

Jan Grimrud Davidsen og Gaute Kjærstad

Oppdrett av laksefisk i åpne anlegg i Skjerstadvfjorden

Konsekvenser for villaks, sjøørret og sjørøye

**NTNU Vitenskapsmuseet
naturhistorisk notat 2020-6**



NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk notat 2020-6

Jan Grimsrud Davidsen og Gaute Kjærstad

**Oppdrett av laksefisk i åpne anlegg i
Skjerstadjorden**
Konsekvenser for villaks, sjøørret og sjørøye

NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk notat

Dette er en elektronisk serie fra 2013 som erstatter tidligere Botanisk notat og Zoologisk notat. Serien er ikke periodisk, og antall nummer varierer per år. Notatserien benyttes til rapportering fra mindre prosjekter og utredninger, datadokumentasjon, statusrapporter, samt annet materiale som ikke har en endelig bearbeidelse.

Tidligere utgivelser: <http://www.ntnu.no/web/museum/publikasjoner>

Referanse

Daidsen, J.G. & Kjærstad, G. 2020. Oppdrett av laksefisk i åpne anlegg i Skjerstadvfjorden. Konsekvenser for villaks, sjørret og sjørøye – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk notat 2020-6: 1-18.

Trondheim, Mai 2020

Utgiver

NTNU Vitenskapsmuseet
Institutt for naturhistorie
7491 Trondheim
Telefon: 73 59 22 80
e-post: post@vm.ntnu.no

Ansvarlig signatur

Hans K. Stenøien (instituttleder)

Publiseringstype

Digitalt dokument (pdf)

Forsidefoto

Glimt fra Skjerstadvfjorden. Foto: Jan Grimsrud Daidsen

www.ntnu.no/museum

ISBN 978-8322-242-5
ISSN 1894-0064

Sammendrag

Davidson, J.G. & Kjærstad, G. 2020. Oppdrett av laksefisk i åpne anlegg i Skjerstadvfjorden. Konsekvenser for villaks, sjøørret og sjørøye – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk notat 2020-6: 1-18.

Villaks, sjøørret og sjørøye er alle viktige sportsfisk i Skjerstadvfjorden med tilstøtende sidefjorder og vassdrag. Sportsfisket er en viktig del av lokal kultur og identitet, men bidrar også til næringslivet, herunder salg av fiskekort, båtutleie og overnatting for tilreisende. I tillegg er fisket også av stor betydning for lokal kultur og tradisjonelt matauk-fiske i sjøen.

Med etableringen av oppdrett i Skjerstadvfjorden, herunder Saltdalsfjorden, har det kommet ny næringsaktivitet og arbeidsplasser til lokalområdet. Men siden oppdrettsanleggene er lokalisert i fjordsystemet er dette en aktivitet som har stort potensiale for å komme i konflikt med villaks, sjøørret og sjørøye.

Veksten av ny oppdrettsvirksomhet langs kysten utfordrer forvaltningsmyndighetene. God kystsonerplanlegging krever tilgang på informasjon om konsekvenser av aktuelle inngrep hvilket er spesielt utfordrende i sjøen da datagrunnlaget mange steder er mangelfullt.

Med utgangspunkt i tilgjengelig informasjon og litteratur ble det i denne konsekvensutredningen gjort en vurdering av risiko for genetisk innblanding fra rømt oppdrettslaks i anadrome vassdrag i Skjerstadvfjorden. Videre ble det gjort en vurdering av risikoen for spredning av patogener (lakselus og andre parasitter, virus og bakterier) mellom oppdrettsfisk i Skjerstadvfjorden og villaks, sjøørret, og sjørøye.

Det vurderes at hele Skjerstadvfjorden med sidefjorder har stor verdi for sjøørret, sjørøye og villaks. Basert på til dels høye nivåer av lakselus observert på oppvandrende laksefisk i Botnvassdraget og nylige enkelt episoder med høye lusetettheter på lokaliteter i fjorden, vurderes det at oppdrett i åpne anlegg i fjordsystemet har en liten til middels negativ virkning på de tre artene. Derfor blir den endelige vurdering at økt produksjon av oppdrettslaks i åpne anlegg i fjordsystemene vil ha middels til stor negativ betydning for sjøørret, sjørøye og villaks. Til grunn for vurderingen er lagt den kunnskapen vi har per i dag. Men det understrekes at det er store kunnskapshull når det kommer til potensielle negative effekter fra oppdrett på laksefisk og at effektene på villaks, sjøørret og sjørøye derfor kan være større enn det som fremkommer av ovenstående vurdering.

Oppdrett av laksefisk i åpne anlegg i Skjerstadvfjorden har fram til i dag ikke medført noen større negative hendelser slik som rømming, utbrudd av rapporteringspliktige sykdommer eller gjentatte hendelser med lusetettheter over grensa. Men ved en økning av produksjonen i fjordsystemet, enten ved etablering av flere lokaliteter med åpne anlegg eller ved økt biomasse på eksisterende anlegg, vil risikoen for negativ påvirkning av bestandene av villaks, sjøørret og sjørøye i vassdrag som drenerer til de to fjordsystemer øke. Siden sjøørret og sjørøye oppholder seg innen påvirkningsavstand hele sommeren vil en større hendelse som nevnt over potensielt ha et stort skadepotensial.

Basert på eksisterende kunnskap anbefales det å ikke tillate økt produksjon av laksefisk i åpne oppdrettsanlegg i Skjerstadvfjorden med sidefjorder. For å unngå økt negativ påvirkning på vill laksefisk i fjordsystemene bør produksjonen benytte seg av teknologi som hindrer utveksling av patogener mellom oppdrettsfisk og vill fisk. Eksempler på dette er lukkede anlegg i sjøen eller anlegg på land.

Nøkkelord: innkrysning – kystsonerplanlegging – lakselus – rømt oppdrettslaks – sykdomssmitte

Jan Grimsrud Davidson og Gaute Kjærstad, NTNU Vitenskapsmuseet, Institutt for naturhistorie, NO-7491 Trondheim

Innhold

Sammendrag	3
Forord	5
1 Innledning	6
2 Metoder.....	7
2.1 Områdebeskrivelse	7
2.2 Metode for konsekvensvurdering.....	9
3 Vurdering av eventuelle negative effekter fra oppdrett i åpne anlegg på vill laksefisk.....	10
3.1 Effekter fra rømt oppdrettslaks på villaks, sjøørret og sjørøye.....	10
3.2 Effekter fra lakselus på villaks, sjøørret og sjørøye.....	10
3.3 Sykdomssmitte mellom oppdrettslaks og villaks, sjøørret og sjørøye.....	13
4 Konsekvensvurdering av økt oppdrettsaktivitet i åpne anlegg i Skjerstadvfjorden	15
4.1 Status og verdi	15
4.2 Virkning	15
4.3 Konsekvenser	15
4.4 Anbefalinger	15
5 Referanser	16

Forord

NTNU Vitenskapsmuseet fikk våren 2020 i oppdrag fra Saltdal kommune å utarbeide en rapport som vurderer konsekvensene av oppdrett i åpne anlegg for villaks, sjørøret og sjørøye i Skjerstadfjorden. Konsekvensene skulle utredes med utgangspunkt i tilgjengelig informasjon og litteratur. Kartet er utarbeidet av Marc Daverdin med grunnlag i opplysninger fra Barentswatch.no.

Vi ønsker med dette å takke for oppdraget.

Trondheim, mai 2020

Jan Grimsrud Davidsen
Prosjektleder

1 Innledning

Villaks, sjørret og sjørøye er alle viktige sportsfisk i Skjerstadvfjorden med tilstøtende sidefjorder og vassdrag. Sportsfisket er en viktig del av lokal kultur og identitet, men bidrar også til næringslivet, herunder salg av fiskekort, båtutleie og overnatting for tilreisende (Liu m.fl., 2019). I tillegg er flere av disse artene også av betydning for lokal kultur og tradisjonelt matauk-fiske i sjøen.

Med etableringen av oppdrett i Skjerstadvfjorden og Saltdalsfjorden, heretter kalt Skjerstadvfjorden under ett, har det kommet ny næringsaktivitet og arbeidsplasser til lokalområdet. Men siden oppdrettsanleggene er lokalisert i fjordsystemet er dette en aktivitet som har stort potensiale for å komme i konflikt med villaks, sjørret og sjørøye (Thorstad m.fl., 2015; Moore m.fl., 2018; Fjelldal m.fl., 2019) som enten migrerer igjennom fjorden på veien mellom gytehabitatet i elva og beiteplassene i havet eller som oppholder i fjorden under hele næringsvandringen.

Oppdrettsvirksomhet og andre aktiviteter langs kysten medfører at miljøforvaltningen har behov for god kunnskap om sjørret og sjørøye. God kystsoneplanlegging krever tilgang på informasjon om konsekvenser av aktuelle inngrep, men datagrunnlaget er mangelfullt på en rekke områder. Tross den ofte mangelfulle kunnskapen må det likevel treffes politiske beslutninger om hvordan kystsonen skal utvikles og en må da gjøre det på det kunnskapsgrunnlaget som eksisterer.

Med utgangspunkt i tilgjengelig informasjon og litteratur vil det i denne konsekvensutredningen (KU) bli gjort en vurdering av følgende elementer:

- Risiko for spredning av patogener (lakselus og andre parasitter, virus og bakterier) mellom oppdrettsfisk i Skjerstadvfjorden og villaks, sjørret, sjørøye
- Risiko for genetisk innblanding i anadrome vassdrag i Skjerstadvfjordssystemet fra rømt oppdrettslaks
- Vurderingen vil bruke samme metode som Davidsen og Kjærstad (2019). Det finns per i dag ikke god nok kunnskap til å gi en vurdering av effekten fra et eksakt produksjonsvolum (MTB). Vi vil i stedet gjøre en vurdering av de enkelte risikofaktorer ved økning av produksjonen i åpne anlegg i de to fjordsystemer.



Sjørret fra Saltdalselva. Foto: Jan Grimsrud Davidsen

2 Metoder

2.1 Områdebeskrivelse

Skjerstadjorden

Skjerstadjorden (figur 1) ligger innenfor Saltstraumen i Fauske, Bodø og Saltdal kommuner. Fjorden er til sammen 41 km lang og har utløp til Saltfjorden via Godøystraumen i nord og Saltstraumen i sør. Fjordsystemet har stor tilførsel av ferskvann og har derfor et lag med brakkvann i overflaten om sommeren. På nordsiden av Skjerstadjorden går Valnesfjorden nordover til Valnesvassdraget og lengre øst går Fauskevika inn til Nedrevatnet og Øvrevatnet i Sulitjelmavassdraget. Mot øst har Saltdalsfjorden sin munning til Skjerstadjorden. Innerst i Saltdalsfjorden har Saltdalselva og Botnvassdraget sitt utløp. I sør strekker Misværffjorden seg til utløpet av Lakselva. I denne rapporten beskrives hele dette fjordkomplekset som Skjerstadjorden.

Gytevassdrag for villaks, sjørørret og sjørøye

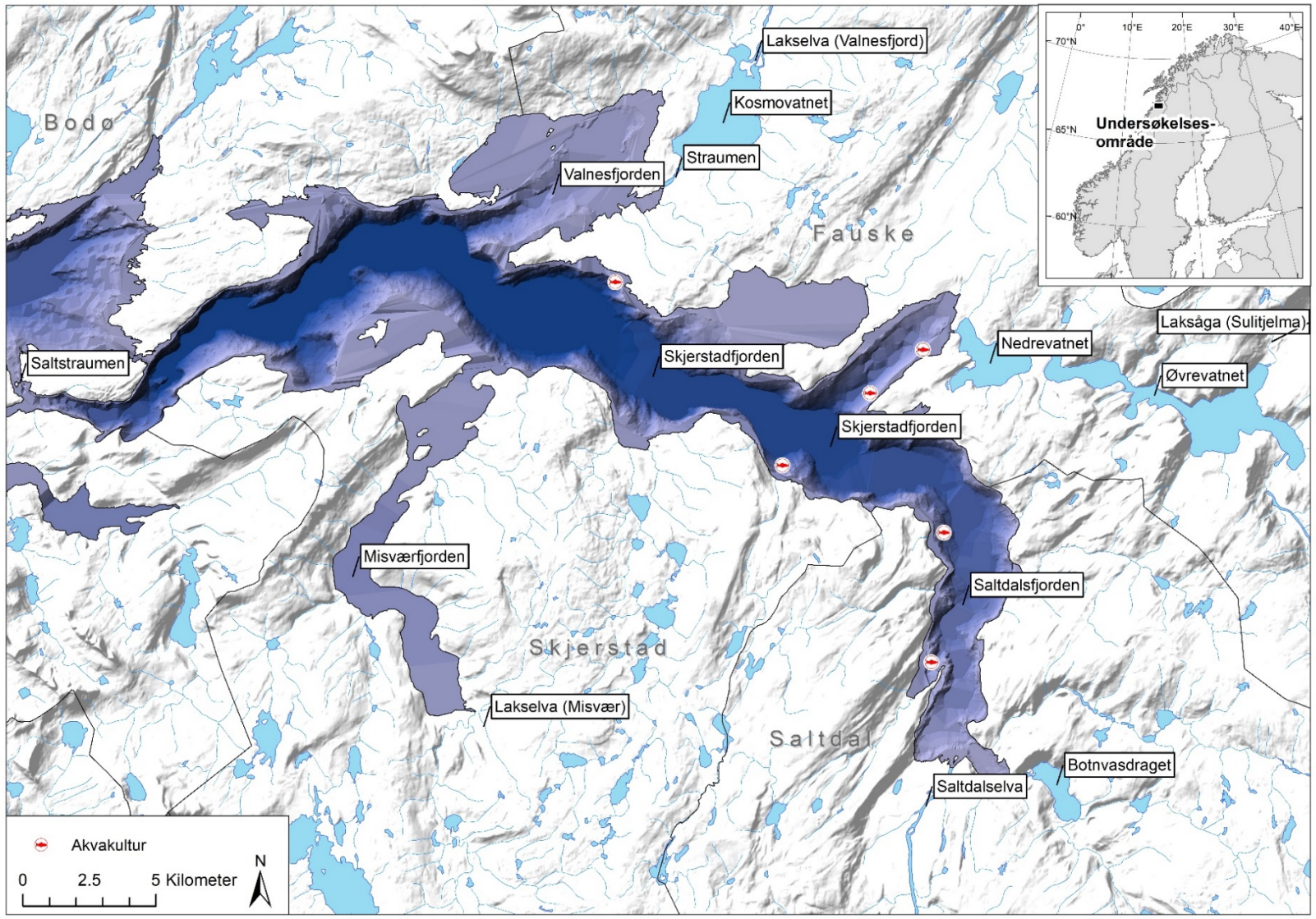
Viktige vassdrag i området for villaks og sjørørret er Saltdalselva, Botnvassdraget, Lakselva ved Misvær, Sulitjelmavassdraget og Lakselva og Kosmovatnet ved Valnesfjord. Botnvassdraget og Saltdalselva har også en bestand av sjørøye. I tillegg finns det en del mindre elver og bekker som samlet sett kan ha stor betydning som gyte- og oppveksthabitat for spesielt sjørørret i fjordsystemene. Vitenskapelig råd for lakseforvaltning har vurdert laksepopulasjonene i Saltdalselva og Lakselva i Valnesfjord (www.vitenskapsradet.no/VurderingAvEnkeltbestander). For begge vassdrag er vurderingen at gytebestandsmåloppnåelse og høstbart overskudd for perioden 2014-2018 har vært svært dårlig. For Saltdalselva er det videre vurdert at den genetiske integritet er moderat, hvilket betyr at moderate genetiske endringer grunnet kryssing med rømt oppdrettslaks er påvist. Bestandstilstanden for sjørørret er vurdert som moderat for Saltdalselva, Lakselva (Misvær) og Valnesfjordvassdraget og som dårlig for Sulitjelmavassdraget (Anon., 2019a).

Lokaliteter for oppdrett av laks

Skjerstadjorden brukes av Edelfarm AS og Wenberg AS for produksjon av oppdrettslaks. Per mai 2020 har de til sammen seks lokaliteter: Øksengård (Saltdalsfjorden, indre del), Daumannsvika (Saltdalsfjorden, ytre del), Storvika (Skjerstadjorden), Leivsethamran (Skjerstadjorden), Skysseivika Vest (Skjerstadjorden) og Hundholmen (Skjerstadjorden). Rett utenfor Saltstraumen driver GIFAS anlegget Storevika. I tillegg er det det landbasert smoltproduksjon på Steppan ved Vikelva som drenerer ut i Saltdalsfjorden og i Breivika ved Mølnelva som drenerer ut i Skjerstadjorden.



Oppdrettslokalitet med åpne anlegg i Skjerstadjorden. Foto: Sindre Håvarstein Eldøy



Figur 1: Lokalisering av oppdrettsanlegg i Skjerstadvfjorden. Alle lokaliteter har produksjon i åpne anlegg i sjøen

2.2 Metode for konsekvensvurdering

For å gi en mest mulig objektiv og systematisk vurdering av konsekvensene knyttet til oppdrett i åpne anlegg i Skjerstadvfjorden og Saltdalsfjorden har vi gjennom en tre-trinns prosedyre analysert verdi, virkning og konsekvens av økt produksjon av laksefisk i åpne anlegg.

Trinn 1 Status/Verdi

Verdisetting for fjordsystemenes betydning for villaks, sjørørret og sjørøye er gjort med bakgrunn i tidligere innsamlet informasjon om områdebruk i Skjerstadvfjorden til sjørørret og sjørøye (Davidsen m.fl., 2019), overvåking av oppvandringen av laks, sjørørret og sjørøye til Botnvassdraget (Sjursen m.fl., 2019; Sjursen m.fl., 2020) samt annen relevant litteratur. Viktige kriterier for vurdering av verdi: hvor stor del av den marine næringsvandringen de enkelte arter oppholder seg i fjordsystemet, samt viktigheten av denne perioden for individets overlevelse og mulighet for å reprodusere.

Verdien blir fastsatt langs en skala som spenner fra *liten verdi* til *stor verdi* (se eksempel).

Verdivurdering	
<i>Liten</i>	<i>Stor</i>
<i>Middels</i>	
----- -----	
<input type="checkbox"/>	

Trinn 2 Virkning

Trinn 2 består i å beskrive og vurdere type og omfang av mulige virkninger fra produksjon av laksefisk i åpne anlegg i fjordsystemet på villaks, sjørørret og sjørøye. Virkningene blir vurdert langs en skala fra *stor negativ virkning* til *stor positiv virkning* (se eksempel).

Virkning				
<i>Stort neg.</i>	<i>Middels neg.</i>	<i>Lite / intet</i>	<i>Middels pos.</i>	<i>Stor pos.</i>
----- ----- ----- -----				
<input type="checkbox"/>				

Trinn 3 Konsekvens

Det tredje og siste trinnet i vurderingene består i å kombinere verdien og virkningen av de foreslåtte tiltak for å få den samlede konsekvensvurderingen av en eventuell økning av produksjonen av laksefisk i åpne anlegg i Skjerstadvfjordkomplekset.

Denne sammenstillingen gir et resultat langs en skala fra *svært stor positiv konsekvens* til *svært stor negativ konsekvens* (se under).

Beskrivelse
Svært stor positiv betydning
Stor positiv betydning
Middels positiv betydning
Liten positiv betydning
Ubetydelig/ingen betydning
Liten negativ betydning
Middels negativ betydning
Stor negativ betydning
Svært stor negativ betydning

3 Vurdering av eventuelle negative effekter fra oppdrett i åpne anlegg på vill laksefisk

3.1 Effekter fra rømt oppdrettslaks på villaks, sjørøret og sjørøye

Rømming av oppdrettslaks utgjør en trussel mot den genetiske integriteten (innblanding av oppdrettsgener til vill fisk) til ville laksebestander og sammen med lakselus er det de største miljøutfordringene i oppdrett av laks (Grefsrud m.fl., 2018). Konsekvensen av at oppdrettsfisken rømmer og gyter sammen med villfisk, kan være at det oppstår en genetisk endring i den ville populasjonen av laks. Det er godt dokumentert at rømt oppdrettslaks kan gyte og etterlate seg avkom i naturen (Sægvog m.fl., 1997; Clifford m.fl., 1998; Crozier, 2000; Glover m.fl., 2013; Karlsson m.fl., 2016). Tilsvarende er det dokumentert at innkryssing av rømt oppdrettslaks reduserer den genetiske variasjonen som finnes naturlig mellom bestandene (Skaala m.fl., 2006; Glover m.fl., 2013). Tidligere undersøkelser av hvilke typer elver som tiltrekker seg rømt oppdrettslaks viste at økt vannføring, større laksebestand og økt oppdrettsintensitet i regionen økte antall oppdrettslaks i elven (Fiske m.fl., 2006; Fiske, 2013). Basert på dagens kunnskap er det usikkert om en bestand kan gjenopprette sin naturlige tilstand dersom innkryssing av rømt oppdrettslaks opphører (Grefsrud m.fl., 2018).

I Saltdalselva har det i perioden 1989 – 2017, med få unntak, årlig under sportsfisket blitt registrert rømt oppdrettslaks. Innslaget har variert fra 0 - 62 %. <https://www.vitenskapsradet.no/VurderingAvEnkeltbestander/#/report/151>. Saltdalselva er den eneste elva som drenerer til Skjerstadfjordsystemet som er med i det nasjonale programmet for overvåking av rømt oppdrettslaks. I dette programmet beregnes det årlige innslaget av rømt oppdrettslaks i et utvalg av landets laksevassdrag. Beregnet årsprosent var på 5,9 % i 2015, 4,8 % i 2016, 1,34 % i 2017 og 15,7 % i 2018 (Anon., 2016; 2017; 2018; 2019b). Det betyr at innslaget av rømt oppdrettslaks i fangstene i Saltdalselva i årene 2015 – 2017 var lavt til moderat, mens det i 2018 var høyt.

I Botnvassdraget har innslaget av rømt oppdrettslaks registrert på videoovervåking i årene 2018 og 2019 ligget på henholdsvis 14 % og 3 % (Sjursen m.fl., 2019; Sjursen m.fl., 2020). Om en benytter samme vurdering som for beregnet årsprosent var nivået av rømt oppdrettslaks derfor høyt i 2018 og lavt til moderat i 2019.

Jevnfør Fiskeridirektoratet sin kartløsning Yggdrasil <https://kart.fiskeridir.no/share/12a91b509d3b> er det i perioden 2015-2020 kun rapportert én rømt oppdrettslaks fra de åpne anlegg i Skjerstadfjordsystemet (fra Øksengård), mens 20 individer er rapportert rømt fra det landbaserte smoltanlegget på Steppan. I en tidligere undersøkelse (Jensen m.fl., 2013) ble DNA fra rømt oppdrettslaks innsamlet i Saltdalselva i perioden 2008-2012 sammenlignet med det genetiske materialet fra oppdrettslokalitetene i Skjerstadfjorden. Konklusjonen var at 6 av 30 rømte oppdrettslaks (20 %) fanget i Saltdalselva antakeligvis hadde opphav fra oppdrettslokalitetene i Skjerstadfjorden. Rømt oppdrettslaks som de siste årene har blitt observert eller fanget i de vassdragene som drenerer ut i fjordsystemet kan derfor i all hovedsak antas å komme fra anlegg utenfor Saltstraumen.

3.2 Effekter fra lakselus på villaks, sjørøret og sjørøye

Lakselus er en naturlig parasitt som har utviklet seg til å bli et betydelig problem for oppdrettsnæringen, fordi lakselus lever av slim, hud, muskel og blod, og kan påføre skader direkte, samt åpne opp for sekundærinfeksjoner. Kjønnsmodne lakselus på oppdrettet laksefisk slipper planktoniske luselarver som spres med vannstrømmene, og disse kan infestere laks, sjørøret og sjørøye som oppholder seg langs kysten. Det er en betydelig produksjon av lakselus fra norske oppdrettsanlegg (Jansen m.fl., 2012; Aldrin m.fl., 2013; Kristoffersen m.fl., 2014; Kristoffersen m.fl., 2017) og med økningen i antall verter i oppdrett, ca. 500 ganger så mye oppdrettsfisk som villfisk,

er det en økologisk ubalanse mellom antall lakselus og antall vill laksefisk (Grefsrud m.fl., 2018). Antall lakselus på villaks, sjørret og sjørøye er høyere i områder med lakseoppdrett enn i sammenlignbare områder uten oppdrett (Bjørn m.fl., 2001; Bjørn & Finstad, 2002; Bjørn m.fl., 2011; Middlemas m.fl., 2013). Samlet sett er det sannsynliggjort at lakselus kan gi negative bestandseffekter både på laks og sjørret (Thorstad m.fl., 2015; Vollset m.fl., 2016). Det har så langt vært gjort lite forskning på effekter fra lakselus på sjørøye, men et nylig eksperimentelt studie viste at lakselus kan ha en stor negativ effekt på veksten til sjørøye (Fjelldal m.fl., 2019).

Risikoen for at vill laksefisk infesteres av lakselus påvirkes av i hvilken grad fiskens leveområde i tid og rom sammenfaller med fordelingen av lakselus som slippes fra norske oppdrettsanlegg. Vandringsmønster og områdebruk hos villaks i Skjerstadjorden er ikke kartlagt mens det har vært gjort grundige undersøkelser for sjørret og sjørøye (Davidsen m.fl., 2019). I det følgende diskuteres derfor viktigheten av fjordsystemene for laks på et mer bredt grunnlag, mens vurderingen for sjørret og sjørøye baserer seg på de gjennomførte undersøkelser.

Villaksen passerer elveosen og fjorden utenfor vassdraget sitt når den skal på næringsvandring til havområdene utenfor Norge. Første gangen den vandrer betegnes den som smolt/postsmolt, mens den i etterfølgende år betegnes som støing. Overgangen fra ferskvann til sjøvann er en mer sårbar fase for smolt enn støinger. Dette da overflaten hos smolten er forholdsvis større enn volum sammenlignet med støinger og det er dermed mer krevende å regulere osmobalansen. I en undersøkelse fra Altaelva (Strand m.fl., 2011), ble det observert at laksesmolt i den tidlige del av utvandringen var dårligere tilpasset sjøvann (lavere nivå av ATP-ase) og at de oppholdt seg en periode på noen dager i elveosen/estuarieret før enn de vandret ut i fjorden. Smolten som vandret seinere hadde høyere verdier av ATP-ase og vandret rett ut. Telemetristudier på utvandrende laksesmolt (Thorstad m.fl., 2004; Thorstad m.fl., 2007; Davidsen m.fl., 2009; Thorstad m.fl., 2012) viser generelt at de oppholder seg kort tid i elveosen og kun få dager i fjordsystemene men at denne perioden, tross det korte oppholdet, er veldig viktig for overlevelsen. Økt belastning på postsmolten grunnet infestasjon av lakselus vil derfor være kritisk, da dette direkte eller indirekte, eksempelvis grunnet økt risiko for predasjon på postsmolt med svekket svømmeevne, vil øke dødeligheten under utvandringen.

Tilgjengelige data på utvandrende støinger og oppvandrende gytelaks viser at laksen i større vassdrag oppholder seg kort tid i elveos/estuarieret når den vandrer til og fra sjøen (se Halttunen m.fl., 2009; Thorstad m.fl., 2010; Davidsen m.fl., 2013 og referanser i disse), men datagrunnlaget på dette er relativt beskjedent. Dette skyldes blant annet at de fleste studier på oppvandrende laks er gjennomført med radiotelemetri hvilket kun fungerer når fisken er i ferskvann. Støinger og gytelaks er grunnet økt størrelse mer robuste enn postsmolt overfor påslag av lakselus og den negative effekten fra lakselus er derfor mindre enn på postsmolt. Ved store påslag vil lakselus dog, på samme måte som for postsmolt, også være kritisk for laksestøinger, da disse er i en sårbar fase med lav kondisjon under begynnelsen av utvandringen. Basert på ovenstående vurderes det at en økning i antall lakselus over det som er naturlig nivå uten oppdrett i fjorden, vil være negativt for postsmolt, og til en viss grad for støinger, mens det i mindre grad vil påvirke gytelaksen.

I en tidligere undersøkelse (Davidsen m.fl., 2019) ble det ved hjelp av merking med elektroniske merker vist at sjørret og sjørøye bruker hele Skjerstadjordsystemet, men området mellom Fauske og østre del av Saltstraumen fremstod som det viktigste beiteområdet for fjordvandrende sjørretveteraner (de som hadde hatt minst én sesong i sjøen tidligere) fra Saltdalselva, Botnvassdraget og Laksåga (Sulitjelma). Saltdalsfjorden innerst i Skjerstadjordsystemet var det viktigste beiteområdet for sjørretsmolt og sjørøyeveteraner. Sjørret fra Lakselva og Kosmovatnet ved Valnesfjord brukte i utstrakt grad nærområdene, særlig Laukåsstraumen. På samme måte holdt sjørret fra Lakselva (Misvær) seg nær sin egen elv innerst i Misvær fjorden. Halvparten (47 %) av sjørreten merket i Laksåga (Sulitjelma) ble i Øvrevatnet og Nedrevatnet, som er brakkvannsområder påvirket av tidevannet, i stedet for å vandre til sjøen. Det ble registrert sjørret på alle lyttestasjoner i fjordsystemet. Dette viser at selv om de førnevnte områder var kjerneområder, så utnyttet sjørreten hele fjorden. Bruken av de ulike delene av fjordsystemet varierte med årstiden. Med unntak av en sjørret fra Saltdalselva som overvintret i elvemunningen innerst i Misvær fjorden, ble det ikke registrert vandringer mellom vassdragene. Selv om begge

artene hadde sine kjerneområder er det dokumentert at eksempelvis lakselus kan smitte sjørret, og derfor antakeligvis også sjørøye, opptil 30 km unna lokaliteter for oppdrett (Thorstad m. fl., 2015; Moore m. fl., 2018) så i praksis vil all sjørret og sjørøye i Skjerstadjordsystemet være innenfor risikozonen av de lokale anleggene.

Undersøkelsen med elektroniske fiskemerker viste at det var sjørret i fjorden hovedsakelig fra midten av mai til slutten av august, mens den viktigste perioden for sjørøye var juni og juli. De to artene er derfor ekstra utsatt for negative effekter fra akvakultur og annen aktivitet som kan påvirke dem i sjøen i denne perioden

De siste tre årene har de anadrome deler av populasjonene til sjørret, sjørøye og laks i Botnvasdraget blitt overvåket under oppvandringen fra Skjerstadjorden (Sjursen m.fl., 2019; Sjursen m.fl., 2020). I 2017 foregikk overvåkingen ved hjelp av en oppgangsfelle hvor alle fisk manuelt ble håndtert, mens overvåkingen i 2018 og 2019 har foregått ved hjelp av video. I forbindelse med denne overvåkingen har det blitt registret eventuelle påslag av lakselus og sårskader etter bit fra disse. Lakselus dør og faller av verten etter noen dager i ferskvann, og forlater tilsvarende verten etter en viss tid i brakkvann. Sjørret, sjørøye og laks som oppholdt seg en stund i brakkvann ved elveutløpet i Saksenvika eller i elva nedstrøms oppgangsfella/videokameraet kan derfor ha mistet eventuelle påslag av lus og derfor ble også sårskader etter bitt brukt i vurderingen. Selv om verdiene ikke er eksakte vil overvåking over år kunne gi et varsel dersom det skulle oppstå høye påslag og skader fra lakselus i det aktuelle området.

Av de 1476 registrerte sjørretene i oppgangsfella i 2017 hadde 75 % sårskader fra lakselus, mens 44 % ble registrert med 1-10 fastsittende lakselus og 9 % med mer enn ti lus. Hos sjørøye ble det registrert tolv individer (11 %) med 1-10 lakselus, men ingen fisk med mer enn ti lus. Fem av fiskene (5 %), hadde sårskader.

På videoovervåkingen ble det generelt observert mindre lus og skader etter lus på både sjørret, laks og sjørøye i 2019 enn tilfellet var i 2018. For sjørret ble det registrert lus på 52 % i 2018 og 33 % i 2019. Det var en mindre andel hos sjørøye som hadde lus (22 % i 2018; 3 % 2019). Hos laksen ble det registrert lus på 47 % i 2018 og 15 % i 2019. Det ble registrert luseskader på 7 % av sjørretene i 2018, mens andelen i 2019 var på 1 %. På sjørøye og laks ble det registrert luseskader på henholdsvis 17 % og 33 % av fisken i 2018, mens ingen av disse artene ble registrert med luseskader i 2019. Tallene fra videoovervåkingen på fastsittende hunnlus og sårskader etter lusebitt må regnes som absolutte minimumstall da bildene er tolket konservativt, slik at tvilstilfeller ikke er regnet med. Videre viser videobildene kun den ene side av fisken, slik at det kan være lus og/eller sårskader på baksiden som ikke blir observert.

Resultatene fra de tre år med overvåking viser at det er et visst lusepress på vill laksefisk i Skjerstadjorden. Kartleggingen av områdebruk til sjørret og sjørøye (Davidsen m.fl., 2019) viste at sjørøye og sjørret under beitevandringen oppholdt seg hele sommeren i Skjerstadjordfjorden. Observerte lakselus og skader fra lusebitt må derfor stamme fra fjordsystemet. Det har i perioden 2012-2020 (tabell 1) blitt registrert lusetettheter over lusegrensen én gang (uke 45 i 2018, Daumannvik, 0,66 voksne hunnlus pr fisk) på lokalitetene i Skjerstadjordsystemet, mens det ved to tilfeller har blitt registrert tettheter opp mot lusegrensa (uke 49 i 2017, Hundholmen, 0,40 hunnlus per fisk & uke 45 i 2018, Øksengård, 0,45 hunnlus per fisk). Sammenlignet med mange andre fjordsystemer er lusetetthetene lave, men samlet sett blir det likevel opprettholdt et reservoar av lus på et nivå som er høyere enn det naturlige nivået, som ville ha vært uten oppdrett i åpne anlegg.

Tabell 1: Høyeste rapporterte tetthet av hunnlus per fisk per år. NA: ingen rapportering dette året. Gul farge indikerer at nivået var nært under lusegrensen på 0.5. Rød farge viser at nivået var over lusegrensa. Kilde: <https://www.barentswatch.no/fiskehelse>

Fjord	Oppdrettslokalitet	2017	2018	2019
Saltdalsfjorden	Øksengård	0,09	0,45	0,20
Saltdalsfjorden	Daumannsvika	0,12	0,66	0,10
Skjerstadvfjorden	Storvika	0,02	0,07	0,16
Skjerstadvfjorden	Leivsethamran	0,00	0,15	0,07
Skjerstadvfjorden	Skysseivika Vest	NA	0,10	0,07
Skjerstadvfjorden	Hundholmen	0,40	0,14	NA

Ved episoden i 2018 (uke 45) ble behandling med Emamektin benzoat (Slice) gjennomført ved Daumannvik, Storvika og Øksengård. Eventuelle negative økologiske effekter av dette midlet er lite undersøkt (se dog Bloodworth m. fl., 2019), men ifølge Salten Aqua er dette eneste gangen dette midlet har blitt benyttet i fjorden. Ved eventuelle framtidige behov for avlusning planlegges det, ifølge Salten Aqua, å benytte mekaniske tiltak, som lasere og spyling med varmt vann. Andre typer av avlusningsmidler som i nyere tid har blitt påvist som potensielt skadelige for krepsdyr (eks. hydrogenperoksid og kitinsyntesehemmere; se Urbinaa m.fl., 2018; Bechmann m.fl., 2019), og derved byttet dyr til laks, sjørøret og sjørøye, benyttes ifølge Salten Aqua ikke i Skjerstadvfjorden.

Undersøkelsene av områdebruk til sjørøret og sjørøya i Skjerstadvfjorden (Davidsen m.fl., 2019) viste at disse artene ikke hadde forlenget opphold rundt de undersøkte oppdrettslokaliteter. Dette kan skyldes at artene primært oppholder seg i de øverste fem meter av vannsøylen (Eldøy m.fl., 2017; Kristensen m.fl., 2018; Atencio, 2019), mens overskudsføret finnes nærmere bunnen. Dermed er dette føret mer tilgjengelig for fisk som torsk og sei som foretrekker dypere vannlag (Uglem m.fl., 2014). Det er tidligere vist at oppdrettsanlegg kan tiltrekke seg store mengder torskefisk (Dempster m.fl., 2009; Dempster m.fl., 2010), og det kan også hende dette bidrar til at sjørøret og sjørøya ikke finner områdene ved oppdrettsanlegg attraktive.

3.3 Sykdomssmitte mellom oppdrettslaks og villaks, sjørøret og sjørøye

Smittefarlige sykdommer er et alvorlig problem i oppdrett av fisk i Norge (Grefsrud m.fl., 2018). Sykdom er en unormal tilstand der den smittede (inifiserte) verten ikke klarer å opprettholde en eller flere kroppsfunksjoner. De vanligst forekommende virusene forårsaker årlig 400 til 500 utbrudd av sykdom langs hele kysten (Svåsand m.fl., 2016; Hjeltnes m.fl., 2017).

Det er sannsynlig at det spres betydelige mengder patogener til miljøet fra smittet og syk fisk i oppdrett, og at villfisk i nærheten av anlegget kommer i kontakt med patogenene (eksponering). Konsekvensene av eksponering for et patogen varierer. Det er oftest en kompleks interaksjon mellom verter, patogener, predatorer og andre miljøfaktorer (Dobson & Hudson, 1986; Combes, 2001; Wobeser, 2013).

Selv om det vil være noen genetiske forskjeller mellom oppdrettslaks og villaks så er dette samme art, og man forventer at de samme patogenene som utgjør et problem i oppdrett vil kunne inifisere og gi sykdom hos villaks der forholdene ligger til rette for det. For sjørøret og sjørøye vil en forvente at de patogener som gir sykdom i laks som oftest også vil kunne inifisere disse. Utfallet av en infeksjon vil imidlertid forventes å være forskjellig for de ulike artene. Også fiskens generelle

tilstand, ulike livsstadier og perioder med store fysiologiske endringer (f.eks. smoltifisering) kan påvirke både mottakelighet for patogener og utfall av en infeksjon (Grefsrud m.fl., 2018).

Det har ikke vært noen rapporteringspliktige sykdommer på oppdrettslokalitetene i Skjerstadvfjorden (<https://yggdrasil.fiskeridir.no/>). Det er dog et lite antall sykdommer som er rapporteringspliktige og det manglende datagrunnlag er en stor utfordring for vurderingen av effekter av smitte fra oppdrettsfisk til vill fisk. Dagens data er mangelfulle, gir i beste fall en grov samlet oversikt over tilstanden i næringen og er vanskelig eller ikke tilgjengelig. Det er flere årsaker til dette, men resultatet er at man i økende grad har et mangelfullt bilde av sykdomssituasjonen i norsk oppdrettsnæring (Grefsrud m.fl., 2018).

Som beskrevet i kapittel 3.2 oppholder sjøørret og sjørøye seg i fjordsystemet, og dermed i nærhet av lokalitetene for oppdrett, under hele den marine næringsvandringen, mens laksen kun vandrer gjennom fjordene på veien til og fra havområdene. Dette gjør at sjøørret og sjørøye vil ha større eksponeringstid for virus og bakterier med opphav fra oppdrettslokalitetene enn villaksen. I en ny pilotstudie av patogeners (virus, bakterier og parasitter) påvirkning på marin områdebruk og vandringsatferd til sjøørret (Lennox m.fl., 2020) ble tilsammen 160 sjøørreter fra Skjerstadvfjorden og Tosenfjorden undersøkt for 46 ulike patogener. Det ble påvist 11 ulike patogener, hvorav noen av disse også er kjente fra oppdrett av Atlantisk laks.

4 Konsekvensvurdering av økt oppdrettsaktivitet i åpne anlegg i Skjerstadvfjorden

4.1 Status og verdi

Undersøkelsene av områdebruk hos sjøørret og sjørøye i Skjerstadvfjorden (Davidsen m.fl., 2019) viste at de bruker hele fjordsystemet under hele den marine næringsvandringen, men at kjerneområdene varierer mellom individer fra de ulike vassdrag. Villaksen bruker fjordsystemene under utvandringen til havområdene og på turen tilbake til hjemmevassdraget. Selv om disse oppholdene strekker seg til få dager per gang, er oppholdene, spesielt for førstegangsvandrene (postsmolten) viktige og en kritisk periode i laksens liv. **Det vurderes derfor at hele Skjerstadvfjorden med sidefjorder har stor verdi for sjøørret, sjørøye og villaks.**

4.2 Virkning

Oppdrett i åpne anlegg i Skjerstadvfjorden medfører en potensiell økning i eksponeringen av patogener, slik som lakselus, virus og bakterier, overfor villaks, sjøørret og sjørøye som oppholder seg i fjordsystemene. Videre vil rømming av oppdrettslaks kunne utgjøre en alvorlig trussel mot den genetiske integritet til populasjonene i vassdragene rundt fjordsystemet. Med unntak av én smolt har det ikke blitt rapportert rømminger fra oppdrettslokalitetene i Skjerstadvfjorden og det har heller ikke vært utbrudd av rapporteringspliktige sykdommer. Det har de siste årene vært en mindre økning i rapporterte lusetettheter med de største tettheter i Saltdalsfjorden. Siden sjøørret og sjørøye oppholder i fjordsystemene under hele den marine næringsvandringen vil de ha en åpenbar økt risiko for eksponering for patogener, herunder lakselus, fra de åpne anlegg. For villaks vil eksponeringen være kortere i tid, men under en kritisk fase i livssyklusen (overgangen fra ferskvann til sjøvann). Basert på de observerte nivåer av lus på oppvandrende laksefisk i Botnvassdraget og nylige episoder med høye lusetettheter på lokaliteter i fjorden **vurderes det at dagens situasjon med oppdrett i åpne anlegg i Skjerstadvfjorden har en liten til middels negativ virkning på sjøørret og sjørøye og villaks.** Det understrekes at vurderingen er beheftet med usikkerhet da det ikke er gjort egne observasjoner av lusetettheder i fjorden, eks. med «vaktbur», og at observasjoner av lus på oppvandrende laks, sjøørret og sjørøye kun er gjort i et vassdrag.

4.3 Konsekvenser

Oppdrett av laksefisk i åpne anlegg i Skjerstadvfjorden har fram til i dag ikke medført noen større negative hendelser slik som rømming, utbrudd av rapporteringspliktige sykdommer eller gjentatte hendelser med lusetettheter over grensa. Men ved en økning av produksjonen i fjordsystemet, enten ved etablering av flere lokaliteter med åpne anlegg eller ved økt biomasse på eksisterende anlegg, vil risikoen for negativ påvirkning av bestandene av villaks, sjøørret og sjørøye i vassdrag som drenerer til de to fjordsystemer øke. Siden sjøørret og sjørøye oppholder seg innen påvirkningsavstand hele sommeren vil en større hendelse som nevnt over potensielt ha et stort skadepotensial. **Det vurderes derfor at økt produksjon av oppdrettslaks i åpne anlegg i Skjerstadvfjorden vil ha middels til stor negativ betydning for sjøørret, sjørøye og villaks.**

4.4 Anbefalinger

Basert på eksisterende kunnskap anbefales det å ikke tillate økt produksjon av laksefisk i åpne oppdrettsanlegg i Skjerstadvfjorden. For å unngå økt negativ påvirkning av vill fisk i fjordsystemene bør produksjonen i stedet benytte seg av teknologi som hindrer utveksling av patogener mellom oppdrettsfisk og vill fisk, samt i størst mulig grad hindrer rømming. Eksempler på dette er lukkede anlegg i sjøen eller anlegg på land.

5 Referanser

- Aldrin, M., Storvik, B., Kristoffersen, A. B. & Jansen, P. A. 2013. Space-time modelling of the spread of salmon lice between and within Norwegian marine salmon farms. – Plos One 8, e64039: 1-10.
- Anon. 2016. Rømt oppdrettslaks i vassdrag. Rapport fra det nasjonale overvåkingsprogrammet 2015. - Fisken og Havet særnr. 2b: 56.
- Anon. 2017. Rømt oppdrettslaks i vassdrag i 2016. Rapport fra det nasjonale overvåkingsprogrammet. - Fisken og Havet særnr. 2b: 52.
- Anon. 2018. Rømt oppdrettslaks i vassdrag. Rapport fra det nasjonale overvåkingsprogrammet 2017. - Fisken og Havet særnr. 2-2018: 69.
- Anon. 2019a. Klassifisering av tilstanden til 430 norske sjørretbestander. - Temarapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 7: 150.
- Anon. 2019b. Rømt oppdrettslaks i vassdrag. Rapport fra det nasjonale overvåkingsprogrammet 2018. - Fisken og Havet 2019-4: 52.
- Atencio, B. J. 2019. The migratory behaviour of Atlantic salmon, brown trout and Arctic charr post-smolts in a Norwegian fjord. I Department of Arctic and marine Biology, 63 s. Tromsø: UiT The Arctic University of Norway.
- Bechmann, R. K., Arnberg, M., Gomiero, A., Westerlund, S., Lyng, E., Berry, M., Agustsson, T., Jager, T. & Burrige, L. E. 2019. Gill damage and delayed mortality of Northern shrimp (*Pandalus borealis*) after short time exposure to anti-parasitic veterinary medicine containing hydrogen peroxide. – Ecotoxicology and Environmental Safety 180: 473-482.
- Bjørn, P. A., Finstad, B. & Kristoffersen, R. 2001. Salmon lice infection of wild sea trout and Arctic char in marine and freshwater: the effects of salmon farms. – Aquatic Research 32: 947-962.
- Bjørn, P. A. & Finstad, B. 2002. Salmon lice, *Lepeophtheirus salmonis* (Krøyer), infestation in sympatric populations of Arctic char, *Salvelinus alpinus* (L.), and sea trout, *Salmo trutta* (L.), in areas near and distant from salmon farms. – ICES Journal of Marine Science 59: 131-139.
- Bjørn, P. A., Sivertsgård, R., Finstad, B., Nilsen, R., Serra-Llinares, R. M. & Kristoffersen, R. 2011. Area protection may reduce salmon louse infection risk to wild salmonids. – Aquaculture Environment Interactions 1: 233-244.
- Bloodworth, J. W., Baptie, M. C., Preedyb, K. F. & Best, J. 2019. Negative effects of the sea lice therapeutant emamectin benzoate at low concentrations on benthic communities around Scottish fish farms. – Science of the Total Environment 669: 91-102.
- Clifford, S. L., McGinnity, P. & Ferguson, A. 1998. Genetic changes in Atlantic salmon (*Salmo salar*) populations of northwest Irish rivers resulting from escapes of adult farm salmon. – Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 55: 358-363.
- Combes, C. 2001. Parasitism: The ecology and evolution of intimate interactions. - University of Chicago Press, Chicago, USA. 552 s.
- Crozier, W. W. 2000. Escaped farmed salmon, *Salmo salar* L., in the Glenarm River, Northern Ireland: genetic status of the wild population 7 years on. – Fisheries Management and Ecology 7: 437-446.
- Dauidsen, J. G., Rikardsen, A. H., Halttunen, E., Thorstad, E. B., Økland, F., Letcher, B. H., Skarðhamar, J. & Næsje, T. F. 2009. Migratory behaviour and survival rates of wild northern Atlantic salmon (*Salmo salar*) post-smolts: effects of environmental factors. – Journal of Fish Biology 75: 1700-1718.
- Dauidsen, J. G., Rikardsen, A. H., Halttunen, E., Mitamura, H., Thorstad, E. B., Præbel, K., Skarðhamar, J. & Næsje, T. F. 2013. Homing behaviour of Atlantic salmon during final marine phase and river entry. – Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 70: 794-802.
- Dauidsen, J. G., Eldøy, S. H., Meyer, I., Halvorsen, A., Sjursen, A., Rønning, L., Schmidt, S. N., Præbel, K., Daverdin, M., Bårdsen, M. T., Whoriskey, F. & Thorstad, E. B. 2019. Sjørret og sjørøye i Skjerstadfjorden - Marine vandringer, områdebruk og genetikk. - NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2019-5: 83.
- Dauidsen, J. G. & Kjærstad, G. 2019. Oppdrett av laksefisk i åpne anlegg i Bindalsfjorden og Tosenfjorden. Konsekvenser for villaks, sjørret og sjørøye og ulike arter av hvitfisk. - NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk notat 2019-13: 19.

- Dempster, T., Uglem, I., Sanchez-Jerez, P., Fernandez-Jover, D., Bayle-Sempere, J., Nilsen, R. & Bjørn, P. A. 2009. Coastal salmon farms attract large and persistent aggregations of wild fish: an ecosystem effect. – *Marine Ecology Progress Series* 385: 1-14.
- Dempster, T., Sanchez-Jerez, P., Uglem, I. & Bjørn, P.-A. 2010. Species-specific patterns of aggregation of wild fish around fish farms. – *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 86: 271-275.
- Dobson, A. P. & Hudson, P. J. 1986. Parasites, disease and the structure of ecological communities. – *Trends in Ecology & Evolution* 1: 11-15.
- Eldøy, S. H., Davidsen, J. G., Thorstad, E. B., Whoriskey, F. G., Aarestrup, K., Næsje, T. F., Rønning, L., Sjursen, A. D., Rikardsen, A. H. & Arnekleiv, J. V. 2017. Marine depth use of sea trout *Salmo trutta* in fjord areas of central Norway. – *Journal of Fish Biology* 91: 1268-1283.
- Fiske, P., Lund, R. A. & Hansen, L. P. 2006. Relationships between the frequency of farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in wild salmon populations and fish farming activity in Norway 1989-2004. – *ICES Journal of Marine Science* 63: 1182-1189.
- Fiske, P. 2013. Overvåking av rømt oppdrettslaks i elv om høsten 2010-2012. – NINA Rapport 989: 38.
- Fjellidal, P. G., Hansen, T. J., Karlsen, Ø. & Wright, D. W. 2019. Effects of laboratory salmon louse infection on Arctic char osmoregulation, growth and survival. – *Conservation Physiology* 7: 1-11.
- Glover, K. A., Pertoldi, C., Besnier, F., Wennevik, V., Kent, M. & Skaala, Ø. 2013. Atlantic salmon populations invaded by farmed escapees: quantifying genetic introgression with a Bayesian approach and SNPs. – *BMC Genetics* 14: 1-19.
- Grefsrud, E. S., Glover, K., Grøsvik, B. E., Husa, V., Karlsen, Ø., Kristiansen, T., Kvamme, B. O., Mortensen, S., Samuelsen, O. B., Stien, L. H. & Svåsand, T. 2018. Risikoreport norsk fiskeoppdrett 2018. - Fisken og Havet: 184.
- Halttunen, E., Rikardsen, A. H., Davidsen, J. G., Thorstad, E. B. & Dempson, J. B. 2009. Survival, migration speed and swimming depth of Atlantic salmon kelts during sea entry and fjord migration. i (Nielsen, J. L., Arrizabalaga, H., Fragoso, N., Hobday, A., Lutcavage, M. & Sibert, J.,(red.). Tagging and tracking of Marine Animals with Electronic Devices, Reviews: Methods and Technologies in Fish Biology and Fisheries 9. s. 35-49 – Springer Dordrecht.
- Hjeltnes, B., Bornø, G., Jansen, M. D., Haukaas, A. & Walde, C. S. 2017. Fiskehelserapporten 2016. - Veterinærinstituttets rapportserie 2017-4: 124.
- Jansen, P. A., Kristoffersen, A. B., Viljugrein, H., Jimenez, D., Aldrin, M. & Stien, A. 2012. Sea lice as a density-dependent constraint to salmonid farming. – *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 279: 2330-2338.
- Jensen, A. J., Karlsson, S., Lamberg, A., Kanstad-Hanssen, Ø. & Jensås, J. G. 2013. Beiarelva og Saltdalselva 2008-2012. - NINA rapport 951: 56.
- Karlsson, S., Diserud, O. H., Fiske, P. & Hindar, K. 2016. Widespread genetic introgression of escaped farmed Atlantic salmon in wild salmon populations. – *ICES Journal of Marine Science* 73: 2488–2498.
- Kristensen, M. L., Righton, D., Del Villar-Guerra, D., Baktoft, H. & Aarestrup, K. 2018. Temperature and depth preferences of adult sea trout *Salmo trutta* during the marine migration phase. – *Marine Ecology Progress Series* 599: 209-224.
- Kristoffersen, A. B., Jimenez, D., Viljugrein, H., Grøntvedt, R., Stien, A. & Jansen, P. A. 2014. Large scale modelling of salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*) infection pressure based on lice monitoring data from Norwegian salmonid farms. – *Epidemics* 9: 31-39.
- Kristoffersen, A. B., Qviller, L., Helgesen, K. O., Vollset, K. W., Viljugrein, H. & Jansen, P. A. 2017. Quantitative risk assessment of salmon louse-induced mortality of seaward-migrating post-smolt Atlantic salmon. – *Epidemics* 23: 19-33.
- Lennox, R. J., Eldøy, S. H., Vollset, K. W., Miller, K. M., Li, S., Kaukinen, K. H., Isaksen, T. E. & Davidsen, J. G. 2020. How pathogens affect the marine habitat use and migration of sea trout (*Salmo trutta*) in two Norwegian fjord systems. – *Journal of Fish Diseases* early view.
- Liu, Y., Bailey, J. L. & Davidsen, J. G. 2019. Social-Cultural Ecosystem Services of Sea Trout Recreational Fishing in Norway. – *Frontiers in Marine Science* 6: 1-13.
- Middlemas, S. J., Fryer, R. J., Tulett, D. & Armstrong, J. D. 2013. Relationship between sea lice levels on sea trout and fish farm activity in western Scotland. – *Fisheries Management and Ecology* 20: 68-74.

- Moore, I., Dodd, J. A., Newton, M., Bean, C. W., Lindsay, I., Jarosz, P. & Adams, C. E. 2018. The influence of aquaculture unit proximity on the pattern of *Lepeophtheirus salmonis* infection of anadromous *Salmo trutta* populations on the isle of Skye, Scotland. – *Journal of Fish Biology* 92: 1849-1865.
- Sjursen, A. D., Rønning, L. & Davidsen, J. G. 2019. Overvåkning av anadrome laksefisk i Botnvassdraget, Nordland. Resultater fra overvåkning og metodeutvikling 2018. – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2019-3: 28.
- Sjursen, A. D., Rønning, L., Friis, M. E. L. & Davidsen, J. G. 2020. Overvåkning av anadrome laksefisk i Botnvassdraget, Nordland. Resultater fra overvåkning 2019. – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk notat 2020-5: 1-24.
- Skaala, Ø., Wennevik, V. & Glover, K. A. 2006. Evidence of temporal genetic change in wild Atlantic salmon (*Salmo salar* L) populations affected by farmed escapees. – *ICES Journal of Marine Science* 63: 1224-1233.
- Strand, J. E., Davidsen, J. G., Jørgensen, E. H. & Rikardsen, A. H. 2011. Seaward migrating Atlantic salmon smolts with low levels of gill Na⁺, K⁺ - ATPase activity; is sea entry delayed? – *Environmental Biology of Fishes* 90: 317-321.
- Svåsand, T., Karlsen, Ø., Kvamme, B. O., Stien, L. H., Taranger, G. L. & Boxaspen, K. K. 2016. Risikovurdering norsk fiskeoppdrett 2016. – *Fisken og Havet særnr. 2*: 192.
- Sægrov, H., Hindar, K., Kålås, S. & Lura, H. 1997. Escaped farmed Atlantic salmon replace the original salmon stock in the River Vosso, western Norway. – *ICES Journal of Marine Science* 54: 1166-1172.
- Thorstad, E. B., Økland, F., Finstad, B., Sivertsgård, R., Bjørn, P. A. & McKinley, R. S. 2004. Migration speeds and orientation of Atlantic salmon and sea trout post-smolts in a Norwegian fjord system. – *Environmental Biology of Fishes* 71: 305-311.
- Thorstad, E. B., Økland, F., Finstad, B., Sivertsgård, R., Plantalech Manel-la, N., Bjørn, P. A. & McKinley, R. S. 2007. Fjord migration and survival of wild and hatchery-reared Atlantic salmon and wild brown trout post-smolts. – *Hydrobiologia* 582: 99-107.
- Thorstad, E. B., Whoriskey, F. G., Rikardsen, A. H. & Aarestrup, K. 2010. Aquatic nomads: the life and migrations of the Atlantic salmon. i (Aas, Ø., Einum, S., Klemetsen, A. & Skurdal, J.,(red.). *Atlantic Salmon Ecology*.- s. 1-32 - Wiley-Blackwell New York.
- Thorstad, E. B., Whoriskey, F., Uglem, I., Moore, A., Rikardsen, A. H. & Finstad, B. 2012. A critical life stage of the Atlantic salmon *Salmo salar*: behaviour and survival during the smolt and initial post-smolt migration. – *Journal of Fish Biology* 81: 500-542.
- Thorstad, E. B., Todd, C. D., Uglem, I., Bjørn, P. A., Gargan, P. G., Vollset, K. W., Halttunen, E., Kålås, S., Berg, M. & Finstad, B. 2015. Effects of salmon lice *Lepeophtheirus salmonis* on wild sea trout *Salmo trutta*—a literature review. – *Aquaculture Environment Interactions* 7: 91–113.
- Uglem, I., Karlsen, Ø., Sanchez-Jerez, P. & Sæther, B.-S. 2014. Impacts of attraction of wild marine fish to open cage salmonid farms in Norway. – *Aquaculture Environmental Interactions* 6: 91-103.
- Urbinaa, M. A., Cumilla, J. P., Paschke, K. & Gebauere, P. 2018. Effects of pharmaceuticals used to treat salmon lice on non-target species: Evidence from a systematic review. – *Science of the Total Environment* 649: 1124-1136.
- Vollset, K. W., Krontveit, R. I., Jansen, P. A., Finstad, B., Barlaup, B. T., Skilbrei, O. T., Krkošek, M., Romunstad, P., Aunsmo, A., Jensen, A. J. & Dohoo, I. 2016. Impacts of parasites on marine survival of Atlantic salmon: a meta-analysis. – *Fish and Fisheries* 17: 714-730.
- Wobeser, G. A. 2013. *Essentials of disease in wild animals*. – Wiley-Blackwell, Oxford. 256 s.

NTNU Vitenskapsmuseet er en enhet ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, NTNU.

NTNU Vitenskapsmuseet skal utvikle og formidle kunnskap om natur og kultur, samt sikre, bevare og gjøre de vitenskapelige samlingene tilgjengelige for forskning, forvaltning og formidling.

Institutt for naturhistorie driver forskning innenfor biogeografi, biosystematikk og økologi med vekt på bevaringsbiologi. Instituttet påtar seg forsknings- og utredningsoppgaver innen miljøproblematikk for ulike offentlige myndigheter innen stat, fylker, fylkeskommuner, kommuner og fra private bedrifter. Dette kan være forskningsoppgaver innen våre fagfelt, konsekvensutredninger ved planlagte naturinngrep, for- og etterundersøkelser ved naturinngrep, fauna- og florakartlegging, biologisk overvåking og oppgaver innen biologisk mangfold.

ISBN 978-82-8322-242-5
ISSN 1894-0064

© NTNU Vitenskapsmuseet
Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

www.ntnu.no/museum