



HØRING – FORSLAG TIL NY LUSEFORSKRIFT

Ørjan Karlsen og Tore Kristiansen

Havforskningsinstituttet
2020



Hørings svar fra Havforskningsinstituttet

Utkast til forskrift om kontroll med lakselus i akvakulturanlegg

Mattilsynet har bedt om innspill til forslag til «Utkast til forskrift om kontroll med lakselus i akvakulturanlegg». Havforskningsinstituttet er kunnskapsleverandør for Mattilsynet både når det gjelder effekt av lakselus på vill laksefisk og velferd hos oppdrettsfisk. Vi vil derfor ha fokus på disse områdene i høringssvaret.

Lakselus er en type krepsdyr som lever som ektoparasitter på laksefisk (laks, sjøørret og sjøørøye). Skadene lakselus forårsaker avhenger av antall lakselus, størrelsen på fisken, og påvirkes av andre forhold som temperatur og fiskens kondisjon. Det er grundig dokumentert både på oppdrettet og vill laksefisk at lakselus påvirker fiskens velferd negativt.

Skottelus er en nær slektning av og ligner på lakselusa, men har betydelig flere verter enn bare laksefisk. Også skottelus har negative effekter på oppdrettet laksefisk, men en finner sjelden betydelig antall på vill laksefisk

Det er godt dokumentert at lakselus fra oppdrett smitter vill laksefisk (Fjørtoft mfl. 2017; Serra-Llinares mfl. 2018), og det er en klar sammenheng mellom utslipp av lakselus fra oppdrett og antall lakselus på vill laksefisk. For å redusere eller hindre en økning av lakselus på vill laksefisk, er det derfor helt nødvendig å redusere bestanden av kjønnsmoden lakselus og de påfølgende utslippene av lakselusnauplier fra oppdrett. Ukontrollert vekst av lakselus på oppdrettslaksen vil også etter hvert føre til store hudskader på laksen, og etter hvert forøket dødelighet.

§ 1 Formål

Forskriften skal bidra til

- a) at nivået av lakselus på fisk i akvakulturanlegg er under kontroll, for å bidra til at det er forsvarlig å produsere laksefisk i sjøen*
- b) at hensynet til fiskevelferd er ivaretatt og lakselusmitte forebygges*
- c) at skader på vill eller oppdrettet fisk som følge av lakselus eller behandling mot lakselus unngås, og*
- d) at videre resistensutvikling hos lakselus motvirkes*

En generell kommentar er at hensynet til fiskevelferd for oppdrettsfisken, og til resistensutvikling i utgangspunktet krever en strategi som gir færrest mulig behandlinger, mens hensynet til vill laksefisk krever en strategi for minst mulig lakselusbestand og da potensielt mange behandlinger mot lus. Dette kan være til dels motstridende strategier der flere hensyn må vektas mot hverandre. Preventive tiltak (som snorkelmerder, luseskjørt, lukkede anlegg,



branngater, brakkleggingssoner, flytting av anlegg med stor smitteeffekt, osv.) er imidlertid metoder som har positiv effekt både på vill- og oppdrettet laksefisk, og har effekt utover det enkelt anlegg og nærområde siden de reduserer smitteraten og dermed totalbestanden av lakselus. Slike preventive tiltak bør derfor etterstrebes og stimuleres.

§ 4 Grenser for nivåer av lakselus

I den enkelte produksjonsenheten skal det ikke være nivåer av lakselus som kan redusere fiskevelferden.

Dyrevelferdsloven skal beskytte individer. Det bør derfor være de individene med høyest antall lakselus som setter grensen for akseptabel velferd. Det foreligger imidlertid ingen spesifisering av hva disse grensene skal være. De første tydelige skadene på fisken fremkommer når lusen når de preadulte stadiene, men også store antall av tidligere stadier vil redusere fiskens velferd, noe som ses av f.eks. nedsatt vekst.

Dyrevelferd er som sagt en individuell egenskap. Havforskningsinstituttet vurderer derfor at rapporteringen bør være på antall lus per fisk (antall lus av hver kategori som inngår i rapporteringen, rapporteres for alle undersøkte fisk), antall fisk i merden, samt vanntemperatur. Vektet gjennomsnitt per fisk og totalt antall lus (inkl. kjønnsmodne) og månedlig utslipp av nauplier kan beregnes ut fra disse tallene med tanke på å vurdere smittepress fra hvert anlegg, noe som er viktig både for å modellere smitte mellom anlegg og for smitte mot villfisk.

I akvakulturanlegget skal det til enhver tid være færre enn 0,50 voksne hunnlus i gjennomsnitt per fisk. Om våren er grensen lavere. Det skal være færre enn 0,20 voksne hunnlus i gjennomsnitt per fisk i akvakulturanlegget i:

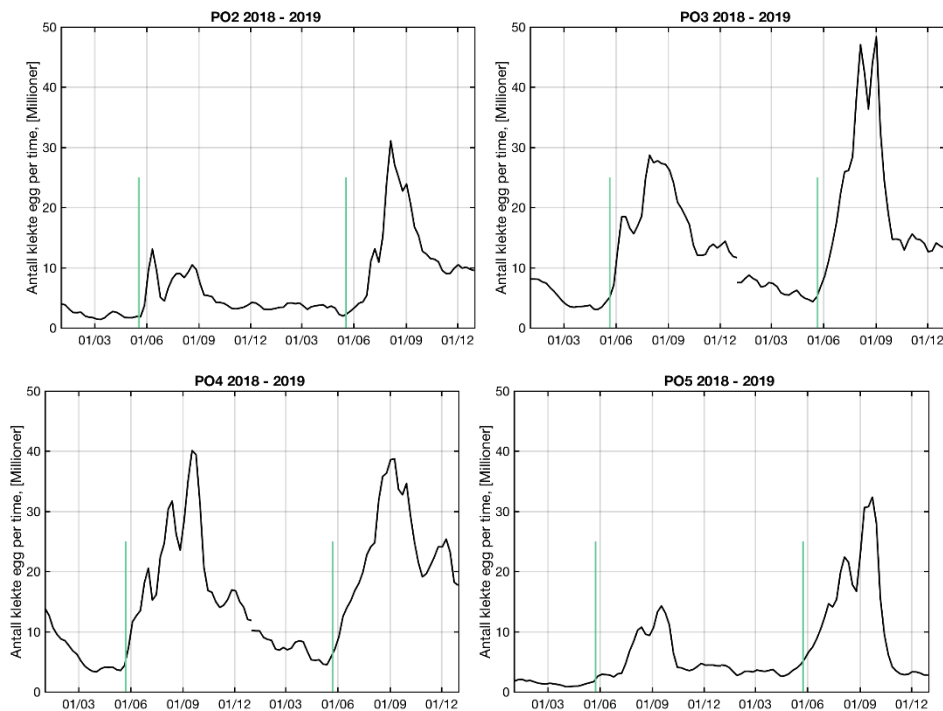
- a) produksjonsområde 1-7 fra og med uke 16 til og med uke 23*
- b) produksjonsområde 8-9 fra og med uke 19 til og med uke 26*
- c) produksjonsområde 10-11 fra og med uke 21 til og med uke 28*
- d) produksjonsområde 12-13 fra og med uke 22 til og med uke 29*

Havforskningsinstituttet mener det er et faglig grunnlag for at en utvidet periode med nedsatt lusegrense kan redusere smittepresset på vill laksefisk, og dermed gi bedre overlevelse og velferd hos utvandrende smolt. En tilpasning av perioden med lav lusegrense til de ulike landsdelene som foreslått vil gi økt beskyttelse i den mest sårbare tiden da smolten av vill laksefisk vandrer ut i fjord- og kystområdene, og i den første perioden med vandring og beiting.

Antall lakselus som slippes fra oppdrettsanlegg øker betydelig ved økende temperatur. Som oftest ses en betydelig økning i utslipp av lakselus umiddelbart etter avsluttet periode med nedsatt lusegrense (jfr. figur 1). Å utvide perioden med redusert lusegrense vil i praksis si at utviklingen av lakselus som ses utover sommeren utsettes i tid, og en vil dermed redusere



smittepresset på vill laksefisk i denne sårbare fasen. Effekten av å utvide perioden med lav lusegrense vil imidlertid avhenge av en rekke forhold som temperaturøkning, produksjonssyklusen i anleggene og det generelle smittepresset i området.



Figur 1. Utviklingen i utslipp av lakselus i produksjonsområdene 2-5 for årene 2018-2019. Utslippene er beregnet fra rapporterte verdier av antall voksne hunnlus, temperatur og antall fisk i anleggene. Vertikal linje indikerer forventet tid for median smoltutvandring hvert av årene.

En analyse av dataene fra produksjonsområdene 2 til 5 i perioden 2018 til 2019 viser at utslippene av lus øker kraftig fra rundt slutten av mai og utover, og at det er store variasjoner mellom de to årene i hvor store toppene er (Figur 1). Utslipp av lakselus fra anleggene er avhengig av antall modne hunnlus på fisken og vanntemperatur (økende temperatur gir raskere eggproduksjon og klekking). Ved å utvide perioden med nedsatt lusegrense vil en da kunne holde antallet modne hunnlus nede og dermed utsette økningen i antall klekte egg, selv om temperaturøkningen i seg selv vil medføre noe økning. Som det fremkommer av figuren var utslippet av lakselus relativt lavt ved median smoltutvandring i de ulike produksjonsområdene i de to årene, men økte relativt raskt like etter.

Tidspersiden hvor vill laksefisk smittes av lakselus varierer mellom de ulike artene, og hvor disse lever. Laks blir smittet av lakselus fra oppdrett på deres vandring fra elv til hav, og på deres vandring langs kysten og i fjordene på deres tilbakevandring som kjønnsmodne. Det er størst negativ effekt på den utvandrende postsmolten av laks da denne fisken er liten (gjennomsnitt rett i overkant av 20g), samt at fisken allerede er stresset av overgangen fra fersk- til saltvann. Nylig er det imidlertid også vist at også større tilbakevandrende laks kan bli



negativt påvirket av lus. En forlenget periode med lav lusegrense vil sannsynligvis også redusere smittepresset på den voksne laksen som vandrer inn på kysten og i fjordene.

En utvidet periode med nedsatt lusegrense vil redusere risikoen for at utvandrende laks smittes av lakselus (jmf. figur 1). Tiden for utvandring varierer betydelig innen og mellom vassdrag, og er generelt seinere lengre nord i landet. Da luseutslippene fra oppdrett øker betydelig utover sesongen, vil fisk som utvandrer sent og/eller har en lang vandringsrute slik som laks fra de indre elvene i de store fjordene, ha en økt risiko for å bli smittet med lakselus. Dette gjelder spesielt i år med sein smoltutvandring. En forlenget periode med lave lusegrenser vil derfor ha ekstra stor betydning for laks fra de indre elvene i store fjorder. Den foreslåtte tilpasningen til landsdelene med seinere periode for lav lakselusgrense er viktig da dette vil bidra til best mulig overlapp med smoltutvandringsperioden og den tidlige beiteperioden.

Tilbakevandring av laks til kysten og fjordene observeres fra mai, og en utvidet periode med lave lusegrenser vil trolig også reduserer smitten på den voksne laksen. Effekten av lakselus på stor laks er lite undersøkt, men studier fra Skottland kan indikere at mye lus kan redusere også den store fiskens kondisjon og reproduksjon (Susdorf mfl. 2018a; b).

Sjørørret og sjørøye utvandrer omtrent samtidig som laks, men har hele sin beiteperiode langs kysten. Beiteperioden kan strekke seg opp til 100 dager, og det er klart at det akkumulerte smittepresset de opplever er betydelig høyere enn laks. Sjørørret og sjørøye er avhengig av den rike næringstilgangen i sjøen for å vokse og legge seg opp energilagre for en næringsfattig vinter. Flere forsøk i flere land har vist at lus påvirker fiskens adferd, hvor fisken kan vandre tidlig tilbake til elvene for å avluse seg (Birkeland & Jakobsen 1997; Serra-Llinares mfl. 2018; Serra-Llinares mfl. 2020). Reduserte energilagre er vist å påvirke vinteroverlevelsen til sjørørret og sjørøye (Jensen mfl. 2017). Effekten av redusert beiteperiode vil derfor kunne være redusert vinteroverlevelse. Vekst og energitilgang er også knyttet til alder ved kjønnsmodning og investering i reproduksjon. Samlet tyder dette på at en utvidet periode med lav lusegrense trolig vil redusere smittepresset på beitende sjørørret og sjørøye.

Som det fremkommer av overvåkingsdata fra vill laksefisk (Karlsen mfl. 2019; Nilsen mfl. 2019) er det imidlertid ikke sannsynligvis at en utvidet periode på 2 uker med lav lusegrense vil forhindre et høyt påslag av lakselus på vill sjørørret og sjørøye seinere i sesongen. På den annen side kan effekten av en utvidet periode med nedsatt lusegrense være større i nordlige deler av kysten, da fiskens beiteperiode er kortere der, og sjøtemperaturen lavere som gjør at lusens utvikling går saktere.



§ 5 Plikt til å forebygge og motvirke resistensutvikling

Oppdretteren skal drifte på en måte som forebygger og motvirker resistensutvikling i lakseluspopulasjoner.

Denne planen bør være offentlig tilgjengelig og utarbeides i samarbeid med andre anlegg i regionen og Mattilsynet og forvaltningstøtteinstituttene.

§ 6 Plikt til å redusere antallet fisk

Oppdretteren skal redusere antallet fisk i anlegget når det må til for å ha kontroll over nivået av lakselus i anlegget.

Oppdretteren skal også redusere antallet fisk i anlegget når det må til for å unngå at nivået av lakselus kan redusere fiskevelferden i en produksjonsenhet.

Å redusere antall fisk i merden vil ikke føre til lavere antall lus per fisk, heller motsatt siden lavere tetthet ofte fører til større påslag per fisk da det blir færre fisk for hver luselarve som passerer merden (Samsing mfl. 2014). Men å redusere antall fisk vil redusere antall lus og utslipp av luselarver gitt at lusenivået pr fisk opprettholdes, se kommentar til § 4. Et mindre antall fisk kan også gjøre at en har bedre kontroll luseantall og trenger mindre tid og ressurser til behandling mot lus. Det bør uansett være et krav til oppdretterne at de har tilgang til tilstrekkelig lusebehandlingskapasitet med den fiskemengde de har i kombinasjon med valgt teknologi.

§ 7 Hvordan telle lakselus, beregne gjennomsnitt og oppbevare grunnlagsdata

Å sørge for at utvalget av fisk er statistisk representativt i en merd er i praksis svært vanskelig. Telling av lus på kun 20 fisk per produksjonsenhet vil kunne gi store feilkilder når en skal estimere antall lus i merden. Også måten fisken som skal telles fanges på har stor betydning, og det bør presiseres en «beste praksis» metode for dette. Under håving og telling av lus faller lus av, og lus som ramler av i bedøvelseskaret må også telles med for å få et riktig gjennomsnittsantall.

Fisk som står nær overflaten og er lettest å fange har ofte mer lus. Et overestimert antall lus kan medføre krav om behandling som igjen kan føre til flere behandlinger og dårligere dyrevelferd. Det er også viktig at selve tellingene er riktige. Krav til at jevnlig lusekurs bør gjennomføres på lik linje med «velferdskurs» bør innføres. Teoretisk og praktisk prøve bør gjennomføres. Dette vil kunne være en oppgave som kan tillegges anleggets veterinær.



En kamerabasert automatisk telling av lus medfører at en får undersøkt et mye større antall fisk i ulike deler av merden, og vil slik være et stort fremskritt. Innføring av automatisk telleteknologi kan potensielt gi mye bedre data på lakselus-utviklingen i merdene, og samtidig redusere behovet for hyppig og potensielt skadelig håndtering av fisk i merdene. Luseteller kameraene kan også brukes til å overvåke velferd og vekst hos fisken, og flere selskaper arbeider med å utvikle metodikk og teknologi for dett, bl.a. i samarbeid med HI.

Havforskningsinstituttet vurderer at en teknologinøytral telling av lakselus på oppdrettsanlegg vil være en stor forbedring i forhold til dagens manuelle telling, gitt at produsentene av automatisk telleteknologi kan dokumentere at tellingen holder tilsvarende kvalitet som tradisjonell telling.

På den andre siden kjenner vi ikke pr i dag automatisk tellesystemer som fanger opp de tidligste stadiene av lakselus, og det er mulig dette ikke lar seg gjøre med tilstrekkelig presisjon. Med dagens teknologi vil det derfor være svært krevende å utvikle utstyr for å telle fastsittende lus på en sikker måte. Når automatiserte tellemetoder innføres, må kravet om å telle fastsittende enten fjernes eller lempes på, se for øvrig kommentarer til §8.

Et forslag kan være risikobasert manuell telling, dvs. at når lusepresset er høyt skal fastsittende lus i tillegg telles manuelt. Da en telling uten sikker registrering av fastsittende lus gir oppdretteren dårligere tid til å planlegge en akutt lusebehandling, må behandlingsskapiteten stå i forhold til tidsaspektet.

Både manuelle og automatisk tellemetoder vil være indekser på antall lakselus, og ikke nødvendigvis være direkte sammenlignbare. Datakildene må være kompatible, og det er derfor mulig at det må lages en omregningsfaktor mellom disse indeksene. I starten bør en derfor samle inn data for å kunne sammenligne metodene og beregne omregningsfaktorer mellom manuell og automatisk lusetelling.

§ 8 Rapportering

For anlegg i drift skal oppdretteren innen utgangen av mandag hver uke rapportere opplysninger om sjøtemperatur og behandlinger for forrige uke

Når oppdretteren har talt lakselus, skal resultatet av tellingen rapporteres innen utgangen av mandag uken etter tellingen. Oppdretteren skal rapportere opplysninger om gjennomsnittlig antall lakselus av voksen hunnlus, bevegelige stadier og fastsittende stadier for hver produksjonsenhet og gjennomsnittlig antall lakselus på all fisk i anlegget. Oppdretteren skal rapportere hvilken dato tellingen ble utført.

Rapportering skal skje på fastsatt skjema.



Havforskningsinstituttet vil presisere viktigheten av at dato for telling rapporteres. Dette er viktig informasjon for å modellere utslipp av lus fra anleggene. Det vil også være en fordel at en har informasjon om lusetall i hver produksjonsenhet, og helt også ned på individnivå.

I forhold til å vurdere kvaliteten på tellingene og ha mer korrekte (og direkte) grunnlagsdata for å beregne det totale luseutslippet fra ulike anlegg, vil Havforskningsinstituttet foreslå at rådataene på «telleskjemaene» (dato, individdata med antall lus av ulike stadier per fisk) per merd også rapporteres inn, sammen med antall fisk i merden og temperatur.

I tellingene bør voksne hannlus skilles ut som egen kategori som skal rapporteres. Da kan man benytte bevegelige lus for å se på rekruttering av lusepopulasjonen uten innblanding av de allerede tilstedeværende hannlus.

Det er lagt ned betydelig innsats for å registrere disse verdiene, og en taper informasjon med bare å rapportere snittverdier. Telleresultatene per merd bør derfor gå inn i en felles database tilgjengelig for forskning og forvaltning.

Det vil være ønskelig at merdgruppene har et gruppenummer slik at det er mulig å følge luseutviklingen selv om gruppen flyttes til en annen merd. Et slikt datagrunnlag kan brukes for å verifisere modeller (i) og gi objektivt grunnlag for å vurdere hvordan luseutviklingen er fra fastsittende til bevegelig og voksne (ii) og vurdere effekter av ulike tiltak (iii).

Det bør også rapporteres om noen av merdene ikke har blitt telt, samt dato og metode for siste behandling for hver merd. Dette vil gi bedre oversikt over behandlingseffekter og viktig for å unngå underrapportering hvis en velger ut merder som nylig har behandlet. I de tilfeller hvor telling og behandling utføres på samme dag må det fremkomme om tellingen er utført før eller etter behandlingen.

Kravet om å telle alltid

Stor fisk som står klar til slaktning kan ha mye lus. Dagens bruk av modeller for å predikere smitte mellom anlegg og fra anlegget til villfisk vil være tjent med å ha data på lus også på denne fisken da deres bidrag kan være vesentlig.

Behov for å telle fastsittende lus

Dagens kamerabaserte automatisk tellemetoder kan så langt ikke benyttes for sikkert å tallfeste fastsittende lus, og det er også stor usikkerhet i de manuelle tellingene av fastsittende lus. Antallet fastsittende lus vil derfor ofte bli underestimert. For modellene som brukes for å beregne smittepress benyttes imidlertid ikke fastsittende lus, men bare voksne hunnlus.

Antall fastsittende lus kan derimot være nyttig for den enkelte oppdretters prediksjon av fremtidige behandlingsstrategier. Utviklingen av lakselus ved 8°C (som er en ganske normal temperatur for smoltutvandringen i hele landet) fra kopepoditter, chalimus 1 eller chalimus 2 til preadulte tar hhv. 23, 15 og 8 dager, og fra preadulte til voksne hanner og hunner 15 og 25 dager. Ved høyere temperaturer øker utviklingshastigheten betydelig, ved 13°C blir de



tilsvarende utviklingstidene 12, 8 og 4 dager, og fra preadulte til voksne hanner eller hunner hhv. 8 og 13 dager (Hamre mfl. 2019).

De bevegelige stadiene forårsaker sår på fisken. Et stort antall preadulte lus vil derfor vesentlig svekke fiskens velferd (Grimnes & Jakobsen 1996; Leigh mfl. 1999; Øverli mfl. 2014). Uten kontroll på fastsittende vil det være vanskelig å forutsi behandlingsbehovet, og lemping av kravet om telling av fastsittende må derfor ses i sammenheng med behandlingsskapasitet, evt. også om man klarer å utvikle modeller som bedre kan predikere luseutviklingen framover.

Havforskningsinstituttet vurderer at for å kunne ha tid til å planlegge og forberede tiltak for å holde antall lakselus innenfor regelverket er det pr i dag nødvendig for oppdretterne å ha kontroll med påslagene av de minste stadiene. Men antall fastsittende lus brukes ikke i dag i spredningsmodellene og er ikke essensielle for forskningen eller forvaltningen. Kravet om å rapportere fastsittende lus kan derfor kanskje fjernes, evt. trengs det forskning for å undersøke nytten og kvaliteten av denne tellingen.

§ 10 Forsvarlig behandling

En behandling kan bare settes i gang dersom en veterinær eller fiskehelsebiolog har funnet at behandlingen vil være forsvarlig.

Om en behandling er forsvarlig med tanke på fiskevelferd kan ofte ikke avgjøres før noe av fisken er behandlet. En burde her kreve eller definere kriterier for når en behandling skal stoppes. En burde derfor legge til: «Veterinær/fiskehelsebiolog skal også kunne stoppe en behandling som viser seg å være dyrevelferdsmessig uforsvarlig».

Referanser

- Birkeland K, Jakobsen PJ (1997). Salmon lice, *Lepeophtheirus salmonis*, infestation as a causal agent of premature return to rivers and estuaries by sea trout, *Salmo trutta*, juveniles. *Environmental Biology of Fishes* 49, 129-137.
- Fjørtoft HB, Besnier F, Stene A, Nilsen F, Bjørn PA, Tveten A-K, Finstad B, Aspehaug V, Glover KA (2017). The Phe362Tyr mutation conveying resistance to organophosphates occurs in high frequencies in salmon lice collected from wild salmon and trout. *Scientific Reports* 7, 14258.
- Grimnes A, Jakobsen PJ (1996). The physiological effects of salmon lice infection on post-smolt of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Journal of Fish Biology* 48, 1179-1194.
- Hamre LA, Bui S, Oppedal F, Skern-Mauritzen R, Dalvin S (2019). Development of the salmon louse *Lepeophtheirus salmonis* parasitic stages in temperatures ranging from 3 to 24°C. *Aquaculture Environment Interactions* 11, 429-443.
- Huserbråten M, Ådlandsvik B, Bergh Ø, Grove S, Karlsen Ø, Taranger GL, Qviller L, Dean KR, Bang Jensen B, Johnsen IA (2020). Endret lokalitetsstruktur i produksjonsområde 3 - vurdert virkning på spredning av lakselus, pankreassykdom og infektøs lakseanemi. Rapport fra Havforskningen, 51.



- Jensen AJ, Finstad B, Fiske P (2017). Evidence for the linkage of survival of anadromous Arctic char and brown trout during winter to marine growth during the previous summer. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 75, 663-672.
- Karlsen Ø, Serra Llinares RM, Nilsen R, Finstad B, Harvey A, Wennevik V (2019). En vurdering av lakselusinfestasjonen i produksjonsområdene i 2018 og 2019. Basert på data fra den nasjonale overvåkingen av lakselus på vill laksefisk (NALO). Rapport fra Havforskningen,
- Leigh HJD, Alan WP, Dominic FH, Alasdair HM (1999). Changes in physiological parameters and feeding behaviour of Atlantic salmon *Salmo salar* infected with sea lice *Lepeophtheirus salmonis*. *Diseases of aquatic organisms* 35, 89-99.
- Nilsen F, Ellingsen I, Finstad B, Helgesen KO, Karlsen Ø, Qviller L, Sandvik AD, Sægvog H, Ugedal O, Vollset KW (2019). Vurdering av kunnskapsgrunnlaget for å implementere lakselus på sjøørret som en bærekraftsindikator i «produksjonsområdeforskriften». Rapport fra ekspertgruppe for vurdering av lusepåvirkning, 23.
- Samsing F, Oppedal F, Johansson D, Bui S, Dempster T (2014). High host densities dilute sea lice *Lepeophtheirus salmonis* loads on individual Atlantic salmon, but do not reduce lice infection success. *Aquaculture Environment Interactions* 6, 81-89.
- Serra-Llinares RM, Bøhn T, Karlsen Ø, Nilsen R, Freitas C, Albretsen J, Haraldstad T, Thorstad EB, Elvik KMS, Bjørn PA (2020). Impacts of salmon lice on mortality, marine migration distance and premature return in sea trout. *Marine Ecology Progress Series* 635, 151-168.
- Serra-Llinares RM, Freitas C, Nilsen R, Elvik KMS, Albretsen J, Bøhn T, Karlsen Ø, Bjørn PA (2018). Towards direct evidence of the effects of salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis* Krøyer) on sea trout (*Salmo trutta* L.) in their natural habitat: proof of concept for a new combination of methods. *Environmental Biology of Fishes* 101, 1677-1692.
- Susdorf R, Salama NKG, Lusseau D (2018a). Influence of body condition on the population dynamics of Atlantic salmon with consideration of the potential impact of sea lice. *Journal of Fish Diseases* 41, 941-951.
- Susdorf R, Salama NKG, Todd CD, Hillman RJ, Elsmere P, Lusseau D (2018b). Context-dependent reduction in somatic condition of wild Atlantic salmon infested with sea lice. *Marine Ecology Progress Series* 606, 91-104.
- Øverli Ø, Nordgreen J, Mejdell CM, Janczak AM, Kittilsen S, Johansen IB, Horsberg TE (2014). Ectoparasitic sea lice (*Lepeophtheirus salmonis*) affect behavior and brain serotonergic activity in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.): Perspectives on animal welfare. *Physiology & Behavior* 132, 44-50.