

Prosjekt lakselus

Bakgrunn

Lakselusa vurderes av mange som en av grunnene til at marin overlevelse for villaks og sjøaure er redusert. Problemstillingen fikk økt oppmerksomhet i 2009, etter at det ble kjent at lakselus var i ferd med å utvikle resistens mot noen av substansene som brukes til behandling mot lus i oppdrettsanleggene. Laksefiskesesongen 2010 startet med at det ble hengt opp store bannere langs mange elver med påskriften "Lakselusa dreper villaksen".

Næringen ønsker at kunnskapen om villaks og effekten av lakselus skal være best mulig. Næringen inviterer derfor forskningsmiljøene til å gjennomføre utredningsoppgaver for å forbedre faktagrunnlaget som drift, forvaltning og informasjonsformidling bygger på.

Problemstillingen

En rekke laboratorieforsøk har påvist at fisk utsettes for fysiologisk stress når den infiseres av tilstrekkelig mange lakselus. Merkeforsøk har vist at vekst, kondisjon og overlevelse under sjøoppholdet kan påvirkes av lakselusinfeksjon ¹.

Det virker videre intuitivt korrekt at jo flere gravide lakselushunner som fins i sjøen, jo flere lusegg og copepoditter blir det, og jo større blir infeksjonstrykket både på villfisk og oppdrettsfisk. Hvis det skulle være så mye som 0,5 gravide hunner pr oppdrettslaks (tiltaksgrensen), blir det et par hundre millioner av dem i oppdrettsanleggene langs norskekysten. Normalt er det atskillig færre, kanskje bare halvparten. Likevel blir det et stort tall, som kan sammenlignes med for eksempel 30 lus pr sjøaure i en bestand på la oss si 500.000 (totalt 15 millioner lus), eller 10 lus pr laks i en bestand på 2,5 millioner villaks (25 millioner lus). Tallene for villfisk og infeksjonsnivå er teoretiske og rent illustrerende, men trolig av en rimelig størrelsesorden, og belyser poenget med oppdrettslaksens dominans som vert for lakselus.

Det er åpenbart at oppdrettsnæringen er en årsak til produksjon av lusegg. Hvis det er en direkte sammenheng mellom antall lakselus på fisk i sjøen, smittepresset mot villfisk, infeksjonsnivået på villfisk, og villfiskens overlevelse og yteevne i sjøen, er det rimelig å anta at oppdrettsnæringen er en vesentlig bidragsyter til problemene. Spørsmålet om lusegg skader villfisk er imidlertid avhengig av:

1. i hvilken grad lusegg blir til fastsittende lus, og
2. hvor skadelig fastsittende lus er for bestandsutviklingen til villaks og sjøaure

¹ Rob Raynard, Thomas Wahli, Ioannis Vatsos, Stein Mortensen (Eds) 2007: Review of disease interactions and pathogen exchange between farmed and wild finfish and shellfish in Europe. Veterinærmedisinsk Oppdragscenter AS, 460 s., ISBN 82-91743-74-6. Se s.89-91 for en gjennomgang av relevante referanser. <http://www.revistaaquatic.com/DIPNET/docs/doc.asp?id=48>

Norge har verdens største oppdrettsvirksomhet basert på laks, og samtidig har vi også den største villaksbestanden (atlantisk laks). Den norske villaksbestanden har hatt den minste tilbakegangen sammenlignet med alle andre land i Nord-Atlanteren (se vedlegg). Dette er like kontraintuitivt som det er intuitivt at følgende formel tilsynelatende er korrekt: **antall fisk x antall eggproduserende lakselushunner = smittepresset = redusert marin overlevelse**. Dette paradokset må ha en forklaring. FHL ønsker at forskningsmiljøene skal utrede dette spørsmålet, og inviterer til å gi tilbud på prosjektet beskrevet nedenfor.

Tidligere studier

En rekke studier viser en korrelasjon mellom oppdrett og infeksjonsnivået på sjøaure og villaks, for eksempel en studie fra Irland som dekker perioden 1992 til 2001 (Gargan et al)². I en review-artikkel fra 2009 konkluderer Mark Costello³ med at det er en økende mengde vitenskapelige artikler som dokumenterer at lakselus fra oppdrettsanlegg påfører villfisk dødelighet, og at kraftige, epidemiske utbrudd er påvist i områder med oppdrettsanlegg, men ikke i oppdrettsfrie områder. Ford og Myers⁴ hevder i en mye referert studie fra 2008 at den globale tilbakegangen for laks og sjøaure er korrelert med framveksten og økningen av oppdrettsproduksjonen, og at det eksisterer en årsakssammenheng mellom økte lakselusforekomster forårsaket av oppdrett og tilbakegangen for villfisken.

Flere av disse studiene ser ut til å ha svakheter. To av de ovenfor refererte studiene kan tjene som eksempler.

Costello konkluderer med at det nå er overveiende sannsynlig at oppdrettsanlegg er kilden til epidemiske utbrudd av lakselus på post-smolt i Europa og Nord-Amerika (s. 6 i artikkelen). Han bygger opp til denne slutningen gjennom et referat av konklusjoner i en rekke publikasjoner, som selv kunne trenge en kritisk evaluering. Han konkluderer med at "*Epizootics, characteristically dominated by juvenile (copepodite and chalimus) stages, have repeatedly occurred on juvenile wild salmonids in areas where farms have sea lice infestations, but have not been recorded elsewhere*" (s. 1), og videre at "*Persistent infestations on farms increase the risk of lice transferring to wild fishes*" (s. 6). Imidlertid finner han bare indirekte støtte i litteraturen for sin slutning: "*Efforts to find indicators of whether juvenile lice on wild fishes have come from farmed fishes have met little success,*" men "*indirect support from spatial transmission models indicates that farms can be significant sources of lice on wild fishes*". (s. 4)

²Gargan, P.G., Tully, P. and Poole, W.R. The Relationship Between Sea Lice Infestation, Sea Lice Production And Sea Trout Survival In Ireland, 1992-2001, in "Salmon on the Edge" (Ed. D. Mills), Chapter 10, pp. 119-135. Proceedings of The 6th International Atlantic Salmon Symposium, Edinburgh, UK, 16th - 18th July 2002. (nettutgave <http://www.cfb.ie/pdf/seatrout.pdf>)

³ Costello, M.J. (2009) How sea lice from salmon farms may cause wild salmonid declines in Europe and North America and be a threat to fishes elsewhere Proc. R. Soc. B October 7, 2009 276:3385-3394; published online before print July 8, 2009, doi:10.1098/rspb.2009.0771 (nettutgave <http://rspb.royalsocietypublishing.org/content/276/1672/3385.full.pdf+html>)

⁴ Ford, J.S. and Myers, R.A, (2008) A global assessment of salmon aquaculture impacts on wild salmonids. PLoS Biol 6(2): e33. doi:10.1371/journal.pbio.0060033 (nettutgave <http://www.plosbiology.org/article/info:doi%2F10.1371%2Fjournal.pbio.0060033#s5>)

Castello baserer sin argumentasjon på formelen det ble referert til i avsnittet ovenfor, og som er et underliggende premiss i mye av den vitenskapelige litteraturen på området. Dette har inspirert til mye forskning omkring spredningsmodeller for lusegg og lakselus og utvikling av modeller for estimering av infeksjonspresset på villaks. Vi stiller spørsmålet om denne formelen er en forenkling, som i lys av bestandsutviklingen i Norge sammenlignet med andre land, gir et feilaktig bilde av villfiskens problemer.

Costello henviser videre i sin artikkel nettopp til Ford og Myers, som på sin side påstår at deres analyse viser at overlevelsen til villaksen har gått tilbake med 50% pr generasjon i 5 regioner der den er eksponert for lakseoppdrett, mens tilbakegangen er mindre i regioner uten oppdrett. Samtidig sier Ford og Myers selv at tilbakegangen i noen regioner startet tidligere enn lakseoppdrett (s. 0413). Artikkelen inneholder en figur (nr. 1, s. 0412) som er ment å vise at tilbakegangen har vært større i regioner med lakseoppdrett enn i regioner uten. Det er ikke lett å se at figuren illustrerer dette.

Andre studier har imidlertid påvist en sammenheng mellom påslag av lus på villfisk og nærhet til oppdrettsanlegg, for eksempel den irske studien referert til ovenfor. Konklusjonen til Gargan et al er: *“It is clear from the data presented that there is a strong relationship between high infestation of juvenile lice stages on sea trout and proximity to salmon farms and the patterns of infestation and infestation levels change markedly beyond about 25-30 km from salmon farms. There is also a decrease in risk of osmoregulatory imbalance and mortality from sea lice infection at distances greater than 25-30 km from farms. From these relationships we therefore conclude that sea lice from marine salmon farms were a major contributory factor in the sea trout stock collapses observed in salmon aquaculture areas in western Ireland, western Scotland and western Norway (Bjorn et al 2001; Butler et al 2001.; this study).”* (s. 10)

En skotsk studie⁵ publisert i 2009 fant en korrelasjon mellom antall gravide lakselushunner på oppdrettslaksen og copepodittmengden i fjorden, men ingen korrelasjon mellom gjennomsnittlig copepoditt-mengde i vannsøylen og mengden av gravide lakselushunner på vill laksefisk i fjordsystemet (s. 82). I denne studien ble det samlede antall gravide hunner på oppdrettslaksen i fjorden beregnet til å være 29 – 72 ganger høyere enn antallet på villfisken. Dette er en av svært få studier som har målt copepodittmengden i planktontrekk, og så vidt vi skjønner kan den tolkes som at det er ingen direkte sammenheng mellom produksjonen av lusegg og påslag av lus på villfisk.

En annen skotsk studie fra samme år⁶ sammenlignet lakselusinfeksjoner på sjøaure i oppdrettsfrie områder på østkysten av Skottland med oppdrettsintensive soner på vestkysten. Infeksjonsgraden var vesentlig større på østkysten enn på vestkysten. Dette reiser spørsmålet om hvilken rolle sjøaurebestanden spiller for vedlikehold og eventuelt oppformering av lakselusbestanden, samt

⁵ Penston, M.J. and Davies, I.M. 2009. An assessment of salmon farms and wild salmonids as sources of *Lepeotheirus salmonis* (Krøyer) copepodits in the water column in Loch Toridon, Scotland. *Journal of Fish Diseases* 2009, 32, 75-88 (s. 82).

⁶ Urquhart, K., Pert, C. C., Fryer, R. J., Cook, P., Weir, S., Kilburn, R., McCarthy, U., Simons, J., McBeath, S. J., Matejusova, I., and Bricknell, I. R. (2010) A survey of pathogens and metazoan parasites on wild sea trout (*Salmo trutta*) in Scottish waters. – *ICES Journal of Marine Science*, 67: 444–453.

infeksjonstrykket på villfisk. Er det tenkelig at sjøauren er en viktig vektor for opprettholdelse av lakseluspopulasjonen i fjordområdene?

Bærekraftig nivå for lakselus

Heuch og Mo⁷ har utviklet en modell for å beregne den totale luseggproduksjonen i Norge. Basert på denne modellen er det beregnet en tålegrense på 10 – 50 millioner kjønnsmodne hunnlus. NINA legger denne modellen til grunn for sin høringsuttalelse til "Forskrift om kapasitetsøkning i lakse- og ørretoppdrett i 2010"⁸, der de begrunner sin bruk av modellen til Heuch og Mo med at den ikke er bestridt vitenskapelig. NINA skriver i sin uttalelse bl.a. at tålegrensen som Heuch og Mo foreslår er basert på lusenivåene i 1986 og 1987, altså før de første rapportene om negativ effekt på sjøaure kom. NINA beregnet høsten 2009 antall hunnlus til 6-10 ganger bærekraftig nivå, og konkluderte med at "en ytterligere kapasitetsøkning i oppdrett (er) uforenlig med de nasjonale mål om bevaring av våre laksebestander slik det er formulert i St.prp. 32 "Om vern av villaksen og ferdigstilling av nasjonale laksevassdrag og laksefjorder"." (s. 4)

Det Vitenskapelige råd for lakseforvaltning skriver i sin rapport nr 1/2009 at luseggproduksjonen har økt med 42% fra 1.mai 2000 til 1.mai 2008 (s.51). Denne beregningen forutsetter at infeksjonsnivået pr oppdrettslaks har holdt seg konstant på 0,5 lus pr fisk, og tar altså ikke i betraktning at infeksjonsnivået, ifølge rådets egne vurderinger, på slutten av 1990-tallet var vesentlig høyere (s. 55). Man skulle derfor tro at total produksjon av lusegg har gått noe ned siden da, til tross for at produksjonen av oppdrettslaks omtrent har fordoblet seg siden slutten av 90-tallet. Men hvis NINA har rett, skulle det være rimelig å forvente at en mangedobling av lusnivået i forhold til bærekraftig nivå ville hatt dramatiske konsekvenser for fangsten av villaks og sjøaure. Ettersom det ikke lar seg påvise at vi har hatt en slik reduksjon (se statistikk-vedlegget), er den motsatte konklusjonen nærliggende: at bærekraftig nivå *ikke* er, eller har vært, overskredet.

Både programmet Nasjonal overvåking av lakselus og det Vitenskapelige råd for lakseforvaltning rapporterer at lusesituasjonen var verst på slutten av 1990-tallet. Hvis lakselus virkelig påvirker overlevelsen til postsmolten i en nasjonal skala, følger det logisk at effekten ville vist seg som en negativ trend i fangststatistikken for laks i påfølgende år. Men 2000 og 2001 var tvert om de beste årene for oppfisket kvantum etter 1988, og 2002 og 2003 var også over gjennomsnittet. Denne slutningen forutsetter at fangststatistikken er god nok til at den fanger opp reelle endringer fra år til år (se vedlegget, der denne forutsetningen diskuteres).

Vår foreløpige vurdering er at det foreligger en rekke indikasjoner på at en ikke kan konkludere med en enkel sammenheng mellom gravide lakselushunner, produksjonen av lusegg, påslag av fastsittende lus og marin overlevelse av villfisk. Vi ønsker derfor en kritisk evaluering av Heuch og

⁷ Heuch, P. A. & Mo, T. A. 2001. A model of salmon louse production in Norway: Effects of increasing salmon production and public management measures. *Diseases of aquatic Organisms* **45**, 145-152

⁸ NINA, brev til Fiskeridepartementet datert 01.12.2009, http://www.nina.no/archive/nina/Info/tillegg%20til%20nyheter%20internett/pdf/H%F8ringsbrevNINA_2009.pdf

Mos modell. Spørsmålet om hvilke forutsetninger som må legges til grunn for modellering av bærekraftig nivå bør utredes nærmere.

Grensen for sykkelighet

En rekke vitenskapelige publikasjoner mener å påvise at påslag av lakselus påvirker laks og sjøaure negativt, og at svært store påslag indirekte og direkte kan føre til dødelighet. Det er imidlertid ikke påvist negative effekter på nasjonalt bestandsnivå, og heller ikke sikre effekter på populasjonsnivå. The Sea Lice Working Group Report ⁹ skrev om dette i 2009:

“However, further controlled laboratory investigations and long-term field experiments, in addition to routine monitoring, is required to assess any population-level effects of salmon lice on these salmonids, and to estimate a “sustainable” infection pressure.” (s. 75)

“The challenge remains to confirm the interaction strengths between wild fish and salmon farms as sources of infestation and sea lice as a population-regulating factor in local declines of wild salmonids. This requires progression beyond correlative studies and computer model predictions to affirm direct links (or lack thereof) between larval sea lice production from farms, infestation of wild fish, and wild population declines.” (s. 32-33)

Noen studier (merkeforsøk) har tilsynelatende påvist at lakselusinfeksjon påvirker marin overlevelse, men effekten har ikke gitt seg utslag i fangststatistikken. The Sea Lice Working Group Report oppsummerer dette forholdet slik:

“Data from Agdenes (Sør-Trøndelag County, central Norway) and Daleelva (Hordaland County, SW Norway) show that in years of high salmon lice infection pressure, the returns of protected fish have been higher than returns of unprotected control groups (Finstad & Jonsson 2001; Hvidsten et al. 2007). These studies also are supported by Skilbrei & Vennevik (2006). Complimentary studies with SLICE®-treated salmon smolts also have been performed in Ireland (Hazon et al. 2006) and support these findings. However, the long-term effects of sea lice on wild populations are still uncertain, and it is not known at what magnitude the observed salmon louse epizootics may impact host population size.” (s. 76)

Det har vært foreslått at et bærekraftig nivå for lakselusinfeksjon er 10 lus pr villfisk (Bjørn et al. 2008; 2009) ¹⁰. Men bør det ikke skilles mellom postsmolt som nettopp har vandret ut i sjøen og

⁹ Revie, C., Dill, L., Finstad, B., and C.D. Todd. 2009. “Salmon Aquaculture Dialogue Working Group Report on Sea Lice” commissioned by the Salmon Aquaculture Dialogue, available at <http://www.worldwildlife.org/what/globalmarkets/aquaculture/WWFBinaryitem11790.pdf>

¹⁰ Bjørn PA, Finstad B, Nilsen R, Asplin L, Uglem I, Skaala Ø, Boxaspen KK & Øverland T. 2008. Nasjonal overvåkning av lakselusinfeksjon på ville bestander av laks, sjøørret og sjørøye i forbindelse med nasjonale laksevassdrag og laksefjorder (Norwegian national surveillance of salmon lice epidemics on wild Atlantic salmon, sea trout and Arctic char in connection with Norwegian national salmon rivers and fjords). NINA Rapport **377**, 1-33.

Bjørn, PA, Finstad B, Nilsen R, Uglem I, Asplin L, Skaala Ø, Boxaspen K.K. & Øverland T. 2009. Nasjonal lakselusovervåkning 2008 på ville bestander av laks, sjøørret og sjørøye langs Norskekysten samt i forbindelse med evaluering av nasjonale laksevassdrag og laksefjorder (Norwegian national surveillance 2008 of salmon lice

større fisk, som åpenbart tåler atskillig høyere lusantall? Tilbakevandrende laks til Irland og Skottland på 1-4 kg har typisk 17-31 lus pr fisk ¹¹, med et gjennomsnitt på ca 25. Enkelte fisk har hatt over 150 lus, uten at fisken dermed har blitt klassifisert som syk. En undersøkelse fra Skottland konkluderte med at 13 lus pr postsmolt av sjøaure (19-70 g) var en grense for flere indikatorer for fysiologisk stress. For noe større postsmolt av laks (50-160g) ble en tilsvarende grense vurdert til 20 lus. (Wells et al. submitted) ¹².

Sammenhengen mellom antall fastsittende lus pr fisk, fiskestørrelse, stressnivå, og vekst, kondisjon og marin overlevelse bør i henhold til dette utredes nærmere for å kunne definere sykdom som følge av lakselusinfeksjon på villfisk.

Naturlig resistens

Det er påvist at pink salmon i British Columbia til en viss grad har naturlig resistens mot infisering av lakselus (*L. salmonis*) ¹³. Det er videre påvist at resistens hos atlantisk laks er en arvbar egenskap, og at dette åpner for resistensavl som en mulig metode for å bekjempe lakselus på oppdrettslaks ¹⁴. Dersom det er korrekt at lakselus over lengre tid har forårsaket dødelighet på villaks under sjøoppholdet, skulle man tro at dette er en form for seleksjon som har ført til utvikling av grader av naturlig resistens, som eventuelt kan variere mellom elver og/eller regioner. Er det sannsynlig at atlantisk laks kan ha utviklet resistens i større eller mindre grad, og at dette eventuelt kan forklare hvorfor vi ikke finner en sammenheng mellom veksten i lakseoppdrett, den antatte økningen i antall gravide hunnlus som følge av veksten i lakseoppdrett, og redusert PFA og fangst av villaks?

Prosjektets problemstillinger

Det eksisterer et behov for en kritisk gjennomgang av forskningen omkring forholdet mellom lakselus på oppdrettsfisk, smittepresset på villfisken og den marine overlevelsen til villfisken. Utredningen skal velge ut sentrale arbeider på området, og vurdere disse i et kritisk lys.

I forbindelse med den vitenskapelige kontroversen om lakselus og laksens framtid i fjordområdet Broughton i British Columbia, ble Brian Harvey engasjert av the BC Pacific Salmon Forum til å gjennomføre en kritisk vurdering av den vitenskapelige litteraturen om forholdet mellom oppdrett,

epidemics on wild Atlantic salmon, sea trout and Arctic charr in connection with Norwegian national salmon rivers and fjords). NINA Rapport **447**, 1-52.

¹¹ Revie, C., Dill, L., Finstad, B., and C.D. Todd. 2009. "Salmon Aquaculture Dialogue Working Group Report on Sea Lice", s. 14

¹² Revie, C., Dill, L., Finstad, B., and C.D. Todd. 2009. "Salmon Aquaculture Dialogue Working Group Report on Sea Lice", refererer til Wells et al submitted på s. 30

¹³ Jones, S., E. Kim and W. Bennett. 2008. Early development of resistance to the salmon louse, *Lepeophtheirus salmonis* (Krøyer), in juvenile pink salmon, *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum). Journal of Fish Diseases 31(8): 591-600.

¹⁴ Kolstad, K., Heuch, P.A., Gjerde, B., Gjedrem, T., Salte, R. (2005) Genetic variation in resistance of Atlantic salmon (*Salmo salar*) to the salmon louse *Lepeophtheirus salmonis*. Aquaculture 145-151

lakselus og villfisk. Hans første rapport er oppdatert mht arbeider publisert et stykke inn i 2008 ¹⁵. Det er for øvrig interessant å merke seg hans vurdering i denne rapporten av årsaken til uenigheten blant forskerne: “(...)a great deal of the controversy about sea lice stems from the lack of data and the difficulty of getting good data, so many of the published papers drift toward hypothesis and discussion” (s.9).

Hans andre rapport er oppdatert mht til arbeider til og med januar 2009 ¹⁶, og hans konklusjon I den siste rapporten var den samme som året før: “There are just too many ways to use the same spotty data, and the fewer data there are, the more your conclusion rests on assumptions— which can always be argued about. This is the most frustrating area of sea louse research, because scientists are trying to tie the available data into a grander mechanism that accounts for all the observations on sea lice, their movements, and their hosts” (s.7). Og videre: “The question everyone wants answered is: Have we still just demonstrated a lot of associations between salmon farms and the lice on wild salmon, or do we have proof of causation (...)? In my opinion, research is still at the association stage” (s.8).

En gjennomgang av litteraturen bør også vurdere om forskningen på området preges av at det har satt seg et vitenskapelig paradigme som etter hvert er selvreproduserende og ekskluderende i forhold til kritisk selvanalyse. Det kan virke som at referanselistene i den vitenskapelige litteraturen er omtrent identiske i ulike artikler, og at “bevisførselen” til dels gjennomføres ved hjelp at sirkelreferanser innen et begrenset fagmiljø. Eventuelle rotartikler (root papers) bør identifiseres og kommenteres.

Hovedproblemstillingen i studien blir å besvare spørsmålet om det kan dokumenteres, eller i det minste sannsynliggjøres, at spredning av lakselus fra oppdrettsfisk til villfisk har påvirket, og/eller fortsatt påvirker, bestandsutviklingen til villaks og sjøure på en negativ måte, på de fire nivåene internasjonalt, nasjonalt, regionalt og lokalt.

Problemstillingene vi ønsker belyst framgår av teksten ovenfor, men vi vil særlig fremheve at litteraturstudien skal finne svar på følgende spørsmål:

1. Er det mulig at lakslus faktisk er hovedårsaken (eller en viktig årsak) til den synkrone tilbakegangen for villaksen i Nord-Atlanteren på 1980-tallet? Hvorfor er tilbakegangen helt synkron i Europa (årene 1986-1989), mens den startet litt tidligere i det vestlige Atlanterhavet? Hvorfor har regioner i Nord-Atlanteren uten lakseoppdrett hatt den samme negative utviklingen som regioner med lakseoppdrett? Hvorfor har tilbakegangen vært større i alle andre land enn i Norge?

¹⁵ Harvey, B. 2008. Science and sea lice: what do we know? BC Pacific Salmon Forum report. <http://www.pacificsalmonforum.ca/pdfs-all-docs/ScienceandSeaLiceFinalFeb22-08.pdf>

¹⁶ Harvey, B. 2009. Science and sea lice: a second look? <http://www.farmfreshsalmon.org/sites/default/files/SeaLouseUpdate2009.pdf>

2. Finnmark er en stort sett en lusefri sone, der villaksen ser ut til å ha hatt omtrent samme bestandsutvikling som i resten av Norge. Er dette en korrekt observasjon, og i tilfelle: hva sier dette om lusas evne til å påvirke bestandsutviklingen?
3. Det er ofte referert til lusbestanden før og etter etablering av oppdrettsnæringen, og et underliggende premiss ser ut til å være at situasjonen var bedre før. Fins det observasjoner og data som kan bekrefte dette? Jfr. NINAs høringsuttalelse (se s. 4). Det er kjent at lakselusepidemier har forekommet lenge før oppdrett var etablert, som rapportert fra Nova Scotia i 1939¹⁷.
4. Det er i senere år publisert studier som dokumenterer at sjøauren har såkalt prematur tilbakevandring til ferskvann for å kvitte seg med lus. Er dette et nytt fenomen? Det er påvist at sjøauren i hvert fall i enkelte fjordsystem vandrer fram og tilbake mellom sjøvann og ferskvann flere ganger i løpet av året, og at en del av bestanden overvintre i sjøen. Kan vandringsmønsteret være en evolusjonær tilpasning til et naturlig høyt infeksjonspress på sjøauren?
5. Spredningsundersøkelser viser at copepoditter spres raskt både med vinddrevne overflatestrømmer og underliggende hovedstrømmer. Modellering av spredning var ment å skulle tjene som verktøy for å posisjonere oppdrettsanlegg slik at de i minst mulig grad skulle påvirke hverandre, eller påvirke såkalte utvandringskorridorer for villsmolt. Det ser imidlertid ut til at spredningen foregår i alle retninger avhengig av værforhold, og at copepodittene sprer seg til et stort område i løpet av få dager. Kan det til tross for dette likevel være mulig å redusere smittepresset ved smart lokalisering av anlegg? Hvis svaret er nei, har slike spredningsundersøkelser likevel en anvendt verdi?
6. Da midlertidige sikringssoner for laksefisk ble innført i 1991, var det en forutsetning at ordningen skulle evalueres. Har dette skjedd, og i tilfelle: hva var resultatet?
7. Arealvernet ble styrket ved etablering av nasjonale laksefjorder og laksevassdrag i 2002 (tillegg i 2007). Denne ordningen er evaluert av det Vitenskapelige råd for lakseforvaltning i rapportene 1/2009 og 2/2010. Er rådets vurderinger hva angår lakselus rimelige og basert på et tilfredsstillende datagrunnlag?
8. Arbeidshypotesen som ligger til grunn for forskningen på området er at lus spres fra oppdrettslaks til villaks, og at villaksen svekkes av lus. Den omvendte hypotesen bør også etterforskes: kan det tenkes at laks og sjøaure i dårlig kondisjon (evt forårsaket av dårlige beiteforhold i sjøen) har lettere for å få påslag av lus enn fisk i normalt god kondisjon? Kan dette i tilfelle være et viktig bidrag til opprettholdelse av en større tetthet av lakselus enn det som forutsetningsvis var normalt tidligere?
9. Det bør også undersøkes om det kan være slik at det først og fremst er sjøauren som bidrar til å opprettholde et høyt infeksjonsstrykk i fjordområdene.

¹⁷ White HC. 1940. "Sea lice" (*Lepeophtheirus*) and the death of salmon. Journal of the Fisheries Research Board of Canada 5, 172-175.

10. Bygger Heuch og Mos modell på rimelige forutsetninger, og er modellen et egnet verktøy for å predikere påslag av lakselus på villfisk? Er beregningen av bærekraftig nivå tilfredsstillende kunnskapsbasert?
11. Det er i senere år påvist en negativ utvikling på tilvekst og kondisjon under sjøoppholdet for laks, og at en større del av innsiget nå består av laks som har vært på beitevandring 2 år eller mer, og færre smålaks med sjøopphold på bare 1 år ¹⁸. Er det sannsynlig at dette skyldes infeksjon av lakselus, eller for eksempel dårligere beiteforhold i havet?

Listen over spørsmål og problemstillinger er ikke fullstendig. Forskningsmiljøene inviteres til å utvide listen, og integrere dette i sine tilbud. Tilbudet skal spesifisere:

1. Hva utredningen skal gi svar på
2. Prisen
3. Hvor lang tid arbeidet vil ta, og hvilken dato det ferdige produktet vil bli levert
4. Hvem som skal utføre arbeidet
5. Hvordan utredningen skal kvalitetssikres

¹⁸ ICES. 2010. Extract of the Report of the Advisory Committee. North Atlantic Salmon Stocks, as reported to the North Atlantic Salmon Conservation Organization, s.21.