for mennesker (Langford m. fl. 2011; Samuelsen m. fl. 2013). Det er videre dokumentert en betydelig effekt på hummeryngel (dødelighet og senskader) som ble fôret med en dose legemiddel tilsvarende en diett på medisinholdige (teflubenzuron) pellets og fekalier i en uke (Samuelsen m. fl. 2013). Det er også vist at reker tar opp næringsstoffer fra laksespellet i nærheten av havbruksanlegg, enten via fôr, faeces eller andre organismer (Åserud Olsen m. fl. 2012), noe som støtter antagelsen om at det er et potensiale for at lusemidler som inneholder kitinhemmere kan påvirke lokale krepsdyrbestander. Det er knyttet usikkerhet til hvorvidt bruk av kobberholdig notimpregnering kan føre til negative økologiske effekter i området rundt havbruksanlegg (Taranger m. fl. 2012). Kobber er giftig for en rekke dyregrupper inkludert alger, skalldyr og krepsdyr, men bindes raskt i sedimentet under havbruksanlegg siden dette som oftest inneholder mye organisk karbon og sulfider (Burrige m. fl. 2010). Det er imidlertid påvist høye nivå av kobber under havbruksanlegg og toksiske effekter er

dokumentert, selv om omfanget er omdiskutert. Det i denne sammenhengen verdt å nevne at risikoen for negative økologiske effekter som følge av bruk av kobberholdig antigroemaling er vurdert som lav, med unntak av for spesielt skjermede lokaliteter slik som havner og marinaer (Brooks & Waldock 2009).

3.5.9 Referanser

- Akyol O, Ertosluk O (2010) Fishing near sea-cage farms along the coast of the Turkish Aegean Sea. *Journal of Applied Ichthyology* 26: 11–15.
- Arechavala-Lopez P, Uglem I, Sanchez-Jerez P, Fernandez-Jover D, Bayle-Sempere JT, Nilsen R. (2010). Movements of grey mullets (*Liza aurata* and *Chelon labrosus*) associated with coastal fish farms in the western Mediterranean Sea. *Aquaculture Environment Interactions* 1: 127-136
- Åserud Olsen S, Ervik A, Grahl-Nielsen O (2012) Tracing fish farm waste in the northern shrimp *Pandalus borealis* (Krøyer, 1838) using lipid biomarkers. *Aquaculture environment interactions* 2: 133-144
- Bergheim A, Braaten B (2007) Modell for utslipp fra norske matfiskanlegg til sjø. Rapport IRIS – 2007/180, 35 s.
- Bergheim A, Åsgård T. (1996). Waste production from aquaculture. In: *Aquaculture and Water Resource Management* (Eds.: D. J. Baird, M.C.M Beveridge, L.A. Kelly and J.F. Muir), pp.50 – 80. Blackwell Science Ltd., Oxford, UK.
- Bjordal Å, Johnstone ADF (1993) Local movements of saithe (*Pollachius virens* L.) in the vicinity of fish cages. *ICES marine Science Symposia*, 196: 143-146
- Bjordal Å, Skar AB (1992) Tagging of Saithe (*Pollachius virens* L.) at a Norwegian Fish Farm: Preliminary Results on Migration. *ICES Council Meeting Papers*, 1992/G:35
- Bjørn PA, Uglem I, Kerwath S, Sæther BS, Nilsen R (2009) Spatiotemporal distribution of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) with intact and blocked olfactory sense during the spawning season in a Norwegian fjord with intensive salmon farming. *Aquaculture*. 286: 36-44
- Bjørn PA, Uglem I, Sæther BS, Dale T, Økland F, Nilsen R, Aas K, Tobiassen T (2007) Videreføring av prosjektet “Behavioural responses in wild coastal cod exposed to salmon farms: possible effects of salmon holding water - a field and experimental study”. *Fiskeriforskning rapport*, 6/2007, 38 sider.
- Bortone SA, Pereira Brandini F, Fabi G, Otake S (2011) *Artificial Reefs in Fisheries Management*. CRC Press, New York
- Boyra A, Sanchez-Jerez A, Tuya F, Espino F, Haroun R (2004) Attraction of wild coastal fishes to Atlantic subtropical cage fish farms, Gran Canaria, Canary Islands. *Environmental Biology of Fishes* 70: 393–401
- Brawn VM (1961) Reproductive behaviour of the cod (*Gadus morhua* L.). *Behaviour* 18:177-198
- Brooks S, Waldock M (2009) The use of copper as a biocide in marine antifouling paints. In: *Advances in Marine Antifouling Coatings and Technologies* (Eds. Hellio C, Yebra D) Woodhead Publishing Limited pp. 492- 521
- Burrige L, Weis JS, Cabello F, Pizarro J, Bostick K (2010) Chemical use in salmon aquaculture: A review of current practices and possible environmental effects. *Aquaculture*. 306: 7-23
- Bustnes JO, Borgå K, Dempster T, Lie E, Nygård T, Uglem I (2012) Latitudinal Distribution of Persistent Organic Pollutants in Pelagic and Demersal Marine Fish on the Norwegian Coast. *Environmental Science and Technology*. 46: 7836–7843

- Bustnes JO, Lie E, Herzke D, Dempster T, Bjørn PA, Nygård T, Uglem I (2010) Salmon Farms as a Source of Organohalogenated Contaminants in Wild Fish. *Environmental Science & Technology* 44: 8736-8743
- Bustnes JO, Nygård T, Dempster T, Ciesielski T, Munro Jenssen B, Bjørn PA, Uglem I. (2011) Do salmon farms increase the concentrations of mercury and other elements in wild fish? *J. Environ. Monit.* 13: 1687-1694
- Carss DN (1990) Concentrations of wild and escaped fishes immediately adjacent to fish farms. *Aquaculture* 90: 29-40
- Clynick BG, McKindsey CW, Archambault P (2008) Distribution and productivity of fish and macroinvertebrates in mussel aquaculture sites in the Magdalen islands (Québec, Canada) *Aquaculture* 283: 203–210
- Collins RA (1971) Cage culture of catfish in reservoir lakes. *Proceedings, Annual Conference Southeastern Association of Game and Fish Commissioners* 24: 489–496
- D'Amours O, Archambault P, McKindsey C, Johnson LE (2008) Local enhancement of epibenthic macrofauna by aquaculture activities. *Maine Ecology Progress Series* 371: 73-84
- deBruyn, A.M.H., Trudel, M., Eyding, N., Harding, J. and others. 2006. Ecosystemic effects of salmon farming increase mercury contamination in wild fish. *Environmental Science and Technology* 40: 3489–3493
- Demetrio JA, Gomes LC, Latini JD, Agostinho AA (2012) Influence of net cage farming on the diet of associated wild fish in a Neotropical reservoir. *Aquaculture* 330-333: 171-178
- Dempster T, Sanchez-Jerez P, Bayle-Sempere JT, Gimenez-Casualdero F, Valle C (2002) Attraction of wild fish to sea-cage fish farms in the south-western Mediterranean Sea: spatial and short-term variability. *Marine Ecology Progress Series* 242: 237-252
- Dempster T, Sanchez-Jerez P, Bayle-Sempere, J, Kingsford MJ (2004) Extensive aggregations of wild fish at coastal sea-cage fish farms. *Hydrobiologia* 525: 245-248
- Dempster T, Sanchez-Jerez P, Fernandez-Jover D, Bayle-Sempere J, Nilsen R, Bjorn PA (2011) Proxy measures of fitness suggest coastal fish farms can act as population sources and not ecological traps for wild gadoid fish. *PlosOne* 6: 1-9
- Dempster T, Sanchez-Jerez P, Uglem I, Bjørn PA (2010) Species-specific patterns of aggregation of wild fish around fish farms. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 86: 271-275
- Dempster T, Uglem I, Sanchez-Jerez P, Fernandez-Jover D, Bayle-Sempere J, Nilsen R, Bjørn PA. (2009) Coastal salmon farms attract large and persistent aggregations of wild fish: an ecosystem effect. *Marine Ecology Progress Series* 385: 1–14
- Egea FCM, Toledo-Guedes K, Sanchez-Jerez P, Ibanco-Cañete R, Uglem I, Sæther B-S. (2015). A metabolomic approach to detect effects of salmon farming on wild saithe (*Pollachius virens*) populations. *J. Agric. Food Chem.* 63; 10717-10726 DOI:10.1021/acs.jafc.5b04765
- Fernandez-Jover D, Lopez-Jimenez JA, Sanchez-Jerez P, Bayle-Sempere J, Gimenez-Casaldueiro F, Martinez-Lopez FJ, Dempster T (2007) Changes in body condition and fatty acid composition of wild Mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*, Steindachner, 1868) associated to sea-cage fish farms. *Mar. Environ. Res.* 63: 1-18
- Fernandez-Jover D, Martinez-Rubio L, Sanchez-Jerez P, Bayle-Sempere JT, Lopez-Martinez FJ, Bjørn PA, Uglem I, Dempster T (2011) Waste feed from coastal fish farms: A trophic subsidy with compositional side effects for wild gadoids *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 91. 559-568
- Fernandez-Jover D, Sanchez-Jerez P, Bayle-Sempere J, Valle C, Dempster T (2008) Seasonal patterns and diets of wild fish assemblages associated to Mediterranean coastal fish farms. *ICES J. Mar. Sci.* 65: 1153-1160

- Hutchings JA, Bishop TD, McGregor-Shaw CR (1999) Spawning behaviour of Atlantic cod, *Gadus morhua*: evidence of mate competition and mate choice in a broadcast spawner. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 56:97-104
- Husa V, Hansen PK, Ervik A, Aure J, Bannister R (2013) Utslipp av partikulære og løste stoffer fra matfiskanlegg. I: Taranger GL, Svåsand T, Kvamme BO, Kristiansen T, Boxaspen KK (red.) Risikovurdering norsk fiskeoppdrett 2012. *Fisken og Havet, særnr. 3-2013*, s. 104-129.
- Husa V, Kutti T, Ervik A, Sjøtun K, Hansen PK, Aure J (2014) Regional impact from finfish farming in an intensive production area (Hardangerfjorden, Norway). *Marine Biology Research* 3: 241-252
- Johnston TA, Keir M, Power M (2010) Response of Native and Naturalized Fish to Salmonid Cage Culture Farms in Northern Lake Huron, Canada. *Transactions of the American Fisheries Society* 139: 660-670
- Kutti T (2008) Regional impact of organic loading from a salmonids farm-dispersal, sedimentation rates, and benthic fauna response. PhD Thesis, University of Bergen.
- Kutti T, Ervik A, Hansen PK (2007a). Effects of organic effluents from a salmon farm on a fjord system. I. Vertical export and dispersal processes. *Aquaculture* 262: 367-381
- Kutti T, Ervik A, Høisæter T (2008) Effects of organic effluents from a salmon farm on a fjord system. III. Linking deposition rates of organic matter and benthic productivity. *Aquaculture* 282: 47-53
- Kutti T, Hansen PK, Ervik A, Høisæter T, Johannessen P (2007b) Effects of organic effluents from a salmon farm on a fjord system. II. Temporal and spatial patterns in infauna community composition. *Aquaculture* 262: 355-366
- Kutti T, Olsen SA (2007) Oppdrett stimulerer dyreliv i fjordene. I (E. Dahl E, Hansen PH, Haug T, Karlsen Ø (red). *Kyst og havbruk 2007. Fisken og havet, særnr. 2-2007*, s. 195–197
- Langford KH, Øxnevad S, Schøyen M, Thomas KV (2011) Environmental screening of veterinary medicines used in aquaculture – diflubenzuron and teflubenzuron. *NIVA-rapport 6133-2011*, 51s.
- Lea P, Rodbotten M, Naes T (1995) Measuring validity in sensory analysis. *Food Quality and Preference* 6: 321-326
- Machias A, Giannoulaki M, Somarakis S, Maravelias CD, Neofitou C, Koutsoubas D, Papadopoulou KN, Karakassis I (2006) Fish farming effects on local fisheries landings in oligotrophic seas. *Aquaculture*, 261: 809–816
- Machias A, Karakassis I, Giannoulaki M, Papadopoulou KN, Smith CJ, Somarakis S (2005) Response of demersal fish communities to the presence of fish farms. *Mar. Ecol Prog. Ser.* 288: 241-280
- Maurstad A, Dale T, Bjørn PA (2007) You wouldn't spawn in a septic tank, would you? *Human Ecology* 35: 601-610
- Morris DS (1996) Seal predation at salmon farms in Maine, an overview of the problem and potential solutions. *Marine Technology Society Journal* 30: 39-43
- Morrisey DJ, Cole RG, Davey NK, Handley SJ, Bradley A, Brown SN, Madarasz A (2006) Abundance and diversity of fish on mussel farms in New Zealand. *Aquaculture* 252: 277–288
- Oakes CT, Pondella DJ (2009) The value of a net-cage as a fish aggregating device in southern California. *Journal of the World Aquaculture Society* 40: 1–21
- Olsen RE, Skilbrei OT (2010) Feeding preference of recaptured Atlantic salmon *Salmo salar* following simulated escape from fish pens during autumn. *Aquaculture Environment Interactions*.1: 167-164

- Otterå H, Carlehög M, Karlsen Ø, Akse L, Borthen J, Ellertsen G (2007) Effect of diet and season on quality of farmed Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *Lwt-Food Science and Technology* 40:1623-1629
- Otterå H, Karlsen Ø, Slinde E, Olsen RE (2009) Quality of wild-captured saithe (*Pollachius virens* L.) fed formulated diets for 8 months. *Aquaculture Research*, 40: 1310-1319
- Otterå H, Skilbrei O (2012) Akustisk overvåking av seien sin vandring i Ryfylkebassenget. Rapport fra Havforskningen nr. 14-2012
- Sæther BS, Bjørn PA, Dale T (2007). Behavioural responses in wild cod (*Gadus morhua* L.) exposed to fish holding water. *Aquaculture* 262, 260-267
- Sæther BS, Løkkeborg S, Humborstad OB, Tobiassen T, Hermansen Ø, Midling KØ (2012) Fangst og mellomlagring av villfisk ved oppdrettsanlegg. NOFIMA rapport 8/2012, 37 sider.
- Samuelsen og Grøsvik 2013 overvåking PCB furaner, dioksiner, korette pesticider bromerte flammehemmere
- Samuelsen O, Tjensvoll T, Hannisdal R, Agnalt A-L, Lunestad BT (2013) Flubenzuroner i fiskeoppdrett - miljøaspekter og restkonsentrasjoner i behandlet fisk. Rapport fra Havforskningen. N2 - 2013
- Samuelsen OB, Lunestad BT, Husevåg B, Hølleland T, Ervik A (1992) Residues of oxolinic acid in wild fauna following medication in fish farms. *Diseases of Aquatic Organisms*12: 111-119
- Sanchez-Jerez P, Fernandez-Jover D, Bayle-Sempere J, Valle C, Dempster T, Tuya F, Juanes F (2008) Interactions between bluefish *Pomatomus saltatrix* (L.) and coastal sea-cage farms in the Mediterranean Sea. *Aquaculture* 282: 61–67
- Sanchez-Jerez P, Fernandez-Jover D, Uglem I, Arechavala P, Dempster P, Bayle Sempere J, Valle Pérez C, Izquierdo D, Bjørn P-A, Nilsen R. (2011). Coastal fish farms as fish aggregation devices (FADs). In: *Artificial Reefs in Fisheries Management* (Eds: Bortone SA, Pereira Brandini F, Fabi G, Otake S). CRC Press. 368 pp.
- Sanz-Lazaro C, Belando MD, Marin-Guirao L, Navarrete-Mier F, Marin A (2011) Relationship between sedimentation rates and benthic impact on Maerl beds derived from fish farming in the Mediterranean. *Marine Environmental Research* 71:22-30.
- Sepulveda M, Oliva D (2005) Interactions between South American sea lions *Otaria flavescens* (Shaw) and salmon farms in southern Chile. *Aquaculture Research* 36: 1062-1068
- Serra-Llinares RM, Nilsen R, Uglem I, Arechavala-Lopez P, Bjørn PA, Noble C (2013) Post-escape dispersal of juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua* L) from Norwegian fish farms and their potential for recapture. *Aquaculture Environment Interactions*
- Skog TE, Hylland K, Torstensen BE, Berntssen MHG (2003) Salmon farming affects the fatty acid composition and taste of wild saithe *Pollachius virens* L. *Aquaculture Research*, 34: 999-1007
- Sorensen P W, Stacey NE (2004). Brief review of fish pheromones and discussion of their possible uses in the control of non-indigenous teleost fishes. *NZ J. Mar. and Freshw. Res.*, 38: 399-417.
- Sorensen PW, Christensen TA, Stacey NE. (1998). Discrimination of pheromonal cues in fish: emerging parallels with insects. *Curr. Opin. Neurobiol.* 8: 458-467.
- Sudirman H, Halide H, Jompa J, Zulfikar, Iswahyudin, McKinnon AD (2009) Wild fish associated with tropical sea cage aquaculture in South Sulawesi, Indonesia. *Aquaculture* 286, 233-239
- Taranger m. fl. (2012) Risikovurdering norsk fiskeoppdrett 2012. *Fisken og havet*, særnummer 2–2013. 166 pp.
- Tuya F, Sanchez-Jerez P, Dempster T, Boyra A, Haroun R (2006) Changes in demersal wild fish aggregations beneath a sea-cage fish farm after the cessation of farming. *Journal of Fish Biology* 69: 682–697

- Uglem I, Bjørn PA, Dale T, Kerwath S, Økland F, Nilsen R, Aas K, Fleming I, McKinley RS (2008) Movements and spatiotemporal distribution of escaped farmed and local wild Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *Aquaculture Research* 39: 158-170
- Uglem I, Bjørn PA, Sanchez-Jerez P, Økland F (2009) High connectivity of salmon farms revealed by aggregation, residence and repeated movements of wild fish among farms. *Marine Ecology Progress Series*. 384: 251-260
- Uglem, I., Karlsen, Ø., Sanchez-Jerez, P., Sæther, B.-S. (2014). Review Impacts of wild fishes attracted to open-cage salmonid farms in Norway. *Aquaculture Environment Interactions* 6:91-103
- Waagbø R, Berntssen MHG, Danielsen T, Helberg H, Kleppa AL, Berg Lea T, Rosenlund G, Tvenning L, Susirt S, Vikeså V, Breck O. (2013). Feeding Atlantic salmon diets with plant ingredients during the seawater phase – a full-scale net production of marine protein with focus on biological performance, welfare, product quality and safety. *Aquaculture Nutrition* doi: 10.1111/anu.12010
- Willoughby S. (1999). *Manual of Salmonid farming*. Blackwell Science. pp 329.
- Woll A K, (red.) 2014. Miljødokumentasjon Nordmøre. Samlerapport for fase 1 og 2. Møreforskning, rapport nr. MA 14-06.

