

Registreringer av lakselus på laks, sjørret og sjørøye i 2002

Pål Arne Bjørn
Bengt Finstad
Roar Kristoffersen

NINA Oppdragsmelding 789

Registreringer av lakselus på laks, sjørret og sjørøye i 2002

Pål Arne Bjørn
Bengt Finstad
Roar Kristoffersen

NINA publikasjoner

NINA utgir følgende faste publikasjoner:

NINA Fagrapport

Her publiseres resultater av NINAs eget forskningsarbeid, problemoversikter, kartlegging av kunnskapsnivået innen et emne, og litteraturstudier. Rapporter utgis også som et alternativ eller et supplement til internasjonal publisering, der tidsaspekt, materialets art, målgruppe m.m. gjør dette nødvendig.

Opplag: Normalt 300-500

NINA Oppdragsmelding

Dette er det minimum av rapportering som NINA gir til oppdragsgiver etter fullført forsknings- eller utredningsprosjekt. I tillegg til de emner som dekkes av fagrapportene, vil oppdragsmeldingene også omfatte befaringsrapporter, seminar- og konferanseforedrag, års-rapporter fra overvåkingsprogrammer, o.a.

Opplaget er begrenset. (Normalt 50-100)

NINA Project Report

Serien presenterer resultater fra begge instituttenes prosjekter når resultatene må gjøres tilgjengelig på engelsk. Serien omfatter original egenforskning, litteraturstudier, analyser av spesielle problemer eller tema, etc.

Opplaget varierer avhengig av behov og målgrupper

Temahefter

Disse behandler spesielle tema og utarbeides etter behov bl.a. for å informere om viktige problemstillinger i samfunnet. Målgruppen er "allmennheten" eller særskilte grupper, f.eks. landbruket, fylkesmennenes miljøvern-avdelinger, turist- og friluftlivskretser o.l. De gis derfor en mer populærfaglig form og med mer bruk av illustrasjoner enn ovennevnte publikasjoner.

Opplag: Varierer

Fakta-ark

Hensikten med disse er å gjøre de viktigste resultatene av NINAs faglige virksomhet, og som er publisert andre steder, tilgjengelig for et større publikum (presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivåer, politikere og interesserte enkeltpersoner).

Opplag: 1200-1800

I tillegg publiserer NINA-ansatte sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler, gjennom populærfaglige tidsskrifter og aviser.

Bjørn, P.A., Finstad, B. & Kristoffersen, R. 2003. Registreringer av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye i 2002. - NINA Oppdragsmelding 789: 43pp.

Trondheim, juni 2003

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-1399-0

Forvaltningsområde:

Naturovervåking

Environmental monitoring

Rettighetshaver ©:

NINA

Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:

Norunn S. Myklebust

Design og layout:

Synnøve Vanvik

Sats: NINA

Kopiering: Norservice

Opplag: 300

Kontaktadresse:

NINA

Tungasletta 2

N-7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefax: 73 80 14 01

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 13305 Lakselus

Ansvarlig signatur:

Norunn S. Myklebust

Oppdragsgiver:

Direktoratet for naturforvaltning

Referat

Bjørn, P.A., Finstad, B. & Kristoffersen, R. 2003. Registreringer av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye i 2002. - NINA Oppdragsmelding 789. 43pp.

Resultatene fra 2002 viste at infeksjonstrykket varierte noe mellom vassdragene i tid og rom, men at det generelt var en høy infeksjon i hele undersøkelsesområdet. Dette til tross for at oppdretterne generelt har blitt dyktige til å bekjempe lakselus. Resultatene viser videre at den betydelige bedringen i situasjonen som ble observert i 2001 ikke vedvarte i 2002. Vi vet imidlertid at tettheten av oppdrettsanlegg er høy langt store deler av kysten. Den totale biomasse av laks kan derfor være så høy at selv gode tiltak i næringen og lave luseantall per fisk ikke er tilstrekkelig til å redusere infeksjonspresset til et bærekraftig nivå.

Resultatene fra Vikvassdraget i Vesterålen var ikke oppløftende for 2002, og en relativt høy lakselusinfeksjon ble observert gjennom mesteparten av sommeren i sjøen. Sommeren 2002 ble det også igjen observert at hardt infisert eller lakselusskadet fisk vandrer prematurt tilbake til Vikvassdraget.

Relativt høye infeksjoner ble også funnet fra indikatorvassdraget i Troms (Løksebotten/Røyrvikvassdraget) og i Finnmark (Halselvassdraget i Altafjorden). Sjøørreten hadde forhøyede infeksjoner i forhold til historiske nivå, og det ble også observert prematur tilbakevandring til ferskvann i 2002. I Altafjorden i Finnmark var det også en markant infeksjonspuls allerede tidlig på sommeren. I Troms og Finnmark ble det foretatt en tilsvarende synkronisert høstavlusning i 2001 som i Nordland. Hele Nord-Norge ble derfor relativt synkront avlusset høsten 2001 på samme måte som høsten 2000, men uten at dette har hatt samme effekt som det ble antatt å ha i 2001. Dette kan bety at oppdrettsnæringen ikke har hatt tilstrekkelig fokus på å bekjempe lakselus i løpet av sommeren. Alternativt kan også smitte fra andre kilder være viktig, for eksempel fra innvandrende vill laks, eller at miljøforholdene har vært spesielt gunstige for lusa. Vi vet for eksempel at sjøtemperaturen økte raskt våren og forsommeren 2002 og nådde uvanlig høye nivåer i Nord-Norge. Samtidig var det en svært liten vårflo og lite ferskvann i fjordsystemene. Dette kan tenkes å favorisere lusa, og kan bety at vi i slike år må ha spesiell fokus på lakselusbekjempelse.

Infeksjonspresset under smoltutvandringen hos laks sommeren 2002 var også lavt i de store Nord-Norske laksefjordene, Malangen og Altafjorden, og i Trondheimsfjorden. Datasettet for 2002 var imidlertid noe mangelfullt. Parallell innsamling av vill sjøørret og sjørøye fra littoralsonen i Altafjorden, på lokaliteten i sør-Troms, og på Hitra, viste imidlertid at infeksjonspresset på sjøørret var høyt under utvandringsperioden til laksesmolt. Risikoen for- og konsekvensene av infeksjonen på utvandrende laksesmolt vil avhenge både av intensiteten i pulsen og om den sammenfaller med smoltutvandringen. Generelt lavere sjøtemperaturer på våren og forsommeren i nord-Troms og Finnmark, kan resultere i at infeksjonsøkningen og smoltutvandringen som oftest ikke sammenfaller og at laksesmolten kan vandre uinfisert ut fra fjordsystemene i Nord-

Norge. I Altafjorden ble det i 1992 registrert epidemiske lakselusangrep på sjøørret og sjørøye allerede tidlig i juli. De fleste år (1993, 2000, og 2001) har pulsen imidlertid kommet i august, og man antar da at smolten har forlatt fjordsystemene. I år kom infeksjonspulsen imidlertid tidligere enn normalt, på samme måte som i 1992, i Nord-Norge. Det kan derfor tenkes at laksesmolten i 2002 var utsatt for en høyere infeksjonsrisiko på kysten fra Trondheim til Finnmark siden smoltutvandring og infeksjonspuls viste relativt god sammenfall i tid.

Lakselusmitte kan som nevnt også komme fra vill og rømt oppdrettslaks på innvandring og fra rømt oppdrettslaks som oppholder seg i fjordsystemer vinter og vår. Resultater fra langtidsovervåkingen på innvandrende laks (1993-2001), viser som tidligere år at enkelte individer er betydelig infisert med kjønnsmoden lus, noe som kan knyttes opp mot et generelt høyere infeksjonspress mot laks i marin fase. I områder uten oppdrett kan derfor smitte fra innvandrende voksen laks, reinfisere både vill og oppdrettet laksefisk. Betydningen av dette i oppdrettsintensive områder, sett i sammenheng med den totale produksjonen fra oppdrettslaks, er sannsynligvis liten, men kan være et problem i enkelte områder og til enkelte tider av året (våren). Bidraget fra rømt oppdrettslaks kan være høyt og bør overvåkes sterkere ettersom tiltakene i næringen virker.

Tilsvarende feltundersøkelser som er gjennomført i 2002 bør derfor følges opp også i framtiden for å vurdere om tiltakene i oppdrettsnæringen er tilstrekkelig, og for å generere nødvendig kunnskapsgrunnlag for å kunne forvalte lakselusproblematikken på vill og oppdrettet laksefisk. Vi bør konsentrere oss om de indikatorsystemene der vi har gode langtidsdata på sjøørret, sjørøye og på ut- og innvandrende laks. Imidlertid bør det understrekes at det fortsatt er et behov for nye og grunnleggende studier av lakselus effekt på vill laksefisk på populasjonsnivå. Dette vil ikke minst bli viktig etterhvert som tiltakene i næringa virker, spesielt dersom vi ikke greier å redusere infeksjonen ned til antatt historisk nivå. I tillegg er det viktig at man starter arbeidet med å modellere dynamikken i infeksjonssystemet for å optimalisere bekjempelsesregimet av lakselus på vill og oppdrettet laksefisk.

Høsten 2002 ble den nasjonale konferansen, "nasjonal handlingsplan mot lus på laksefisk – status, og hva gjør vi nå", avholdt i Bergen. En kunnskapsoppsummering fra sentrale forskere fra Veterinærinstituttet, NINA, Fiskeriforskning og Havforskningsinstituttet presenteres derfor i sin helhet bakerst i denne oppdragsmeldingen, og det henvises til denne for en generell oppsummering av problemområdet.

Emneord: Lakselus, *Lepeophtheirus salmonis*, laks, registreringer, sjøørret, sjørøye.

Bengt Finstad, Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7485 Trondheim.

Pål Arne Bjørn, Norsk institutt for fiskeri- og havbruksforskning AS, 9291 Tromsø.

Roar Kristoffersen, Norges fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø, Breivika, 9037 Tromsø.

Abstract

Bjørn, P.A., Finstad, F. & Kristoffersen, R. 2003. Registrations of salmon lice on Atlantic salmon, sea trout and Arctic charr in 2002. – NINA Oppdragsmelding 789. 43pp.

The risk of salmon lice infections on salmonids in 2002 varied between the watercourses both in time and space and the infections at several places were high. The infections in 2002 are of concern because of the fact that the fish farmers have improved their strategies for delousing and that the improvements seen in 2001 did not continue in 2002. The total biomass of salmonids in fish farms may therefore be so high that improvements in fish farms are not able to reduce the infection pressure to sustainable levels.

The results from the Vik watercourse in Vesterålen showed high salmon lice infections during the sampling period in summer 2002 and also prematurely returning fish were observed.

Results from the watercourses in Troms (Løkseboten/Røyrvik) and in Finnmark (Hals) showed high salmon lice infections. Sea trout had increased levels of salmon lice compared to previous years and prematurely returning fish were observed. In the Altafjord system we observed a telling infection pulse already in early summer. Both in Troms and Finnmark a synchronized delousing strategy in 2001 and 2002 was performed. The delousing strategy in 2002 was therefore comparable to 2001 but the effect of this was less in 2002. One explanation may be that the focus on delousing in 2002 had failed. Alternatively, spread of lice from other sources as ascending salmonids from the sea and environmental conditions (temperature/salinity) may have contributed. In 2002 both temperatures in sea were high early in the spring and due to low water flow in the rivers, the salinity in the fjord systems was high and these factors may have created favourable conditions for the salmon lice.

The infection pressure during smolt migration in the Trondheimsfjord (sør Trøndelag), Malangsfjord (Troms) and Altafjord (Finnmark) were low in 2002. However, parallel sampling of sea trout and Arctic charr from the same fjords showed that the infection on these fish were high during the smolt migration period. The risk and the consequence of the infection on migrating post smolts will probably depend on both the intensity of the infection pulse, and if it coincides in time and space with the post smolt migration ("match-mismatch"). Low sea temperatures during summer in the northern fjord systems may result in that the infection pressure and post smolt migration period does not overlap and that the smolts can migrate "safely" through the fjord system. However, in the Altafjord in 1992, salmon lice infections on sea trout and Arctic charr were registered as early as in June. Other years (1993, 2000 and 2001) the infection pulse has been in August when the smolts normally have left the fjord. In 2002, the infection pulse came earlier as seen in 1992 and the

smolts may then have been exposed to a higher salmon lice infection than previous years.

The results from the long term investigation on ascending adult Atlantic salmon (1993-2001), shows that some individuals are heavily infected with mature female lice, which may indicate a generally increased infection pressure in the marine phase of Atlantic salmon. The relative importance of salmon lice infection from wild fish, are, however, considered to be of little importance in areas with intense production of farmed salmon, compared to the number of infective copepodids derived from farmed fish. The contribution from escaped farmed salmon may, however, be considerable in areas with intensively fish farming, and should be more thoroughly monitored as the measures in the industry have an effect on the lice level on farmed fish.

This type of investigations should therefore be continued to evaluate if the measurements taken by the farming industry is sufficient, as well as generating enough knowledge to manage the salmon lice problem on wild and farmed salmonids. We have to concentrate on the indicator systems where we have long term monitoring data on sea trout, Arctic charr and Atlantic salmon. However, there is still a need for new studies on the effect of salmon lice on wild salmonid populations. This is especially important because we have to monitor the infections on the wild fish in relation to the delousing strategies in the fjord systems here in Norway. In addition it is important to develop a strategy to model the infection dynamics in the sea and to optimize the treatment strategies of salmon lice on wild and farmed fish.

In 2002 a national conference "National Treatment Plan Against Salmon Lice on Salmonids – Status and Further Strategies" was organized in Bergen. A review given from central scientists from the National Veterinary Institute, the Norwegian Institute for Nature Research, the Norwegian Institute of Fisheries and Aquaculture Research and the Institute for Marine Research are presented as an annex to this report.

Keywords: Salmon lice, *Lepeophtheirus salmonis*, registrations, sea trout, Arctic charr, Atlantic salmon.

Bengt Finstad, Norwegian Institute for Nature Research, Tungasletta 2, NO-7485 Trondheim, Norway.

Pål Arne Bjørn, Norwegian Institute of Fisheries and Aquaculture Ltd., NO-9291 Tromsø, Norway.

Roar Kristoffersen, The Norwegian College of Fishery Science, University of Tromsø, NO-9037 Tromsø, Norway.

Forord

Våren 1992 igangsatte NINA undersøkelser for å registrere lakselus på vill anadrom laksefisk i fjordsystemer. I sesongene 2000 - 2002 har disse undersøkelsene fortsatt og blitt utvidet i et samarbeid med Fiskeriforskning og Norges fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø. Undersøkelsen har blitt finansiert av Direktoratet for naturforvaltning.

Undersøkelsene er gjort på anadrom fisk i ulike lokaliteter langs kysten fra Rogaland til Finnmark og mange personer har vært involvert i dette arbeidet. Vi vil først og fremst rette en takk til Pål Gunnar Andersen og Idar Nilssen ved prøvefisket i Nordland. Rolf Sivertsgård, Tore Øverland og Gjermund Frisvoll takkes for innsatsen ved prøvefisket i Eresfjord og på Hitra. Stig Sandring og Audun Rikardsen takkes for en iherdig innsats ved innsamlingen i Finnmark, og Stig Sandring og lokale grunneiere takkes for prøvefiske i Troms og Nordland. Det rettes en stor takk til de ulike fiskerne langs kysten for registreringer av lakselus på kilenot- og krokgarnefangster, og til fiskerne som muliggjorde innsamlingen av postsmolt fra Trondheimsfjorden. Eilert Halsnes og Jan Evjen ved NFH (F/F "Hyas") takkes for en iherdig innsats ved innsamlingen av postsmolt fra Malangsfjorden og Altafjorden. Laksesmolt fra Trondheimsfjorden har blitt bearbeidet av Jan Gunnar Jensås. Laksesmolt fra Malangsfjorden og Altafjorden og sjørretmaterialet fra Nordland, Troms og Finnmark har blitt bearbeidet av Stig Sandring.

Trondheim, juni 2003

Bengt Finstad (NINA) og Pål Arne Bjørn (Fiskeriforskning)
prosjektledere

Innhold

Referat	3
Abstract	4
Forord.....	5
1 Innledning	6
2 Materiale og metoder.....	7
3 Resultater og diskusjon	11
3.1 Intensitet og konsekvenser av infeksjonen på ville sjørret og sjørøyebestander i områder med varierende oppdrettsaktivitet.....	11
3.1.1 Intensitet av lakselus på vill sjørret og sjørøye	11
3.1.2 Utviklingsstadier til lakselus på vill sjørret og sjørøye.	11
3.1.3 Konsekvenser av lakselusinfeksjon på vill sjørret og sjørøye.	11
3.1.4 Diskusjon.....	13
3.2 Infeksjonsintensitet og konsekvenser av infeksjonen på utvandrende laksesmolt i fjord- områder med varierende oppdrettsaktivitet.	20
3.2.1 Intensitet av lakselus på utvandrende laksesmolt i Trondheimsfjorden, Malangsfjorden og Altafjorden.....	20
3.2.2 Konsekvenser av lakselusinfeksjon på utvandrende laksesmolt i Trondheimsfjorden, Malangsfjorden og Altafjorden.....	21
3.2.3 Diskusjon.....	22
3.3 Lakselusinfeksjonen på tilbakevandrende atlantisk laks ved ulike sjøstasjoner langs Norskekysten, og på villaks og rømt oppdrettslaks fra høstfisket ved utvalgte lokaliteter.	24
3.3.1 Registreringer av lakselus på tilbake- vandrende atlantisk laks ved ulike sjøstasjoner langs norskekysten.	24
3.3.2 Lakselusregistreringer på villaks og rømt oppdrettsfisk fra høstfisket ved utvalgte lokaliteter.	24
3.3.3 Diskusjon.....	24
4 Oppsummerende diskusjon; sammenhengen mellom oppdrett av laks og lakselus på vill laksefisk, og effekten av tiltakene i oppdrettsnæringen	27
5 Referanser.....	29
Vedlegg: Statusrapport om forholdet mellom lakselus på oppdrettet og vill laksefisk i Norge.....	32

1 Innledning

Lakselus, som er en naturlig forekommende marin parasitt hos laksefisk, har som følge av oppdrettsnæringen fått en dramatisk økning i vertstilgang langs kysten av Norge (Heuch & Mo 2001). Dette er den mest sannsynlige årsaken til oppblomstringen av lakselus som både har gitt store negative konsekvenser for oppdrettsnæringen selv og sannsynligvis også ført til økt lakselusmitte for vill laksefisk (Heuch et al. 2002).

En nasjonal arbeidsgruppe med representanter fra næring og forvaltning la derfor fram en "Nasjonal handlingsplan mot lus på laksefisk" i 1997. Det langsiktige målet for denne (1997-2002) har vært å redusere skadevirkningene av lus på oppdretts- og villfisk til et minimum. Handlingsplanen baseres på at det er næringen som har hovedansvaret for bekjempelse av lakselus, og at målet skal oppnås ved å koordinere avlusning og forebyggende tiltak i oppdrettsnæringen (Anonym 1997). Norske Fiskeoppdretteres Forening (NFF) har vært engasjert i dette arbeidet og gikk allerede i 1997 ut og oppfordret sine medlemmer til å støtte en aksjon mot lakselus.

Høsten 2002 ble konferansen, "Nasjonal handlingsplan mot lus på laksefisk – status, og hva gjør vi nå", avholdt i Bergen. Formålet med konferansen var å evaluere handlingsplanen så langt, og å oppsummere kunnskapsstatus. Som en del av forarbeidet til konferansen, ble forskere fra Veterinærinstituttet (Peter Andreas Heuch), NINA (Bengt Finstad), Fiskeriforskning (Pål Arne Bjørn) og Havforskningsinstituttet (Jens Christian Holst, Frank Nilsen og Lars Asplin) bedt om å gi en kunnskapsoppsummering av situasjonen, samt gi råd om veien videre. Denne kunnskapsoppsummeringen presenteres som et eget vedlegg (Heuch et al. 2002) til denne oppdragsmeldingen, og det henvises til kunnskapsoppsummeringen for en generell oppsummering av problemområdet (se vedlegg av Heuch et al. 2002).

Kunnskapsoppsummeringen konkluderer imidlertid med at i den grad det har vært en nedgang i den totale luseproduksjonen gjennom handlingsplanperioden (1997–2002), så må effekten av nedgangen måles på vill laksefisk, jfr målet om at lus fra oppdrett ikke skal skade vill laksefisk (Heuch et al. 2002). Det er derfor viktig at overvåking av lus på villfisk styrkes, profesjonaliseres, og benyttes aktivt i evaluering og videre planlegging av tiltak i oppdrettsanlegg (Anonym 2002). Det er i tillegg ønskelig å koordinere overvåkingen både på vill og oppdrettet laksefisk i prioriterte områder for å kunne vurdere om tiltakene som iverksettes er rette og tilstrekkelige (se Bjørn et al. 2001a).

Dette prosjektet har hatt som målsetting å foreta en nasjonal overvåking av lus på vill laksefisk i prioriterte områder langs Norskekysten i 2002 og er et samarbeidsprosjekt mellom NINA, Fiskeriforskning og Norges Fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø. Prosjektet består av følgende delprosjekt:

- Del 1: Intensitet og konsekvenser av infeksjonen på ville sjørørret og sjørøyebestander i områder med varierende oppdrettsaktivitet.

- Del 2: Intensitet og konsekvenser av infeksjonen på utvandrende laksesmolt i fjordområder med varierende oppdrettsaktivitet.
- Del 3: Lakselusinfeksjonen på tilbakevandrende atlantisk laks ved ulike sjøstasjoner langs Norskekysten, og på villaks og rømt oppdrettslaks fra høstfisket i utvalgte fjord og kystlokalteter.

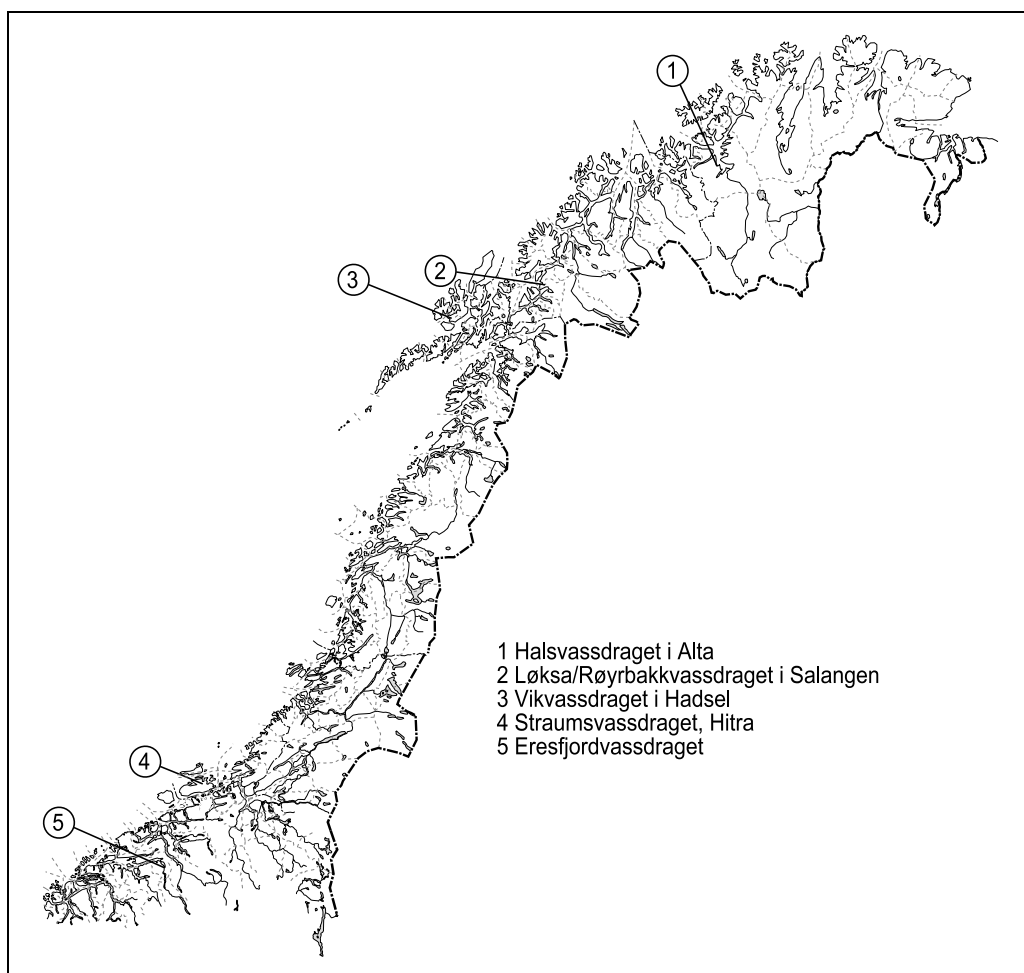
2 Materiale og metoder

Del 1: Intensitet og konsekvenser av infeksjonen på ville sjøørret og sjørøyebestander i områder med varierende oppdrettsaktivitet

Lakselusinfeksjonen på sjøørret og sjørøye fanget i sjø og brakkvann/ferskvann ble undersøkt på totalt seks hovedlokaliteter fra Møre og Romsdal og til Finnmark i 2002 (**figur 1**). I Møre og Romsdal ble Eira og Eresfjorden undersøkt. I Trøndelag ble Straumsvassdraget på Hitra og i Nordland ble Vikvassdraget undersøkt på samme måte som tidligere år (Bjørn et al. 2002a). I Troms ble Løksebotten/Røyrbakkvassdraget i Salangen undersøkt, mens Halsvassdraget i Alta ble undersøkt i Finnmark.

På hovedlokalitetene ble fisket gjennomført gjentatte ganger i løpet av sommeren med garn i sjøen og i ferskvanns-/brakkvannsestuariene slik at data både fra juni, juli og august ble samlet inn på disse. Garnfisket i sjøen foregikk med flytegarn (forenklet prøvegarnserie på 1 x 16, 18, 22, 26, 30 og 35 mm maskevidde utvidet med 3 garn på 19,5 og 3 garn på 21 mm). Samtlige maskevidder ble benyttet ved alle innsamlingene i sjøen (salinitet > 25 ‰). Garnene ble satt landfast med en vinkel på ca. 90° fra land og over littoralsonen der mye av sjøørreten og sjørøya oppholder seg under næringsvandringen i sjøen (egne observasjoner). Garnene ble overvåket, og fisken ble raskt tatt ut. Etter at vekt og total lengde var notert, ble fisken lagt individuelt i plastposer og frosset ned for videre bearbeiding på laboratoriet. Dette forhindrer et betydelig tap av skjell og lus. I brakkvannsestuariene ble det benyttet en begrenset garnserie med maskevidder på 18, 22 og 26 mm, og fisket ble enten gjennomført med forankring eller ved drivgarn på full flo. I ferskvann ble det benyttet elektrisk fiskeapparat på faste stasjoner like over høyvannsmærket.

Figur 1. Kart over sjøørret og sjørøyelokalitetene som ble undersøkt sommeren 2002. Sjøørret og sjørøye fra lokalitetene ble fanget med garn i sjøen eller med garn/elfiskeapparat i ferskvann gjentatte ganger gjennom hele sommeren, fortrinnsvis både i juni, juli og august, og undersøkt for grad av lakselusinfeksjon.



I tillegg ble det registrert lakselus på oppvandrende fisk i fiskefella i Talvik på samme måte som tidligere år (Bjørn et al. 2001a). I juli ble imidlertid også et fåtall fisk tilfeldig selektert ut for å få antallet lakselus grundig registrert på disse individene.

Den registrerte forekomsten av lus på bestandene av vill sjøørret og sjørøye blir vurdert i forhold til antatt normal lusinfeksjon både historisk sett (Boxhall 1974) og i områder uten oppdrett (Tingley et al. 1997, Mo & Heuch 1998, Schram et al. 1998, Bjørn et al. 2001a, b, Bjørn & Finstad 2002). Videre ble de fysiologiske konsekvensene av infeksjonene vurdert mot tidligere studier av effektene av kjente infeksjonsbelastninger på sjøørret og sjørøye (Grimnes et al. 1996, Bjørn & Finstad 1997, Bjørn & Finstad 1998, Bjørn et al. 2001b) ved å beregne andelen fisk på hver lokalitet innen fem ulike infeksjonsklasser med økende negativ effekt. Disse klassene er som følger:

- 1 Antatt normal infeksjon:** mindre enn 5 luslarver pr. fisk (Boxhall 1974, Tingley et al. 1997, Mo & Heuch 1998, Schram et al. 1998, Bjørn et al. 2001b, Bjørn & Finstad 2002), det vil si mindre enn 0,03 lus pr. gram fiskevekt hos en postsmolt < 150 gram. Mulige fysiologiske effekter av infeksjon på dette nivået er ikke kjent.
- 2 Moderat infeksjon:** Korrelasjonsanalyser indikerer at mindre osmoregulatoriske forstyrrelser hos sjøørret etter hvert (ved preadulte og adulte lus) vil inntre ved ca 0,3 luslarver pr. gram fiskevekt (Bjørn & Finstad 1997). Effekten av infeksjoner mellom 0,03–0,3 lus pr. gram fiskevekt er ikke kjent. Det antas at effekter gjennom den integrerte stressresponsen (Nolan et al. 1999) kan finne sted. Nye undersøkelser på laksesmolt støtter denne antakelsen og indikerer at mer enn 0,13 lus per gram fiskevekt kan ha negativ effekt på svømmeevnen til laks (Wagner et al. 2003).
- 3 Høy infeksjon:** Postsmolt < 150 gram med en relativ intensitet på 0,3–0,7 luslarver pr. gram fiskevekt kan etter hvert oppleve osmoregulatoriske forstyrrelser (Bjørn & Finstad 1997).
- 4 Svært høy infeksjon:** Mer enn 0,7 luslarver pr. gram fiskevekt har resultert i betydelige osmoregulatoriske forstyrrelser og stress hos postsmolt (Bjørn & Finstad 1997, Bjørn et al. 2001b), og rundt 1,6 luslarver pr. gram fiskevekt har etter hvert resultert i osmoregulatorisk sammenbrudd og død (Bjørn & Finstad 1997). Vi antar at postsmolt med en relativ intensitet på 0,7–1,6 opplever betydelige fysiologiske forstyrrelser.
- 5 Letal infeksjon:** Gjennomsnittlig letal eksperimentell infeksjon har blitt beregnet til en relativ tetthet på ca 1,6 luslarver pr. gram fiskevekt (Bjørn & Finstad 1997).

Del 2: Intensitet og konsekvenser av infeksjonen på utvandrende laksesmolt i fjordområder med varierende oppdrettsaktivitet.

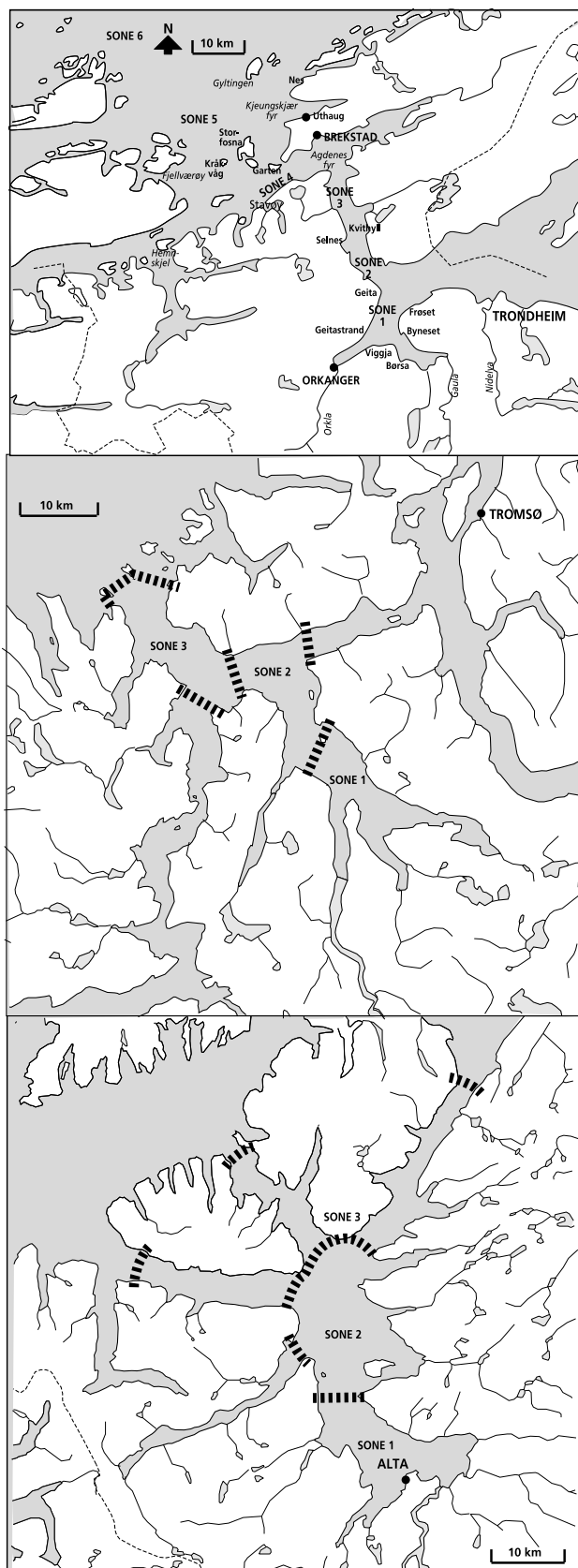
Det er utviklet en partrål som har vist seg å være effektiv ved fangst av pelagisk fisk (Holst & Hvidsten 1992, Holst & McDonald 2000). Trålen trekkes med lav hastighet (< 1 knop), og smolten blir tatt fra fangstposen og frosset ned i individuelle plastposer for seinere bearbeiding på laboratoriet. Innleide

fiskebåter har hvert år siden 1992 trålt etter smolt i ulike soner av Trondheimsfjorden. Fjorden er delt inn i de samme seks trålsonene hvert år, men antall soner og uker med tråling varierer mellom år (se Finstad et al. 2000). Trålingen i Trondheimsfjorden ble i 2002 vekselvis gjennomført i sone 2 og 3 i uke 21, 22 og 23. Alle sonene ble trålt samtidig kun i uke 22, og det ble tatt en rekke trålhal i hver av sonene uten at det lyktes å fange et høyt antall smolt (se diskusjon)

I tillegg til dette gjennomførte vi i 2002 også trålinger etter utvandrende laksesmolt i Malangsfjorden i Troms og i Altafjorden i Finnmark (**figur 2**). Trondheimsfjorden er en sikringsso- ne for fiskeoppdrett, og det er liten oppdrettsaktivitet her. I midlertid drives det intensivt oppdrett av laks i kystområdene utenfor fjorden. Den indre delen av fjorden kan derfor betraktes som uekspionert, mens de ytre strøkene er ekspionert for oppdrett. Den indre delen av Malangsfjorden er også unntatt for oppdrettsaktivitet, mens det er noe oppdrett i de ytre delene. Oppdrettsaktiviteten sør for Malangen (Sør-Troms) er imidlertid relativt høy. Indre Malangen betraktes derfor som uekspionert, mens midtre og ytre områder betraktes som midtels ekspionert. Altafjorden er en intensiv oppdrettsfjord, og det drives oppdrettsaktivitet også helt innerst i fjorden. I midtre del av fjorden er aktiviteten betydelig, mens de ytre deler også har økende oppdrettsvirksomhet (Rognsundet og Kvalsundet).

Trålingene i Malangs- og Altafjorden ble gjennomført med F/F "Hyas" fra Norges Fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø. Tidsrommene var uke 23, 25, 27 og 29. Det ble trålt i en gradient av soner utover fjorden på samme måte som i Trondheimsfjorden. For å minimere påvirkningen på fisken ble trålingen gjennomført med en ny type trål, den såkalte FISH-LIFT ("live fish trawl sampler"), som er utviklet av Havforskningsinstituttet og Marin Laboratory, Aberdeen, Scotland, UK (Holst & McDonald 2000). I samarbeid med Jens Christian Holst ved Havforskningsinstituttet ble trålen bygd ved NFH og tilpasset og testet på de nevnte forskningsfartøylene. På grunn av en uvanlig tidlig vår og manglende fangst av smolt både i Malangen og i Målselva (Pål Arne Bjørn, pers. obs.) i uke 25, bestemte vi oss for å avbryte tokt to til Malangen og heller intensivere innsatsen i Alta. Altafjorden ble derfor trålet på samme måte som i 2000 og 2001 både i uke 23, 25, 27 og 29. På tross av at vi aldri har hatt så stor trålinsats, ble kun et fåtall smolt fanget. Vi antar at dette skyldes uvanlige forhold i elv og sjø på våren og forsommeren 2002 (se diskusjon for ytterligere detaljer). Med unntak av selve trålteknologien, har trålingen, handteringen og bearbeidingen av laksesmolten fra Trondheims-, Malangs- og Altafjorden vært likt gjennomført. Det er imidlertid anslått et skjelltap på 40-50 % i gjennomsnitt på smolten fra Trondheimsfjorden (Grimnes et al. 2000), slik at lakselusinfeksjonen her blir underestimert. Prøvefisket ble ellers gjennomført på samme måte i 2002 som tidligere år (se Bjørn et al. 2001a, 2002a).

Konsekvensene av infeksjonen i de forskjellige fjordsystemene blir vurdert på bakgrunn av kjente fysiologiske effekter av lakselusinfeksjon på laksesmolt (Grimnes & Jakobsen 1996, Holst & Jakobsen 1998, 1999, Finstad et al. 2000). Mer enn 11 luslarver på en 15 grams vill postsmolt, eller en relativ



Figur 2. Kart over postsmoltlokalitetene med de ulike trålsonene som ble undersøkt med partrål eller FISH-LIFT forsommeren 2002. Utvandrende laksesmolt ble forsøkt fanget i uke 21-23 i Trondheimsfjorden (partrål), i uke 25 i Malangsfjorden og i uke 23, 25, 27 og 29 i Altafjorden (FISH-LIFT) og undersøkt for forekomst av lakselus.

intensitet på 0,75 (Finstad et al. 2000), er antatt å ha dødelig effekt. I tillegg indikerer nye studier at laksens svømmeevne kan bli redusert allerede ved 0,13 lus per gram fiskevekt. På bakgrunn av dette beregnes frekvensen av utvandrende laksesmolt innenfor tre infeksjonsgrupper, og andelen av fisk med slike høye infeksjoner ble beregnet for de tre undersøkte fjordsystemene. Disse klassene er som følger:

- 1 **Antatt normal infeksjon:** Mindre enn 0,13 lus per gram fiskevekt, det vil si, mindre enn to lus på en 15 grams laksesmolt.
- 2 **Moderat infeksjon:** Nye resultater indikerer at svømmeevnen til større laks (ca 500-700) gram påvirkes negativt ved mer enn 0,13 lus per gram fiskevekt, og dette kan også være tilfellet med laksesmolt (Wagner et al. 2003). I tillegg vil den indirekte stressresponsen som følge av fra 2 til 11 preadulte eller adulte lus på en 15 grams smolt sannsynligvis påvirke fisken negativt (se Nolan et al. 1999, Jens Christian Holst, pers. obs.)
- 3 **Letal infeksjon.** Mer enn 11 lus på en smolt på 15 gram, eller en relativ intensitet på 0,75 larver per gram fiskevekt. Eksperimentelle studier (Grimnes & Jakobsen 1996, Finstad et al. 2000, Holst & Jakobsen, under bearbeidelse) og observasjoner i åpent hav (Holst et al. 2000, 2001) tyder på at smolten ikke overlever ved høyere infeksjoner enn dette.

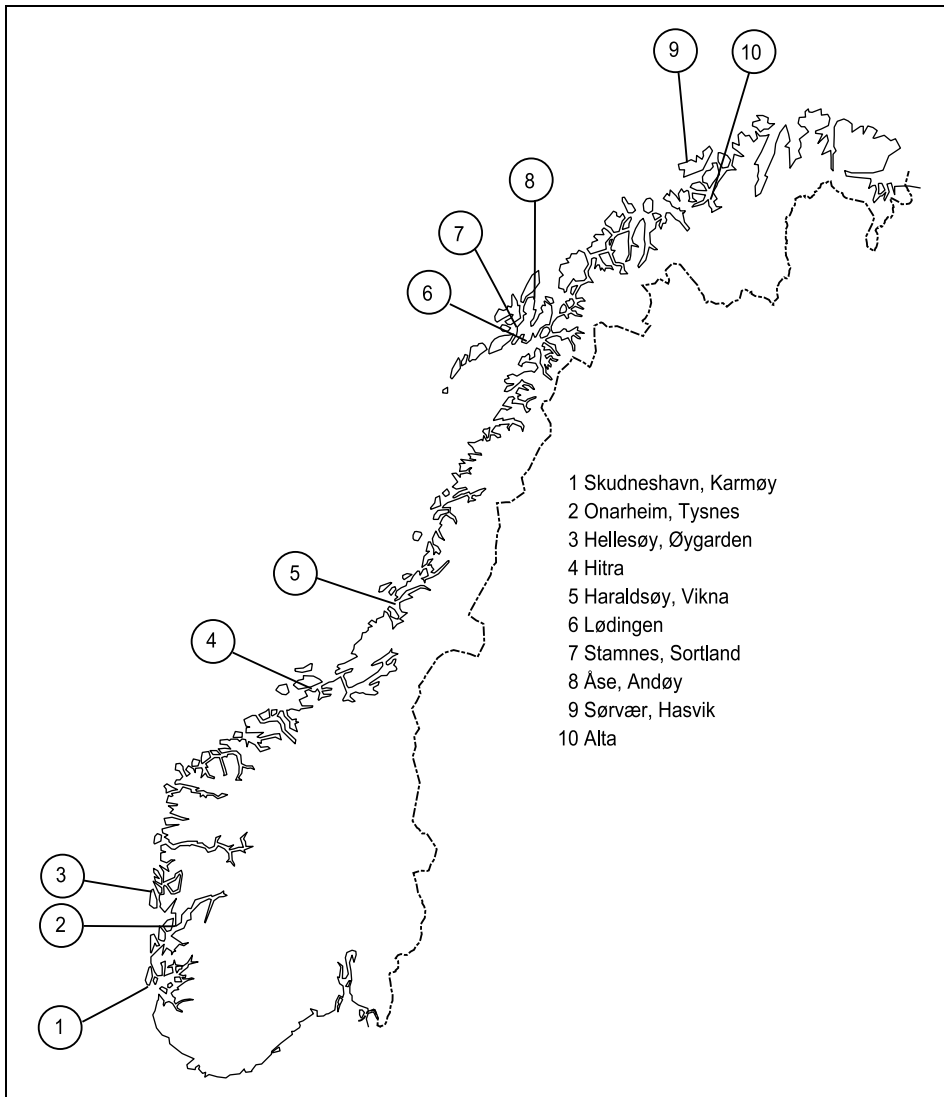
Del 3: Lakselusinfeksjonen på tilbakevandrende atlantisk laks ved ulike sjøstasjoner langs Norskekysten og på villaks og rømt oppdrettslaks fra høstfisket i utvalgte fjord og kystlokaliteter

3.1 Registreringer av lakselus på tilbakevandrende atlantisk laks ved ulike sjøstasjoner langs norskekysten

Lakselus ble registrert på voksen atlantisk laks tatt i kilnot/krokgarn i juni og juli i 2002 ved ulike sjøstasjoner langs norskekysten (**figur 3**). Registreringen i 2001 ble stort sett gjort av de samme fiskerne som tidligere år (Bjørn et al. 2002a), men antall stasjoner var i år noe begrenset i forhold til før. Fiskerne har fått tilsendt likt informasjonsmateriale som gjør at registreringene er sammenlignbare. Det ble telt lus innen tre kategorier: 1) larver (chalimusstadier), 2) halv voksne (preadulte) og voksne (adulte) stadier uten egg og 3) voksne hunnlus med eggstrenger. For å skille mellom vill- og oppdrettet fisk ble det tatt skjellprøver av laksen. Disse prøvene ble analysert ved NINAs laboratorier. På bakgrunn av dette ble andel rømt oppdrettsfisk i fangstene estimert for hver lokalitet, og data over lakselusinfeksjon presenteres separat på disse (**tabell 5**).

3.2 Lakselusregistreringer på villaks og rømt oppdrettslaks fra høstfisket i utvalgte fjord- og kystlokaliteter.

Ved tre av kilnotstasjonene (kystlokaliteter), ble nøtene stående i sjøen i august og september. Kilnotfanget laks fra høstfisket ble undersøkt for antall og stadier av lus, og skjellprøver ble tatt for å avgjøre hva som var henholdsvis vill- og oppdrettet fisk. På bakgrunn av dette ble andel rømt oppdrettsfisk i fangstene estimert for hver lokalitet, og data over lakselusinfeksjon presenteres separat for høstfisket (**tabell 6**).



Figur 3. Sjøstasjonene hvor lakselusregistreringer på voksen villaks på innvandring og på rømt oppdrettslaks ble foretatt sommeren (juni og juli) 2002. På enkelte av lokalitetene ble det også fisket på høsten (lokalitet nr. 4, 7 og 8). Det ble skilt mellom rømt oppdrettslaks og villaks ved hjelp av skjellanalyser

Del 4: Oppsummerende diskusjon: Kan vi spore effektene av tiltakene så langt

Data over årets infeksjonsnivå på vill laksefisk knyttes opp mot tidligere data fra våre overvåkningslokaliteter. Fra noen av lokalitetene har vi nå gode langtidserier, og på enkelte av disse har vi årlige data fra handlingsplanen startet i 1997 og til og med 2002. Disse benyttes for å evaluere om det er synlige effekter av tiltakene mot lus på laksefisk i handlingsplansperioden.

Bearbeiding og presentasjon av materialet

Antall og utviklingsstadier av lakselus og grad av lusskader ble bestemt hos hver enkelt fisk på laboratoriet i henhold til Bjørn & Finstad (1998).

Tidligere undersøkelser har indikert at det er liten forskjell i lakselusinfeksjonen mellom sjørret og sjørøye fanget på samme lokalitet og til samme tid, og at endringene i infeksjonen med fiskens størrelse følger mye av det samme mønsteret hos begge artene (Bjørn et al. 2001b, Bjørn & Finstad 2002). Resultatene fra de to artene ble derfor slått sammen i denne undersøkelsen for å styrke materialene fra de ulike lokalitetene. Ettersom lakselusa ikke var normalfordelt innen fiskemate-

rialet fra hovedlokalitetene, ble ikke-parametriske tester (Mann-Whitney U-test eller Kruskal-Wallis-test) valgt for å undersøke om forskjeller i lusinfeksjon mellom lokalitetene og over tid innen samme lokalitet var statistisk holdbare.

For å justere for effekten av fiskestørrelse på mulige negative fysiologiske konsekvenser av lakselusinfeksjon, ble et parameter kalt **relativ intensitet** (dvs. antall lus pr. gram fiskevekt) beregnet for hver enkelt vill sjørret og sjørøye under 150 gram (postsmolt) i henhold til Bjørn et al. (2001b) samt for all infisert laksesmolt. Disse tallene ble benyttet til å beregne frekvensen av sjørret og sjørøye fra hovedlokalitetene innen fem (sjørret/sjørøye) eller tre (laksesmolt) ulike infeksjonsklasser som beskrevet tidligere.

Termene **prevalens**, **gjennomsnittlig intensitet** og **abundans** ble benyttet som anbefalt av Margolis et al. (1982), der prevalens er andelen fisk som er infisert i prosent, gjennomsnittlig intensitet er gjennomsnittlig antall lus hos kun de infiserte fiskene og abundans er gjennomsnittlig antall lus hos all fanget fisk (både infiserte og uinfiserte).

3 Resultater og diskusjon

3.1 Intensitet og konsekvenser av infeksjonen på vill sjørørret og sjørøyebestander i områder med varierende oppdrettsaktivitet

3.1.1 Intensitet av lakselus på vill sjørørret og sjørøye

Prevalens og gjennomsnittlig intensitet av lakselus på vill sjørørret og sjørøye varierte signifikant både mellom lokalitetene og over tid innen de fleste lokalitetene (Kruskal-Wallis; $p < 0,05$) (**tabell 1**). Allerede tidlig på sesongen (juni, uke 24-25) var infeksjonen relativt høy på alle lokalitetene utenom Halselvvassdraget i Finnmark, hvor fisken overhodet ikke var infisert med lus. I Straumfjorden på Hitra var infeksjonen spesielt høy allerede tidlig i juni, og her ble det også funnet postsmolt av sjørørret som hadde vandret prematurt tilbake til ferskvann. Disse var lavere infisert med lakselus enn fisk som ble fanget i sjøen (Mann-Whitney; $p < 0,05$), men mange individer bar preg av å ha stått i ferskvann en god stund (**figur 4**). På de andre lokalitetene, fra Møre og Romsdal og til og med Troms, var fisken også relativt høyt infisert med lus i juni måned, men det ble ikke fanget fisk i ferskvann.

I juli (uke 28-30) ble gjennomsnittlige intensiteter fra 17 til 48 lus registrert på fisken fra alle overvåkningslokalitetene. De fleste lokalitetene hadde en moderat til høy infeksjonsøkning fra juni til juli, og generelt en relativt høy infeksjon i juli. I Straumfjorden på Hitra var infeksjonen imidlertid signifikant lavere enn på de andre lokalitetene (Kruskal-Wallis; $p < 0,05$). Her ble det imidlertid fanget postsmolt av sjørørret som hadde vandret tilbake til ferskvann. Disse var også kun moderat infisert med lus, men mange hadde store luseskader og soppinfeksjoner (Rolf Sivertsgård, pers. obs.) og bar preg av å ha stått lenge i ferskvann. I tillegg ble det i juli også fanget små postsmolt både i Vikvassdraget i Nordland og i Løksebottenvassdraget i Troms som hadde vandret tilbake til ferskvann, og der enkelte individer var svært høyt infisert med lus i forhold til tidligere på sommeren.

Fisken fra Straumfjordvassdraget på Hitra hadde lite lus i slutten av juli (uke 30) i forhold til tidligere på sommeren (Kruskal-Wallis; $p < 0,05$). I motsetning til i juni og juli ble det heller ikke funnet fisk som hadde vandret tilbake til ferskvann. I Vikvassdraget varierte intensiteten noe mellom de to undersøkkelsesukene i august, men prevalens og intensitet var totalt omtrent på samme relativt høye nivå som i juli. Gjennom sommeren var fisken fra Vikvassdraget i år i infisert med omkring 30-50 lus i sjøen, enkelte individer var infisert med opptil 200 lus, og noen vandret også tilbake til ferskvann. På de mer nordlige lokalitetene (Troms og Finnmark) økte infeksjonsbelastningene signifikant fra juni og utover sommeren (Kruskal-Wallis; $p < 0,05$). 86 % av fisken som ble fanget utenfor Løksa/Røyrbakkvassdraget i Troms i august hadde lus. Disse var i gjennomsnitt infisert med 30 lus, og noen enkeltindivider ble registrert med mer enn 100 lus. Den samme utviklingen ble

funnet hos fisk i Altafjorden men her økte infeksjonen mer markant fra juni til juli. I juni (uke 24) var ingen av fiskene infisert med lus. I juli og august var ca 80 % av fisken som ble fanget i sjøen utenfor Halselvvassdraget infisert med lus. Disse var i gjennomsnitt infisert med mer enn 32 lus i juli, og enkeltindivider med opptil 140 lus ble registrert. Veteranvandrere som vandret tilbake til Halselva i begynnelsen av juli var i tillegg svært høyt infisert med lus (100 % prevalens og gjennomsnittsinfeksjon på mer enn 55 lus) (**tabell 2**), og bar tydelig preg av å være negativt påvirket av infeksjonen (Pål Arne Bjørn, pers.obs.).

3.1.2 Utviklingsstadier til lakselus på vill sjørørret og sjørøye

Fisken i Eresfjorden (i sjøen) var allerede i juni (uke 25) infisert med noe eldre lus, og relativt få larver. I juli var det derimot et betydelig nypåslag av larver i dette systemet slik at den totale belastningen ble relativt høy (**figur 5**). I Straumfjorden på Hitra, var det i juni (uke 25) både en høy larveinfeksjon og en god del eldre lus både på fisken som ble fanget i sjøen og den som hadde vandret tilbake til ferskvann. Senere på sommeren var den en lavere nyinfeksjon på fisken. I Vikbotten i Nordland ble det funnet relativt få larver på fisken i juni i tillegg til eldre stadier (uke 26). I juli (uke 29) ble det funnet større mengder chalimuslarver, i tillegg til relativt mye eldre lus, og generelt var dette også bildet i august (uke 31 og 33). På lokaliteten i Troms ble det både funnet et moderat til høyt antall larver i tillegg til noe eldre lus i både juni, juli og august. I Altafjorden i Finnmark ble det som nevnt ikke funnet lus på fisken i juni. I juli ble det imidlertid funnet et relativt høyt antall larver på fisken. I august var larveinfeksjonen mindre på fisken i Altafjorden, mens det imidlertid ble registrert adskillig mer adulte lus. Veteranvandrerne som vandret opp i fiskefella i Halselva i begynnelsen av juli, var også infisert med relativt mange larver. I tillegg hadde de også store mengder preadult og adult lus slik at den totale belastningen ble høy (Pål Arne Bjørn, pers. obs.)

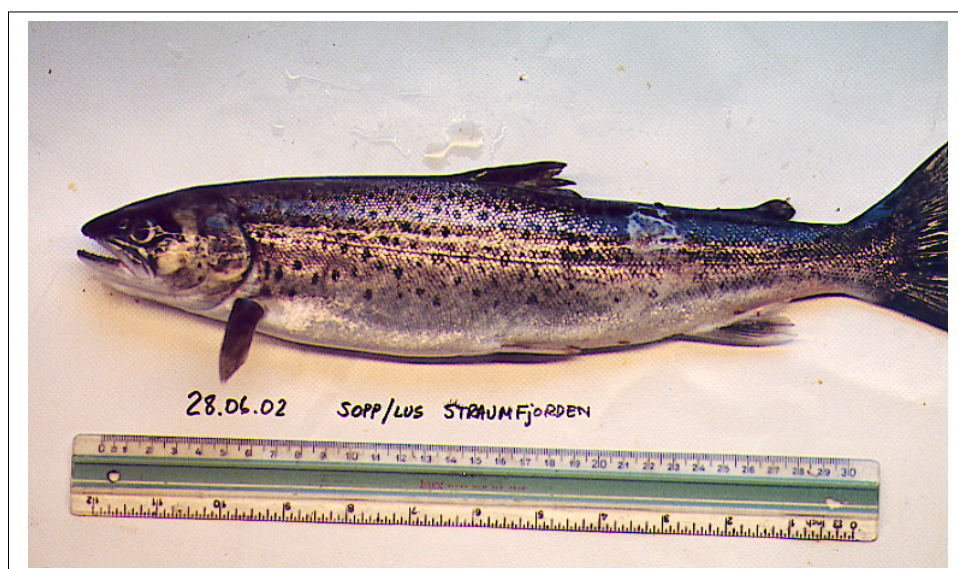
3.1.3 Konsekvenser av lakselusinfeksjon på vill sjørørret og sjørøye

Estimatene av relativ intensitet av lakselus hos både veteranvandrere og postsmolt av vill sjørørret og sjørøye fulgte mye av det samme mønsteret som infeksjonsintensiteten (**tabell 1**). Det var kun i Halselvvassdraget i Alta at fisken var lite belastet med lakselus i juni. På de andre lokalitetene var fisk infisert med lus, men antall lakselus per vektenhet (g) var relativt lavt på de fleste lokalitetene. I sjøen var middelbelastningen mindre enn 0,1 lus per gram fiskevekt på alle lokalitetene unntatt på fisken fra Straumfjorden på Hitra. I juli var relativ intensitet på noe høyere nivå på alle lokalitetene unntatt i Straumfjorden; både i Eresfjord i sør og i Løksebotten i nord ble midlere infeksjonsbelastninger på mer enn 0.2 lus per garm fiskevekt funnet på fisken i sjøen. Fisken som vandret tilbake til ferskvann i Vikbotten var signifikant høyere infisert (Mann-Whitney; $p < 0,05$) enn fisken i sjøen, men dette var ikke tilfelle i Løksebotten.

Tabell 1. Infeksjonsintensitet (antall lus per infisert fisk) og relativ intensitet (antall lus/fiskens vekt i gram) på sammenslåtte grupper av sjørret og sjørøye fanget med standard flytegarn i sjøen og eventuelt i brakkvann/ferskvann utenfor Eresfjordvassdraget i Møre og Romsdal, Straumsvassdraget på Hitra, Vikvassdraget i Hadsel, Løksa/Røyrbakkvassdraget i Salangen og Halselvassdraget i Alta. n er antall fisk fanget, SV er saltvann, FV er ferskvann, Prev er andel infisert fisk i prosent, snitt ± SD er gjennomsnittlig mengde lus og standard avvik og v/x er varians over gjennomsnitt.

Eresfjordvassdraget, Møre og Romsdal														
Uke	Hab	n	Vekt(g) ± SD	Prev (%)	Snitt ± SD	Median	IQR	min	max	v/x	Median (n)	IQR	Relativ Intensitet min max	
25	SV	25	187,5 ± 170,0	84,0	12,5 ± 17,9	5	13	1	72	25,6	0,033 (21)	0,12	0,008	1,07
28	SV	18	159,2 ± 128,1	88,9	48,5 ± 70,3	22	46	1	233	99,7	0,228 (16)	0,414	0,003	3,66
Straumsvassdraget på Hitra, Trøndelag														
Uke	Hab	n	Vekt(g) ± SD	Prev (%)	Snitt ± SD	Median	IQR	min	Max	v/x	Median (n)	IQR	Relativ Intensitet min max	
24	SV	28	218,2 ± 190,8	92,9	45,4 ± 39,7	32,0	51,0	3	148	34,4	0,186 (26)	0,410	0,03	1,556
24	FV	16	206,1 ± 137,6	100	21,3 ± 13,4	21,5	25,0	1	46	8,49	0,090 (16)	0,290	0,004	0,543
26	SV	25	261,9 ± 144,7	96,0	17,1 ± 11,5	17,0	14,8	2	51	7,66	0,055 (24)	0,116	0,008	0,337
26	FV	27	173,0 ± 122,5	66,7	11,2 ± 15,4	6,0	8,0	1	62	21,3	0,038 (18)	0,103	0,003	1,216
30	SV	33	235,1 ± 185,0	81,8	7,3 ± 13,8	4,0	6,0	1	74	25,9	0,016 (27)	0,036	0,003	0,644
Vikvassdraget i Hadsel, Nordland														
Uke	Hab	n	Vekt(g) ± SD	Prev (%)	Snitt ± SD	Median	IQR	min	max	v/x	Median (n)	IQR	Relativ Intensitet min max	
26	SV	16	197,0 ± 172,7	93,7	13,2 ± 7,61	11,0	11,0	3	30	4,40	0,086 (15)	0,169	0,01	0,48
29	SV	18	380,4 ± 142,3	100	43,2 ± 22,2	38,0	31,3	15	98	11,39	0,111 (18)	0,150	0,03	0,51
29	FV	5	125,0 ± 27,7	100	129,4 ± 38,8	113	69,0	91	188	11,6	0,943 (5)	0,281	0,16	1,27
31	SV	11	452,4 ± 216,2	100	51,4 ± 32,5	45	61	15	110	20,5	0,101 (11)	0,247	0,02	0,44
33	SV	5	443,4 ± 207,0	100	42,2 ± 26,4	45	49	13	79	16,5	0,092 (5)	0,438	0,02	0,85
Løksa/Røyrbakkvassdraget i Salangen, Troms														
Uke	Hab	n	Vekt(g) ± SD	Prev (%)	Snitt ± SD	Median	IQR	min	max	v/x	Median (n)	IQR	Relativ Intensitet min max	
26	SV	21	234,6 ± 229,5	95,2	21,6 ± 24,6	7,5	28,0	1	78	27,99	0,0865 (20)	0,154	0,001	0,867
29	SV	20	152,5 ± 61,9	100	33,8 ± 15,8	30	19,5	8	68	7,45	0,202 (20)	0,136	0,081	0,558
29	FV	10	129,9 ± 41,8	70,0	23,8 ± 22,5	15,0	49,0	1	56	21,84	0,079 (7)	0,306	0,007	0,571
32	SV	22	154,1 ± 60,1	86,4	29,6 ± 27,5	22,0	41,0	1	100	25,54	0,148 (19)	0,244	0,008	0,515
32	FV	3	144,7 ± 106,3	33,3	9,0 ± 6,74	7,5	12,2	1	21	5,05	- (1)	-	-	-
Halselvassdraget i Alta, Finnmark														
Uke	Hab	n	Vekt(g) ± SD	Prev (%)	Snitt ± SD	Median	IQR	min	max	v/x	Median (n)	IQR	Relativ Intensitet min max	
24	SV	50	344,0 ± 195,1	0										
28	SV	67	283,1 ± 223,3	80,6	32,2 ± 31,0	26,0	35,75	1	140	29,97	0,083 (54)	0,127	0,01	1,65
29	FV	24	578,7 ± 212,9	100	55,5 ± 52,7	39,0	66,3	2	217	50,20	0,091 (24)	0,111	-	0,46
33	SV	65	325,1 ± 131,4	84,6	15,4 ± 12,3	14	16,0	1	57	9,89	0,039 (55)	0,063	0,001	0,24

Figur 4. Prematur tilbakevandret sjørret fra Straumsvassdraget på Hitra sommeren 2002. Som følge av lakselusinfeksjonen har fisken fått soppangrep etter at den har stått i ferskvann (Foto: Tore Øverland).

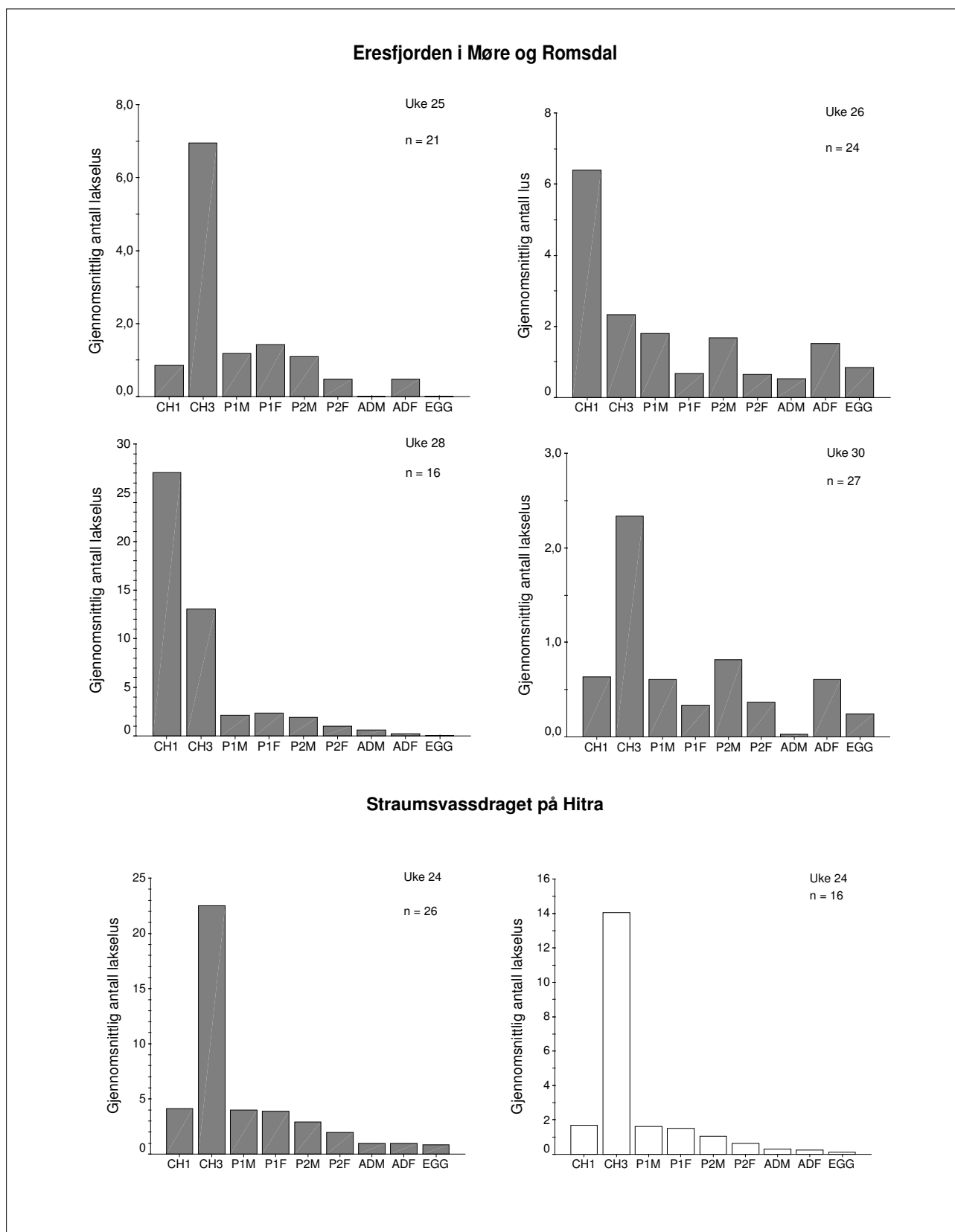


Postsmolt mindre enn 150 gram fra Eresfjorden i Møre og Romsdal var infisert med rundt 0,03 – 0,18 lus per gram fiskevekt i juni (**figur 6**), og 50 % av individene hadde antatt normal relativ infeksjonsbelastning (**tabell 2**). I juli var relativ infeksjon signifikant høyere (Mann-Whitney; $p < 0,05$), og nesten 50 % av fisken hadde høy eller svært høy infeksjon. I Straumfjorden på Hitra hadde postsmolten midlere infeksjoner på rundt 0,4 lus per gram fiskevekt i juni, og mer enn 50 % av fisken hadde høy til antatt dødelig infeksjon (**figur 6 og tabell 2**). Fisken som vandret tilbake til ferskvann hadde en tendens til lavere infeksjoner (Mann-Whitney; $p > 0,05$) (**figur 6**). Det var signifikante forskjeller mellom fisken som ble fanget i sjøen i juni og august (Mann-Whitney; $p < 0,05$), og 70 % av fisken hadde normal infeksjonsbelastning i august (**tabell 2**). I Vikvassdraget var postsmolten moderat belastet med lakselus tidlig i juni. Relativ intensitet økte imidlertid på de få postsmoltene som ble fanget i sjøen i begynnelsen av juli, mens de som vandret tilbake til ferskvann hadde en svært høy infeksjonsbelastning (**figur 6**). En tilsvarende tendens til økning i relativ intensitet over tid ble funnet hos postsmolt fra Løksebottenvassdraget (Kruskal-Wallis; $p > 0,05$) (**figur 6**). 36 og 26 % av postsmolten hadde høy infeksjonsbelastning i henholdsvis juli og august (**tabell 2**) mens denne andelen var på 16 % i juni. I Altafjorden ble det observert en tilsvarende økning fra juni til juli og august (**tabell 2**). Resultatene fra fiskefella i Talvik i Altafjorden viste også at veteranvandrerne kom tilbake med høy infeksjon av larver og svært mye eldre lus i juli måned (**figur 5**), og enkelte av disse hadde også en relativ høy infeksjonsbelastning (**tabell 1**).

3.1.4 Diskusjon

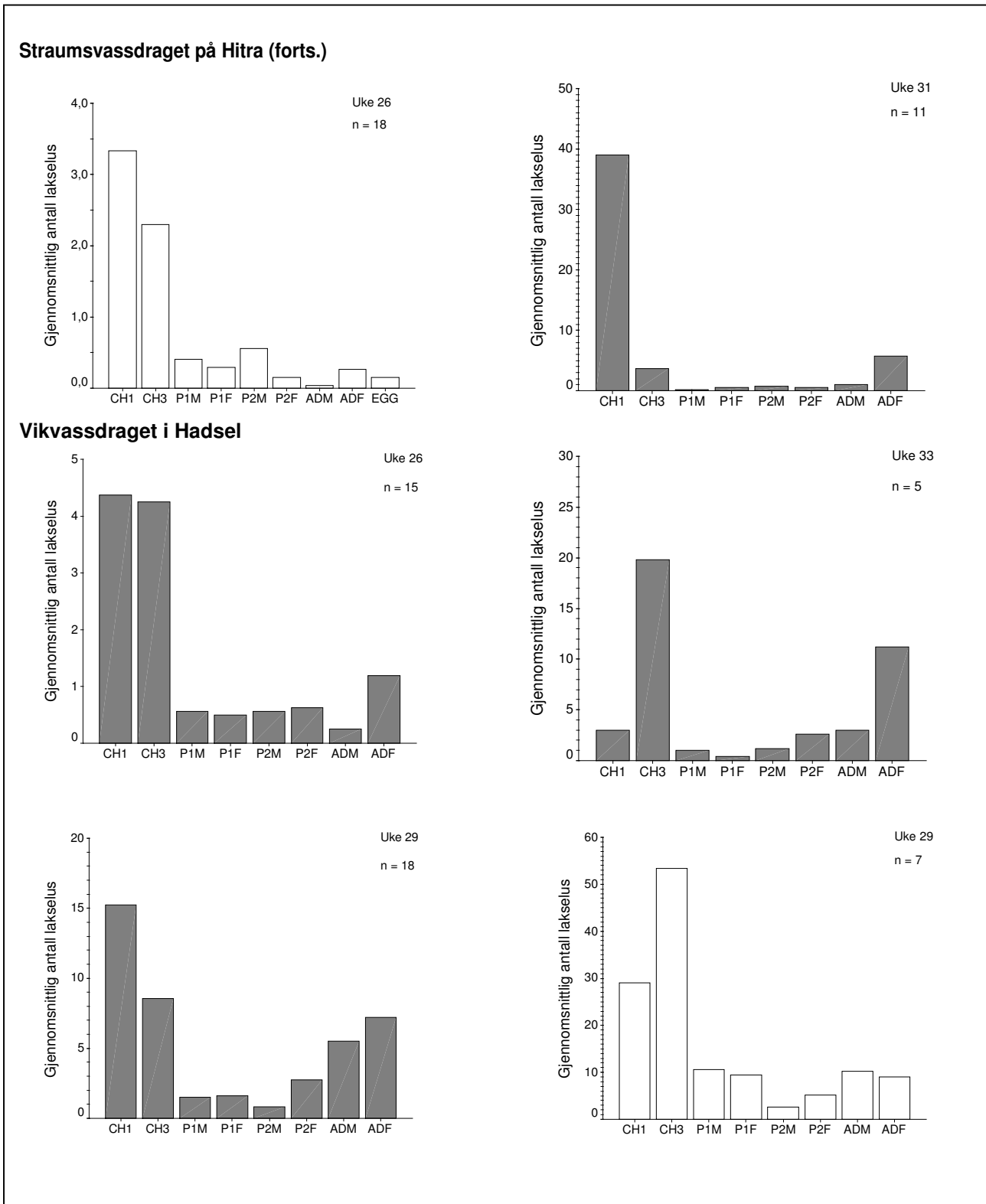
Resultatene fra år 2002 viste at forekomsten av lakselus på ville bestander av sjørret og sjørøye, og dermed også konsekvensene av infeksjonen, er foruroligende høy på alle overvåkningslokalitetene. Generelt ble det også registrert adskillig

større mengder lakselus på vill sjørret og sjørøye i de fleste av de undersøkte vassdragene i forhold til i 2001. Tidlig på sesongen ble ingen eller lave intensiteter av lus kun funnet på fisken i Altafjorden. I og utenfor Straumsvassdraget på Hitra var fisken hardt infisert allerede i juni. Gjennomsnittlig intensitet på fisken som ble fanget i sjøen var på 45 lus, nesten 93 % av fisken var infisert med lus, og det ble funnet både larver og eldre stadier. På bakgrunn til utviklingstiden til lakselus (Johnson & Albright 1991), viser forekomsten av eldre stadier at fisken har vært på næringsvandring i flere uker, og at observert infeksjon har blitt akkumulert på fisken over en relativt lang tidsperiode. Den forholdsvis store mengden av larver tyder på at infeksjonspresset har økt allerede tidlig i juni. I samme undersøkelsesuke (juni) ble det også fanget sjørret som hadde vandret prematurt tilbake til nedre del av Straumsvassdraget. Disse individene var signifikant lavere infisert med lus enn fisken som ble fanget i sjøen til samme tid, men mange av dem var infisert med sopp og i generelt dårlig forfatning. Det er derfor sannsynlig at disse har stått lenge i ferskvann for avlusning (Finstad et al. 1995). Totalt sett tyder dette på et adskillig større lokalt smittepress i Straumsvassdraget enn i de andre undersøkte områdene allerede tidlig på sommeren, og at infeksjonstrykket har vært av et slikt nivå at det har tvunget sjørret tilbake til ferskvann. Slik adferd har tidligere blitt satt i sammenheng med svært høye larvebelastninger og stress etter få dager i sjøen (Birkeland 1996a, Bjørn et al. 2001b), og hovedmengden av prematur tilbakevandret sjørret både fra Nord-Norge (Bjørn et al. 2001b), Vestlandet (Kålås & Urdal 2001, 2002) og Irland (Tully et al. 1999) har vært infisert med larver av lakselus. Årets resultater fra Hitra og tidligere resultater fra Vikvassdraget (Bjørn et al. 2001b, Bjørn, upublisert) indikerer imidlertid at tilbakevandringen også kan finne sted ved adskillig lavere infeksjoner, men da også gjerne i kombinasjon med at mobile stadier har utviklet seg og sannsynligvis ført til begynnende osmoregula-

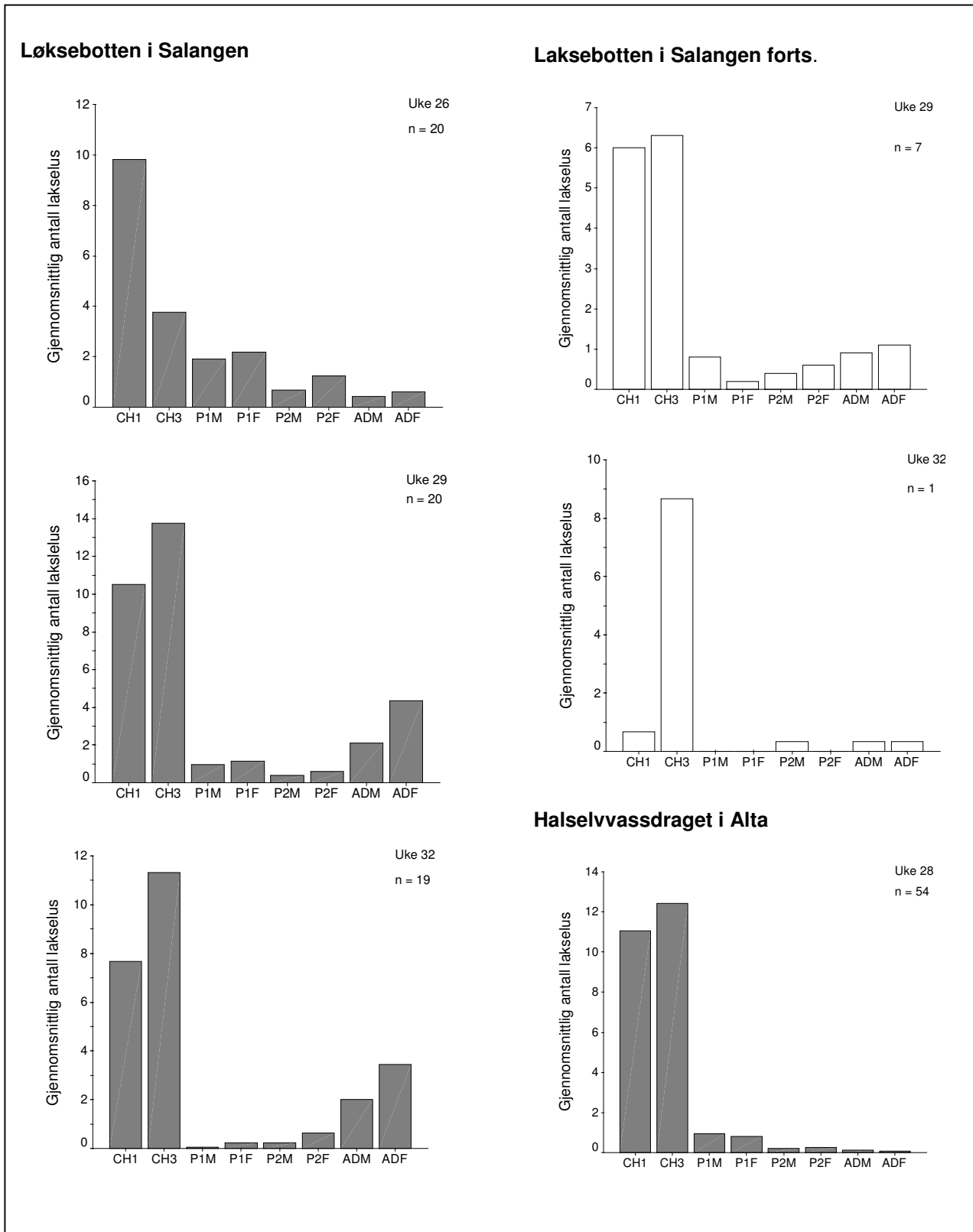


Figur 5. Utviklingsstadier av lakselus hos sjørøret og sjørøye fanget gjennom sesongen 2002 på lokaliteter ved Halselvasvassdraget i Alta (vassdrag nr 1), Løksa/Røyrbakkvassdraget i Salangen (nr 2), Vikvassdraget i Hadsel (nr 3), Straumsvassdraget på Hitra (nr 4) og Eresfjord i Møre og Romsdal (nr 5). Fisken er fanget i saltvann (grå søyler) og ferskvann/brakkvann (hvite søyler). n = antall fisk med lus. Legg merke til at skalaen er forskjellig mellom figurene.

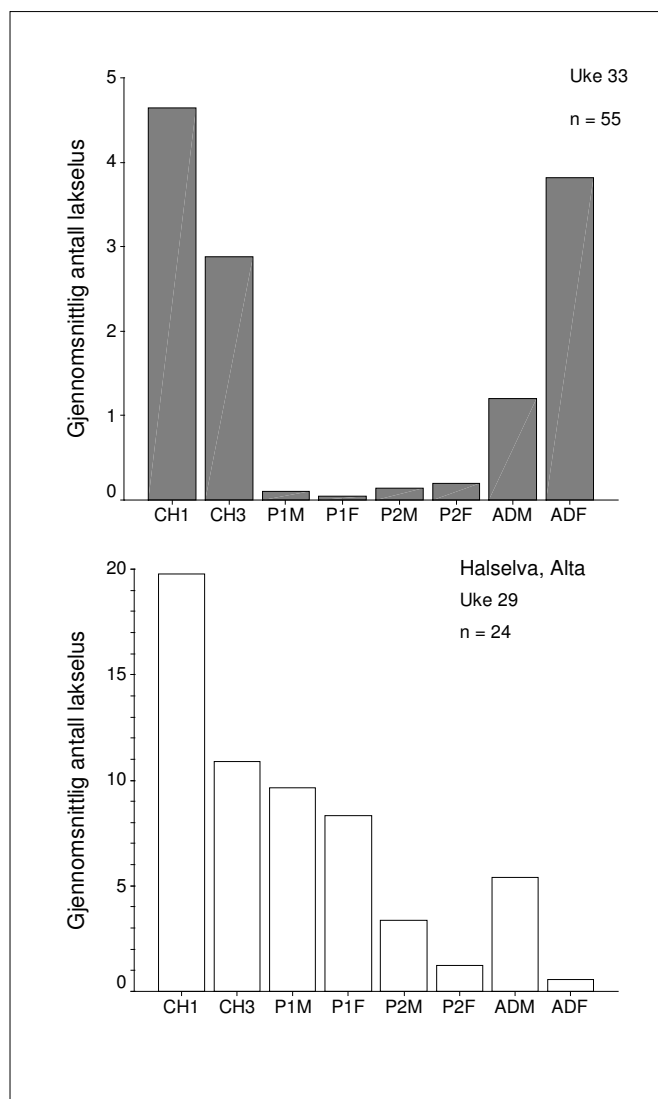
Figur 5 forts.



Figur 5 forts.



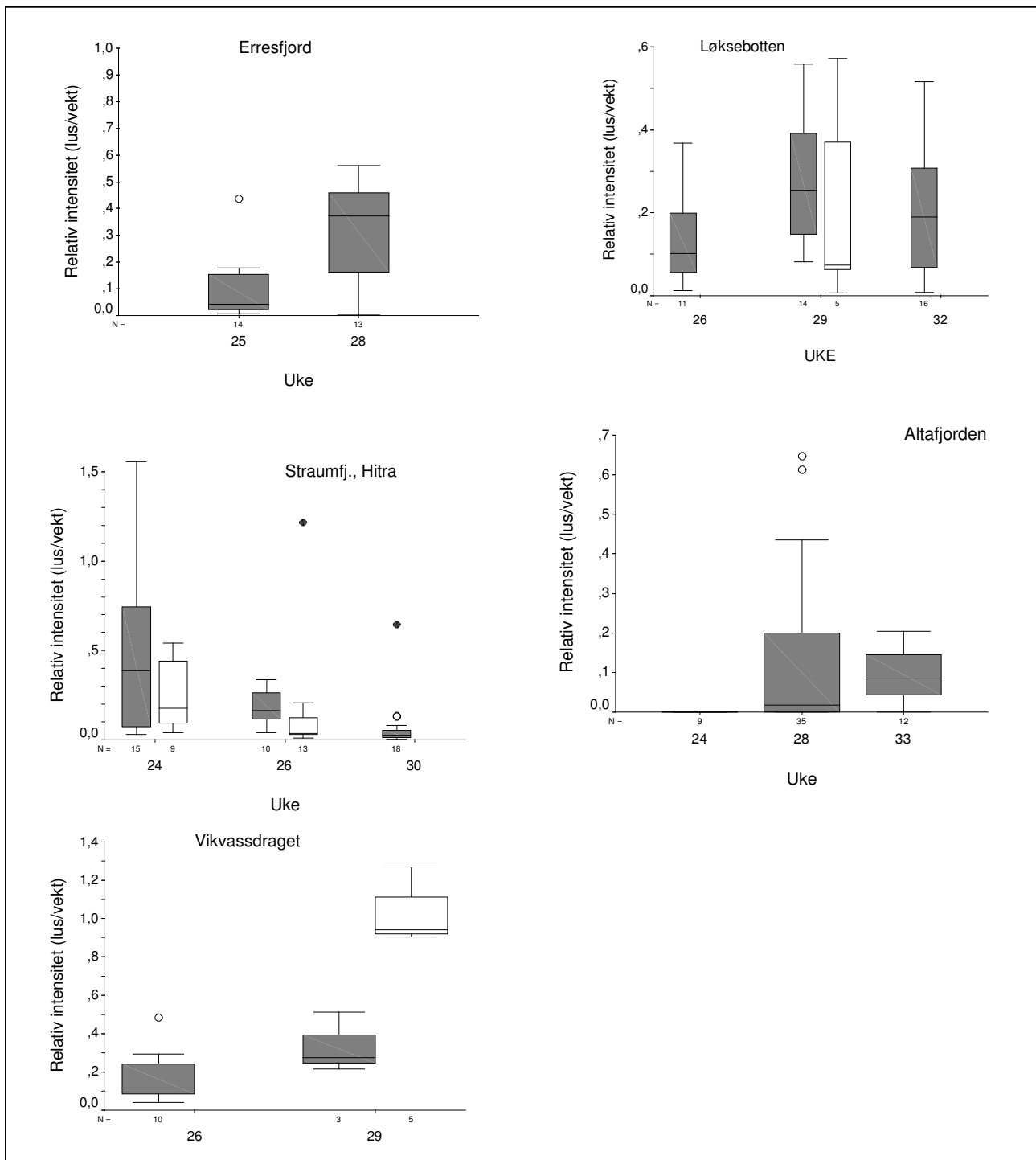
Figur 5 forts.



toriske forstyrrelser (Bjørn & Finstad 1997). Beiteadferden til de adskillig mer patogene preadulte og adulte stadiene har vist å resultere i ione- og osmotisk ubalanse (Grimnes & Jakobsen 1996, Bjørn & Finstad 1997, Bowers et al. 2000). Tilbakevandring av verten til ferskvann vil redusere utvikling og overlevelse til en marin parasitt som lakselus. Ferskvann og brakkevann vil i tillegg fjerne fisken fra nye infeksjonsstadier, og muligens også kunne hjelpe til med å opprettholde homeostase til verten. Det har derfor blitt foreslått at tilbakevandring til ferskvann kan være en adaptiv respons til hardt infisert fisk, og kan øke sjansene for overlevelse (Birkeland 1996a, Bjørn et al. 2001b). Ved svært høyt infeksjonstrykk, slik man har observert de verste årene i Vesterålen (Bjørn et al. 1997) og sør-Troms (Bjørn et al. 1999, 2000) og generelt på mange lokaliteter på Vestlandet (se for eksempel Kålås & Urdal 2002), ser det ut som om fisken vandrer tilbake allerede etter få dager i sjøen, sannsynligvis som en følge av den integrerte stressresponsen (Bjørn et al. 2001b). Ved moderat infeksjonstrykk vil enkelte individer akkumulere en høyere infeksjon, på samme måte som i mange andre parasitt-verts inter-

aksjoner, mens andre forblir uinfisert eller kun lettere infisert. Etter hvert som lusa utvikler seg og starter å gjøre skade på de hardest infiserte individene vil disse returnere til ferskvann, sannsynligvis i et forsøk på å opprettholde fysiologisk homeostase. Hvor stor frekvens av populasjonen som gjør dette, er vanskelig å si uten bruk av modeller, men sannsynligvis vil det være en adskillig mindre del av populasjonen enn ved høyt infeksjonstrykk. Etter hvert som infeksjonstrykket reduseres ned mot moderat og lavt nivå, vil det derfor være et økende behov for å gjøre parallell overvåkning i både ferskvann (pre-matur tilbakevandring) på beiteområdene i sjøen for å vurdere konsekvensene av lus på vill laksefisk (se Bjørn et al. 2001b). Birkeland (1996a) har imidlertid også vist at fisk som vandrer prematur tilbake til ferskvann i gjennomsnitt står over en måned på elv før de eventuelt vandrer tilbake til sjøen. Finstad et al. (1995) har vist at enkelte preadulte lakselus kan overleve opptil tre uker på fisk i ferskvann og muligens gjøre ytterligere skade på fisken, spesielt dersom tilbakevandringen først skjer når lusa har utviklet seg til eldre stadier. Siden sjøvannsoffholdet er en fase som over relativt kort tid skal generere energilagre til viktige livshistorieparametre som vekst og reproduksjon, vil en tilbakevandring til ferskvann allerede tidlig på sesongen medføre at en betydelig periode av sjøoppholdet går tapt. Dette vil sannsynligvis ha en negativ effekt på vekst, reproduksjon og vinteroverlevelse. Årets resultater fra Hitra og tidligere resultater fra Vesterålen (Vikvassdraget), gir grunn til å anta at prematur tilbakevandring til ferskvann kan påvirke bestandene selv ved adskillig lavere smittepress og infeksjonsnivå enn det som fram til nå har blitt registrert på tilbakevandrende sjørret årlig på Vestlandet (se bl.a. Kålås & Urdal 2002) og de verste årene i Nord-Norge (se bl. a. Bjørn et al. 2001b).

En såpass høy infeksjon på et tidlig tidspunkt av sjøoppholdet kan ha hatt negative konsekvenser for bestanden av anadrom fisk i Straumfjordvassdraget. Nylig utvandret fisk er ofte i dårlig kondisjon etter vinteren (Berg & Jonsson 1989, Finstad & Heggberget 1995, Rikardsen 1997). I tillegg indikerer nye forskningsresultater at den første tiden av sjøvannsoffholdet er den viktigste vekstfasen for postsmolt (Rikardsen et al. 2000) og sannsynligvis også viktig for et normalt forløp av kjønnsmodningen hos voksen fisk (Bjørn et al. 2002b). I juni hadde rundt 50 % av fisken som ble fanget i sjøen det vi har definert som moderate mengder lakselus pr. vektenhet, mens resten av fisken hadde høye eller svært høye infeksjoner. Høy eller svært høye lusinfeksjoner er forventet å påvirke fisken negativt (Bjørn & Finstad 1997, Bjørn et al. 2001b), mens eventuelle effekter av en moderat infeksjon er vanskelig å vurdere med sikkerhet. Nyere studier av Nolan et al. (1999) tyder imidlertid på at selv et såpass lavt nivå som ti mobile lus kan påvirke fisk negativt gjennom den indirekte effekten av den integrerte stressresponsen. Selv svakt forhøyede nivåer av stresshormonet cortisol (10-14 ng/ml) har vist å kunne redusere komponenter i immunforsvaret (Maule et al. 1987, Tripp et al. 1987) og dermed gjøre fisken mer disponert for opportunistiske patogener (Pickering & Pottinger 1989). I eksperimentelle studier har lakselusinfisert sjørret fått signifikant lavere kondisjonsfaktor enn uinfisert kontrollfisk (Bjørn & Finstad 1997), og dette kan være forårsaket av maladaptive



Figur 6. Relativ intensitet av lakselus (antall lus per gram fiskevekt) hos sjørret og sjørøye < 150 g fanget i sjø (grå søyler) og ferskvann (hvite søyler) gjennom sesongen på hovedlokalitetene (se figur 1 og tabell 1 for nærmere forklaringer). N = antall infiserte fisk.

Tabell 2. Andel (%) fisk mindre enn 150 g. Med 1) antatt normal ($< 0,033$); 2) moderat ($0,033-0,3$); 3) høy ($0,3-0,7$); 4) svært høy ($0,7-1,6$) og 5) antatt dødelig ($> 1,6$) relativ tetthet (antall lakselus per gram fiskevekt) av lakselus hos samlede grupper av sjørret, samt noe sjørøye, på lokaliteter i sjø og ferskvann i Møre og Romsdal (Eresfjord), Trøndelag (Hitra), Nordland (Vik), Troms (Løksa) og Finnmark (Alta). R.tett er relativ tetthet, SV er saltvann og FV er ferskvann. Tall i parentes betyr at fisk er fanget i flere uker i samme periode.

Uke	R. tett.	Eres		Hitra		Vik		Løksa		Alta	
		SV		SV	FV	SV	FV	SV	FV	SV	FV
24-(26) (juni)	1	50			(52)	9		17			100
	2	39	46	80(43)		82		66			
	3	6	13	20 (5)		9		8			
	4	5	27					8			
	5		13								
28-30 (juli)	1	33	70						50		57
	2	20	30					64	25		23
	3	34						36	25		11
	4	13				100					3
	5										6
31-33 (aug.)	1							26			16
	2							48			84
	3							26			
	4										
	5										

stressresponser (Pickering et al. 1991, Pickering 1992, 1993) og dehydrering av fisken. Etterhvert som de eldre stadiene øker beiteomfanget på fisken slik at sår dannes (Kabata 1974), er det sannsynlig at den indirekte stresseffekten i kombinasjon med direkte fysiske skader kan resultere i en sammensatt stresseffekt som kan gi betydelige fysiologiske forstyrrelser (McDonald & Milligan 1997, Bjørn et al. 2001b). I tillegg viser nye studier av lakselusas effekt på fiskens svømmekapasitet, at selv så lave nivåer som 0,13 lus per gram fiskevekt kan ha negativ påvirkning på svømmekapasiteten (Wagner et al. 2003). På bakgrunn av dette er det sannsynlig at infeksjoner på det nivået som ble funnet på fisken i og utenfor Straumsfjordvassdraget i juni kan påvirke bestanden negativt. I august var infeksjonen imidlertid sterkt redusert, og relativt få larver ble funnet i både juli og august i forhold til i juni. Dette kan bety at smittepresset var konsentrert til forsommeren, slik at de mulige negative effektene ikke var langvarige, men kan også skyldes at prematur tilbakevandring eller dødelighet av høyt infisert fisk har forekommet (se Bjørn et al. 2001b). Infeksjonen av lakselus på vill sjørret i Straumsfjorden sommeren 2001 var imidlertid ikke vesentlig forbedret fra de nivåene som ble observert i 1998 og 1999 (Heuch et al. 2000). Det kan tyde på et vedvarende høyt infeksjonstrykk i området, og at tiltak i næringen ikke har hatt effekt på forekomst av lus på vill sjørret. Systemet er derfor et godt indikatorsystem for Trøndelag.

Lakselusinfeksjonen på fisken i de andre undersøkte vassdragene (fra Eresfjorden i Møre og Romsdal til Altafjorden i

Finnmark), var generelt sammenfallende med dette og lå på et relativt høyt nivå gjennom mesteparten av sesongen. Lakselusa kan derfor ha hatt betydelige effekter på sjørreten og sjørøye langs store deler av det undersøkte området i løpet av sommeren 2002.

Ved Vikvassdraget i Vesterålen var infeksjonsnivået også svært forskjellig fra de lave infeksjonene som ble registrert i 2001, og mer i overensstemmelse med det som tidligere har blitt registrert på denne lokaliteten. Sjørreten i Vikvassdraget er blant de vassdragene som er best studert med hensyn til effekten av lakselus på ville bestander av sjørret. De første observasjonene av prematur tilbakevandring til ferskvann og dokumentasjon av hardt skadet fisk ble gjort allerede i 1993. I perioden 1993-96 ble det gjennomført årlige undersøkelser på prematur tilbakevandret sjørret, og undersøkelsen dokumenterte årlige høye infeksjonsnivå (Finstad 1993, Finstad et al. 1994a, Finstad 1996, Finstad & Grimnes 1997). Siden 1997 har undersøkelsen blitt utvidet til også å gjelde infeksjon i sjøfasen (Grimnes et al. 1998; Grimnes et al. 1999, Grimnes et al. 2000, Bjørn et al. 2001a, 2002a, Bjørn et al. denne studien). Vassdraget har også blitt overvåket med fiskefelle (Grimnes et al. 1999), og fysiologisk undersøkelser av infisert fisk har blitt gjennomført (Bjørn et al. 2001b). Selv om infeksjonspresset har variert mellom år, har disse undersøkelsene dokumentert årlige epidemier av lakselus av slike nivåer at betydelige negative effekter på bestanden kan forventes (se for eksempel Bjørn et al. 2001b). Det har heller ikke blitt registrert forandringer i løpet av den perioden Nasjonal Hand-

lingsplan mot lus på laksefisk har vært operativ, og det er ingenting som tyder på at den har hatt positive effekter i 1999 og 2000 (Grimnes et al. 2000, Bjørn et al. 2001a). Fjorårets undersøkelse viste imidlertid de laveste infeksjonsnivåene som har blitt registrert på denne lokaliteten. I 2001 ble det heller ikke registrert lus på fisken i juni. Resultatene fra juli-september viste deretter høy prevalens, men relativt lav intensitet. Generelt for sesongen var gjennomsnittlig intensitet omkring 10 lus, og med unntak av noen individer i juli, hadde mesteparten av fisken (75–100 %) antatt normale eller kun moderat forhøyede infeksjoner. Stadiefordelingen av lus på fisken indikerte også at fisken var utsatt for et lavt infeksjonspress fra infektive copepoditter. I 2001 førte dette til en gradvis akkumulering av moderate mengder eldre lusestadier på fisken. Situasjonen sommeren 2001 skilte seg derfor svært ut fra tidligere år (se for eksempel Bjørn et al. 2001a), og var karakterisert av et forløp som man tidligere kun har funnet på ueksperte lokaliteter. For første gang ble det heller ikke observert prematur tilbakevandring til ferskvann, og fisken var i god kondisjon og så ut til å ha utnyttet næringsoppholdet i sjøen på en god måte (pers. obs). Årets undersøkelse stod i sterk kontrast til resultatene fra 2002. Allerede i juni var fisken infisert med moderate mengder lus, og i juli og august var infeksjonsnivået ytterligere økt. I juli vandret en del svært høyt infisert fisk tilbake til ferskvann, og fisken som var igjen i sjøen bar preg av å være i generelt dårlig forfatning og hadde mye skader av lus. Situasjonen i Vik i 2002 minner derfor mye og det vi så på slutten av 90-tallet, og tyder på at tiltakene mot lus ikke har fungert i 2002. Undersøkelsen i Vik bør derfor også følges opp i 2003, og lokaliteten er et godt indikator-system for Nordland.

På de to nordligste lokalitetene (Troms og Finnmark) var resultatene fra 2002 også nedslående. Det ble funnet relativt mye lus på fisken i juni (uke 26) i Løksebotten. Det ble imidlertid ikke funnet lus på fisken i Altafjorden (uke 24) i juni, men det tidlige prøvefisket kan ha ført til flere av de fanga fiskene relativt nylig hadde vandret ut i sjøen. Det relativt høye infeksjonsnivået i Løksebotten, tyder på moderate tettheter av infektive copepoditter av lakselus på forsommeren på denne lokaliteten. Infeksjonsnivået syntes videre å øke i juli, og det ble i motsetning til i 2001 (Bjørn et al. 2001a) også fanget fisk på prematur tilbakevandring til ferskvann. I Løksebotten var det også kun en mindre økning til august gjennom en gradvis akkumulering av lus, men nivåene var fortsatt relativt høye og det forventes at lakselus derfor har påvirket bestanden av sjørret og sjørøye i 2002. Årets resultater står derfor også i kontrast til resultatene fra 2001, men er i relativt god overensstemmelse med resultater fra 1998 og 1999. Lokaliteten er et godt indikatorsystem for Troms, og resultatene fra langtidsserien tyder så langt ikke på en entydig reduksjon i smittepresset, og også at tiltakene mot lus ikke har fungert i 2002.

I Altafjorden var utviklingen imidlertid noe mer i samsvar med resultatene fra 2001. Også i år var infeksjonen lav i juni. Infeksjonen økte imidlertid i juli, noe som er relativt tidlig i Finnmark, og en prevalens på over 80 % og gjennomsnittlige intensiteter på 32 lus på fisken ble funnet. Tilsvarende resultater ble funnet fra fiskefella i Talvik i begynnelsen av juli, og et

tilfeldig utvalg veteranvandrere på oppvandring hadde en prevalens på 100 % og en gjennomsnittlig intensitet på 56 lus. Stadiefordelingen av lus på fisken understreket også et betydelig infeksjonstrykk av infektive stadier allerede tidlig i juli, slik at den totale infeksjons-belastningen blir for høy på mye av fisken utover i juli og august. Resultatene fra Altafjorden tyder derfor på at bekjempelsen av lakselus ikke har vært vellykket i Altafjorden i 2002, eventuelt at den økte infeksjonsbelastningen kommer fra andre kilder, for eksempel fra innvandrede villaks, eller fra uheldige miljøforhold i 2002, for eksempel høy sjøtemperatur og lite ferskvannsavrenning. Situasjonen i Alta bør derfor følges spesielt opp, og systemet er en god indikatorlokalitet for de store Finnmarksfjordene.

Resultatene fra Møre og Romsdal og til Finnmark, tyder derfor på at infeksjonspulsen både kom tidligere og var adskillig større enn mange tidligere år (Grimnes et al. 2000, Bjørn et al. 2000a, 2001a). Konsekvensene av infeksjonen var følgelig også mer alvorlige, og resultatene viste at også i 2002 kan lakselus ha hatt negativ effekt på deler av bestanden av sjørret og sjørøye langs Norskekysten.

3.2 Infeksjonsintensitet og konsekvenser av infeksjonen på utvandrende laksesmolt i fjordområder med varierende oppdrettsaktivitet

3.2.1 Intensitet av lakselus på utvandrende akkesmolt i Trondheimsfjorden, Malangsfjorden og Altafjorden

Totalt ble det fanget 53 utvandrende postsmolt av laks i Trondheimsfjorden i 2002; kun 3 og 7 ble tatt i sone 3 i henholdsvis uke 21 og 22 (**tabell 3**), mens 15 og 28 smolt ble fanget i henholdsvis sone 2 og 3 i uke 23. Gjennomsnittslengden på smolten var fra 12,3 til 14,0 cm og gjennomsnittsvekten varierte mellom 15,4 og 24,2 gram i de forskjellige sonene og ukene. Enkelte smolt med sannsynlig oppdrettsbakgrunn ble også fanget i noen av sonene og ukene. Disse veide opp mot 50 g, og var dermed betydelig større enn villsmolten som sjelden veide mer enn 20 gram. Den oppdrettede smolten trakk derfor gjennomsnittsstørrelsen opp i enkelte soner og uker. I uke 23 ble det fanget postsmolt i både sone 2 og i sone 3, men foruten en infisert fisk i sone 2, var det kun i sone 3 det ble funnet noe lus på smolten. Prevalensen lå på 18 %, gjennomsnittlig intensitet på 1,8 lus og det ble maksimalt funnet 2 lus på smolten. Det ble ikke funnet annet en chalimuslarver på fisken (Jan Gunnar Jensås, pers. obs.). Også i år ble det benyttet trål der smolten blir fanget i trålposen slik at overslagene representerer minimumsanslag på samme måte som tidligere år (se Finstad et al. 2000).

Tabell 3. Infeksjonsintensitet (antall lus per infisert fisk) og relativ intensitet (antall lus per gram fiskevekt) på utvandrende postsmolt av laks i Trondheimsfjorden, Malangsfjorden og Altafjorden. Fisken er fanget i uke 21-27 med partråling i forskjellige soner av Trondheimsfjorden og FISH-LIFT trålings teknologi i forskjellige soner av Malangen- og Altafjorden. Fangstsoner (sone), lengde og vekt (gjennomsnitt og standard avvik), andel infisert laks (prev), og infeksjonsparametre er oppgitt. Det ble ikke fanget smolt i uke 28 i Malangsfjorden.

Trondheimsfjorden, Sør-Trøndelag															
Uke	Sone	n	Lengde ± SD	Vekt (g) ± SD	Prev (%)	Snitt ± SD	Median	IQR	min	max	v/x	Relativ Intensitet			
												Median	IQR	min	max
21	2														
	3	3	12,3 ± 6,8	15,4 ± 1,4	0										
22	2														
	3	7	13,2 ± 21,3	19,9 ± 13,7	0										
23	2	15	13,7 ± 12,6	20,8 ± 6,8	6,7	-									
	3	28	14,0 ± 16,0	24,2 ± 10,2	17,9	1,8 ± 0,4	2	0,5	1	2	0,11	0,05	0,07	0,03	0,12
Malangsfjorden, Troms															
Uke	Sone	n	Lengde ± SD	Vekt (g) ± SD	Prev (%)	Snitt ± SD	Median	IQR	min	max	v/x	Relativ Intensitet			
												Median	IQR	min	max
25	1	3	14,6 ± 7,0	26,0 ± 4,6	0										
	2	-													
	2	-													
Altafjorden, Finnmark															
Uke	Sone	N	Lengde ± SD	Vekt (g) ± SD	Prev (%)	Snitt ± SD	Median	IQR	min	max	v/x	Relativ Intensitet			
												Median	IQR	min	max
23	1	1	15,7	30											
	2	-													
	3	-													
25	1	12	13,8 ± 7,1	22,4 ± 3,2	0										
	2														
	3														
27	1	18	15,0 ± 8,4	27,8 ± 4,6	0										
	2	3	14,7 ± 10,5	27,3 ± 5,0	0										
	3	-													

Fra Malangen ble det fanget 3 postsmolt på utvandring i fjordsystemet (**tabell 3**), på tross av en relativt høy trålinnsats. Det ble kun trålt i indre og midtre sone i uke 25 i 2002. All postsmolt ble tatt i indre sone. Gjennomsnittslengden på fisken var 14,6 cm og gjennomsnittsvekta var 26,0 gram. Det ble ikke registrert lus på denne fisken, men materialet er for lite til å kunne dra slutninger om infeksjonsrisiko.

I Altafjorden ble det trålt etter utvandrende laksesmolt i uke 23 (helt i begynnelsen av juni), uke 25 (juni), 27 (begynnelsen av juli) og 29 (midten av juli). Totalt ble det fanget 34 smolt (**tabell 3**), og samtlige av disse ble undersøkt for forekomst av lakselus. I begynnelsen av juni ble det på tross av relativt liten innsats (hovedhensikten med toktet var å samle inn miljøinformasjon før smoltutvandringen) fanget en smolt på utvandring i indre soner av Altafjorden. I uke 25 ble det fanget kun 12 smolt i indre deler av Altafjorden på tross av meget høy inn-

sats. Disse ble tatt tett ved elvemunningen, gjennomsnittslengden var 13,8 cm, gjennomsnittsvekten var 22,4 gram og fisken var uinfisert med lus. I uke 27 ble det fanget 18 smolt i indre og 3 smolt i midre sone. Lengden var henholdsvis 15,0 og 14,7 cm, og vekten 27,8 og 27,3 gram. Det ble ikke registrert lus på fisken. I uke 29 ble det ikke fanget smolt i Altafjord-systemet på tross av høy innsats i alle sonene.

3.2.2 Konsekvenser av lakselusinfeksjon på utvandrende laksesmolt i Trondheimsfjorden, Malangsfjorden og Altafjorden

All utvandrende smolt fra Malangsfjorden i Troms og Altafjorden i Finnmark var uinfisert med lakselus, og all smolt ble klassifisert til å ha antatt normal infeksjon med lakselus (**tabell 3** og **tabell 4**). I Trondheimsfjorden var noe få smolt høyere

belastet per vektenhet. I uke 23 (sone 3) var middelinfeksjonen 0,05 lus per gram fiskevekt både i sone 2 og 3, og ingen individer hadde mer enn 1,12 lus per gram fiskevekt (**tabell 3** og **figur 7**). Totalt for sesongen var mesteparten av smolten (mellom 93 og 100 %) infisert med antatt normal infeksjonsbelastning (**tabell 4**), og kun 7 % av fisken i sone 3 i uke 23 hadde lusbelastninger som antas å kunne påvirke fisken negativt.

3.2.3 Diskusjon

Sommeren 2002 var utvandrende laksesmolt i Trondheimsfjorden mindre infisert med lakselus enn de fleste tidligere år, og kun i den siste undersøkelsesuken (uke 23), ble det funnet noe lus på smolten som ble fanget i sone 3 (17,9 % av fisken var infisert med i gjennomsnitt 1,8 lus og ingen individer hadde mer enn 2 lus). NINAs langtidsundersøkelse fra Trondheimsfjorden viser at lakselusinfeksjonen enkelte år og i enkelte soner kan være relativt høy (intensiteter opptil 22 lus) selv med betydelig skjelltap hos fisken (40-50 %) (for eksempel i 1992, 1998, 2001 og 2001; Finstad et al. 2000, Bjørn et al. 2002a), mens det andre år kan være et lavere infeksjonstrykk (for eksempel 1993, 1997, 2000 og 2002; Bjørn et al. 2001a, denne undersøkelsen). Trondheimsfjorden har en etablert sikringsone som begrenser antall oppdrettsanlegg og hindrer nyetablering av anlegg. Utvandrende laksesmolt møter mest sannsynlig et mindre smittepress under utvandring her sammenliknet med mange andre fjordsystem med høyere oppdrettsaktivitet (for eksempel Sognefjorden). Hitra og Frøya utenfor Trondheimsfjorden er likevel områder med en intensiv oppdrettsnæring. Produksjon av lakseluslarver i anlegg her kan bidra til et økt smittepress også i fjordsystemet innenfor. Årets undersøkelse av sjørret i Straumfjorden på Hitra viste at infeksjonspresset i området generelt var høyt, og omtrent på samme nivå som i 2001. Det kan tenkes at år med høyt smittepress i området rundt Hitra og Frøya kan resultere i transport av larver inn Trondheimsfjorden. Dette kan øke risikoen for infeksjon på utvandrende laksemolt, kanskje spesielt i ytre deler av fjorden og i kyststrømmen utenfor. I motsetning til sommeren 2001, var det imidlertid lav infeksjon på de smolten som ble fanget i Trondheimsfjorden. Larvetransport med kystvann fra oppdrettseksponeerte områder, ferskvannsavrenning og mengde innvandrende villaks til Trondheimsfjorden, kan være årsaken til forskjellene mellom 2001 og 2002. Dette forholdet burde avklares gjennom modeller av epidemiologi og smittespredning. På grunn av unormalt flomforløp i Trondheimsfjorden, og store problemer med å fange smolt, er årets materiale for lite til å kunne analysere dette nærmere. Langtidsserien i Trondheimsfjorden bør videreføres som et godt indikatorsystem i midt-Norge.

Ekspimentelle studier (Grimnes & Jakobsen 1996, Finstad et al. 2000) indikerer at mer enn 11 luselarver kan føre til dødelighet på små postsmolt av laks når lusa utvikler seg til eldre stadier. Slike nivåer ble ikke funnet på smolten fra Trondheimsfjorden i 2002. Det er derfor lite sannsynlig at direkte parasittindusert dødelighet har funnet sted under fjordutvandringen. Dette trenger ikke være representativt for områdene

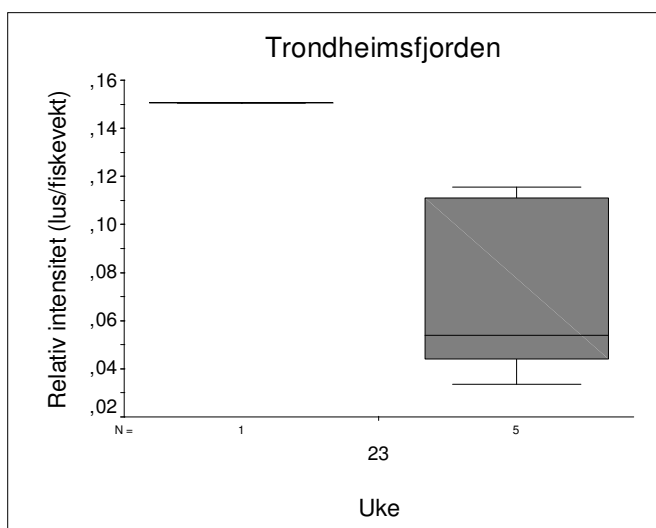
lengre ut (kyststrømmen) som smolten også må passere på veg mot åpent hav. Nyere studier på større laks indikerer at selv få voksne lus kan føre til fysiologiske forstyrrelser hos infisert fisk gjennom den integrerte stressresponsen (Nolan et al. 1999), og Wagner et al. (2003,) indikerer at 0,13 lus per gram fiskevekt kan redusere svømmekapasiteten til laks. Det kan derfor ikke utelukkes at selv så få som 2 voksne lus kan påvirke en vill postsmolt på 15 gram negativt. Det er derfor behov for å gjennomføre kontrollerte fysiologiske studier av effekten av lave lusbelastninger direkte på vill postsmolt av laks for å forbedre konsekvensmodellene (se Bjørn et al. 2001a) av lusas effekt på ville populasjoner av laksefisk. Slike studier vil bli gjennomført i 2003, og vi håper at resultatene fra disse undersøkelsene vil kunne forbedre konsekvensmodellene.

Lakselusregistreringer på utvandrende laksesmolt fra mer oppdrettspåvirkede fjordsystem som Sognefjorden og Nordfjorden viser imidlertid svært høye infeksjoner sammenliknet med Trondheimsfjorden. I 1999 viste resultatene at mer enn 86 % av den ville postsmolten som vandret ut fra Sognefjorden og mellom 48 og 81 % av postsmolten fra Nordfjorden ville kunne dø som en direkte følge av lakselusinfeksjonen våren 1999 (Holst et al. 2000), mens forholdene var bedre våren 2000 (Holst et al. 2001), forverret våren 2001 og igjen forbedret sommeren 2002 (se Heuch et al. 2002). Disse resultatene viser at infeksjonsnivået kan være av et dramatisk omfang lengre sør i landet, og at det synes å være en sammenheng også mellom lakselusinfeksjon på utvandrende laksesmolt og intensiv oppdrettsaktivitet. Trondheimsfjorden har imidlertid ikke direkte oppdrett i fjorden av særlig omfang, og det kan være årsaken til at nivåene vi finner i Trondheimsfjorden er mye lavere enn det man finner i fjordene på Vestlandet. Det er imidlertid mye lakseoppdrett i områdene rundt Hitra, og årets undersøkelser på sjørret viste at vill sjørret var høyt infisert med eldre chalimuslarver (uke 24), omtrent samtidig med at vill laksesmolt ble fanget på utvandring (uke 23) i Trondheimsfjorden. Laksesmolten fra Trondheimsfjorden kan derfor ha møtt et relativt høyt infeksjonspress i ytre områder av Trondheimsfjorden også i 2002, men vi har ingen data som underbygger dette.

Under toktet i Malangen ble det primært trålt i de indre og midtre delene av fjorden. I Malangen ble det kun fanget et fåtall smolt på utvandring i uke 25, og disse var fri for lus. På grunn av et unormalt flomforløp i fjordene i Nord-Norge våren og forsommeren 2002, var det meget vanskelig å fange smolt i Malangen. På tross av mange trålhal i indre og midre sone, der vi tidligere har fanget smolt (Bjørn et al. 2001a, 2002a), greide vi ikke å fange smolt i år. Parallele undersøkelser av Målselva med elektrisk fiskeapparat for å sjekke om det stod smolt igjen på elva, eller om det var smolt på utvandring, viste at det ikke var smolt i Målselva i uke 25 (Pål Arne Bjørn pers. obs.). Det er derfor sannsynlig at smolten vandret tidligere enn normalt ut fra Målselva, og at de raskt vandret gjennom de indre og midre delene av fjordsystemet. Resultater fra sjørretundersøkelsen fra Løksebotten (ca 100 km sør for Malangen) viste en unormal høy infeksjonsrisiko i uke 26. Det er

Tabell 4. Andel (%) laksesmolt fra Trondheimsfjorden, Malangsfjorden og Altafjorden med antatt normal ($< 0,13 = \text{Gr 1}$), moderat ($0,13 - 0,75 = \text{Gr 2}$) og antatt letal ($> 0,75 = \text{Gr 3}$) relativ tetthet (antall lakselus per fiskevekt) av lakselus. Se **figur 2** og **tabell 3** for nærmere informasjon om fangstsoner og infeksjonsparametre.

Uke	Sone	Trondheimsfjorden			Malangsfjorden		Altafjorden	
		Gr 1	Gr 2	Gr 3	Gr 1	Gr 2	Gr 1	Gr 2
21	2							
	3	100						
22	2							
	3	100						
23	2	93	7				100	
	3	100						
25	1				100		100	
27	1						100	
	2						100	
	3						100	



Figur 7. Relativ intensitet av lakselus (antall lus per gram fiskevekt) hos laksesmolt fanget i sone 2 (svart) og 3 (grå) i ukene 23 i Trondheimsfjorden. Se **tabell figur 2** og **tabell 3** for nærmere informasjon om fangstsoner og infeksjonsparametre.

derfor mulig at smolten fra Malangen kan ha møtt infektive copepoditter under utvandringen i ytre deler av Malangen. Vi har imidlertid ingen data som støtter dette, og generelt har det vært vanskelig å fange smolt i ytre deler av Malangen (Bjørn et al. 2001a, 2002a). Under smoltutvandringen (spesielt når Målselva har høy vannføring) går det en relativt sterk utgående strøm i overflata av Malangen. Det kan tenkes at denne raskt fører smolten ut i åpent hav på yttersiden av Senja. Siden utvandringen av laksesmolt i tillegg som oftest foregår før infeksjonstrykket normalt øker på sjørretet i Troms (Bjørn et al. 1999; 2000, 2001a, 2002a), antar vi at lakselus ikke nød-

vendigvis representerer samme trussel for utvandrende laksesmolt i Malangen som for eksempel i fjordene på Vestlandet.

I Altafjorden ble det fanget totalt 34 laksesmolt i indre og midtre deler av fjorden sommeren 2002. I indre og midtre sone av Altafjorden ble smoltene tatt på relativt få trålhal og de fleste ble også fanget relativt nært munningen av Altaelva. Samtlige fisk var fri for lakselus, og vi tror at dette er et representativt bilde av infeksjonspresset på utvandrende laksesmolt i indre deler av Altafjorden i 2002. Det drives en relativ intensiv oppdrettsvirksomhet i de midtre delene av Altafjorden, og det nærmeste anlegget befinner seg kun noen få kilometer fra de tråltransektene der mye av smolten ble fanget. Målinger av salinitet viste at vannet i 2002 var relativt salt (salinitetet høyere enn 25 ‰). Trålingen i Altafjorden var i 2002 imidlertid kjennetegnet ved at det var svært vanskelig å fange smolt. Også i Altafjorden var flomforløpet uvanlig tidlig, og på tross av at vi aldri har hatt så stor trålinsats i fjordsystemet, greide vi kun å fange et fåtall smolt. Observasjoner i Altaelva og undersøkelser med elektrisk fiskeapparat, tydet på at smolten vandret tidligere enn normalt til sjøen (Laila Saksgård, NINA, pers. obs). I tillegg gjorde liten vannføring i Altaelva og en lite markert ferskvannsstrøm i Altafjorden, at smolten kan ha spredt seg over et stort geografisk område i sjøen og gjort dem lite fangbar. Samtidig med at trålingen etter laksesmolt ble gjennomført i pelagialsonen i Altafjorden, ble det fanget sjørretet og sjørøye i littoralsonen på begge sider av Altafjorden. Denne undersøkelsen viste at infeksjonstrykket i år kom tidligere og var av større omfang enn normalt. I uke 27 (første uken av juli) vandret for eksempel mange modnende sjørøyer tilbake til Halselvvassdraget med svært mye larver, men også med en god del eldre lus. Mindre sjørretet som ble fanget i sjøen i uke 28, var også høyt infisert med lakseluslarver. En del av laksesmolten som vandret ut for eksempel i uke 27, kan derfor ha møtt et betydelig hardere infeksjonstrykk enn det

som har vært vanlig de fleste andre år i Altafjorden (Bjørn & Finstad, 2002; Bjørn et al. 2001a, 2002a). Risikoen for og konsekvensene av infeksjon på utvandrende laksesmolt i nordlige områder, vil avhenge både av intensiteten i pulsen og om den sammenfaller med smoltutvandringen. Undersøkelsene på laksesmolt fra Altafjorden i 2000 og 2001 (Bjørn et al. 2001a, 2002a) samt tidligere undersøkelser på sjørret og sjørøye (Bjørn et al. 2001a, Bjørn & Finstad, 2002, Bjørn et al. 2002a), indikerer at infeksjonsøkningen oftest kommer i juli/august i Altafjorden, og vi antar da at laksemolten har forlatt fjordsystemet. Vi har indikasjoner på at smolten kan oppholde seg lengre i de næringsrike Nord-Norske fjordene i år med gode næringsforhold (Bjørn et al. 2001a). Dette kan tenkes å øke infeksjonsrisikoen betydelig. I tillegg viser årets og tidligere undersøkelser (Bjørn & Finstad 2002), at en økning i infeksjonstrykk kan komme tidlig i juli enkelte år. Etter tre års undersøkelser har vi imidlertid enda ikke funnet infisert laksesmolt i Altafjorden, men materialet er fortsatt for begrenset til å trekke slutninger. Vi vil derfor forsøke å skaffe gode data i 2003, og prioritere all innsats i Altafjorden siden dette ser ut til å være et godt indikatorsystem for Nord-Norge.

3.3 Lakselusinfeksjonen på tilbakevandrende atlantisk laks ved ulike sjøstasjoner langs Norskekysten, og på villaks og rømt oppdrettslaks fra høstfisket ved utvalgte lokaliteter

3.3.1 Registreringer av lakselus på tilbakevandrende atlantisk laks ved ulike sjøstasjoner langs norskekysten

Prevalens av lus på laksen var høy på samtlige stasjoner. Totalantallet lus ved de ulike stasjonene lå fra 6 (villaks, Andøy) til 57 (rømt oppdrettslaks, Tysnes). På de fleste stasjonene var fisken infisert med mellom 10-20 lus. I Tysnes, i Vesterålen (Sortland) og i Alta ble det funnet mer lus på innvandrende laks (**tabell 5**). I Tysnes skyldes dette en høy larveinfeksjon, mens det i Vesterålen og i Alta ble funnet mer voksne hunnlus. Ved stasjonen i Tysnes (94 %) og Øygarden (50 %) var andelen rømt oppdrettsfisk relativt høy, mens stasjonen på Hasvik (6 %) og i Alta (1 %) hadde lave innslag av rømt oppdrettslaks. Bortsett fra Tysnes (rømt oppdrettslaks) var larvepåslog lavt på fisken tatt ved de ulike sjøstasjonene. Populasjonsstrukturen var dominert av modne hunnlus med eggstrenger, og på enkelte lokaliteter (for eksempel Alta), hadde fisken svært mange kjønnsmodne hunnlus. Det syntes imidlertid å være liten forskjell i abundans og populasjonsstruktur av lus på innvandrende villaks og på rømt oppdrettslaks.

3.3.2 Lakselusregistreringer på villaks og rømt oppdrettsfisk fra høstfisket ved utvalgte lokaliteter

Fra høstfisket som startet i begynnelsen av august var prevalens av lus mellom 70–100 % (**tabell 6**). Totalantallet av lus lå fra 3 (på villfisk, Andøy) til 31 (på villfisk, Hitra), og andelen med rømt oppdrettsfisk var høyere enn på sommeren. Larvepåslog på laksen var lavt (1–11 larver) ved alle stasjonene. Store lus og kjønnsmodne hunnlus utgjorde den største andelen av lusa, men dette varierte også mellom stasjonene. Det syntes imidlertid ikke å være en tydelig trend i forskjell i abundans og populasjonsstruktur av lus mellom innvandrende villaks og på rømt oppdrettslaks.

3.3.3 Diskusjon

Karakteristisk for tilbakevandrende laks er at antall eldre stadier av lusa viser relativt liten variasjon i forhold til innvandningsveiene langs kysten. Registreringer fra kilenot- og krok-garnfanget laks langs norskekysten i juni og juli viser i 2002 som i tidligere år relativt liten variasjon i antall voksne og halv voksne stadier. Variasjonen i antallet yngre stadier (% larver) av lusa, som har infisert fisken relativt nylig, er imidlertid også relativt liten, og foruten på rømt oppdrettslaks fra Tysnes, ble det kun funnet små mengder larver.

I 2002 var det igjen Tysnes i Hardangerfjorden (Hordaland) som hadde høyest infeksjoner av lakseluslarver og en stor andel rømt oppdrettsfisk. Hardangerfjorden er det området langs norskekysten med høyest tetthet av oppdrettsanlegg og størst produksjon av oppdrettslaks. Selv en snittinfeksjon på under 1 lus per oppdrettsfisk, vil gi grunnlag for en stor produksjon av lakseluslarver (Heuch & Mo 2001) i dette området. Registreringer på kilenotfanget laks i 1997, 1998, 1999, 2000 og 2001 (Grimnes et al. 1998, 1999, 2000, Bjørn et al. 2001a) og årlig på prematur tilbakevandrende sjørret til ferskvann siden 1995 (Birkeland 1996a, b, Birkeland 1998, Kålås & Birkeland 1999, Kålås et al. 2000, Kålås & Urdal 2001, 2002) har vist at smittepresset i Hardangerfjorden de fleste år er svært høyt, man at det nå kan synes som om det er en nedadgående trend.

Flere forhold vil ha betydning for hvor høye infeksjoner innvandrende laks blir utsatt for i kystnære farvann. Dette ser vi tydelig ved tidligere sammenlikninger av de to lokalitetene i Hordaland. Kystlokaliteten ved Øygarden og fjordlokaliteten ved Tysnes inne i Hardangerfjorden ligger begge i oppdrettsintensive områder.

Tabell 5. Abundans av lakselus på villaks (V) og rømt oppdrettslaks (O) ut fra skjellanalyser fra sommerfisket (juni/juli) ved utvalgte kilnotstasjoner langs norskekysten (sted). Lokalitetene er karakterisert som kyst (K) eller fjord (F) lokaliteter, og prosentvis andel oppdrettslaks i fangstene er angitt. Infeksjonsparametrene er presentert som andel lus på all fisk av hver type ved hver lokalitet (prevalens), samt gjennomsnittlig og standard avvik mengde larver, store lus, lus med eggstrenger og totalt antall lus på fisken.

Sted	Sone	% oppdrett	Type	Prev	n	Larver	Store lus	Lus m/egg	Totalt
1–Karmøy	K	32	V	100	25	6 ± 6	5 ± 4	5 ± 4	17 ± 9
			O	83	12	2 ± 3	6 ± 5	5 ± 5	13 ± 10
2–Tysnes	F	94	V	100	2	9 ± 10	2 ± 1	8 ± 1	19 ± 13
			O	91	33	43 ± 58	7 ± 9	6 ± 8	57 ± 68
3–Øygarden	K	50	V	100	14	4 ± 3	3 ± 2	6 ± 4	13 ± 8
			O	100	14	6 ± 4	6 ± 3	11 ± 9	23 ± 14
5–Haraldsøy	K	32	V	96	25	1 ± 1	4 ± 2	6 ± 3	10 ± 5
			O	100	12	1 ± 2	5 ± 2	7 ± 4	14 ± 7
6–Lødingen	F	28	V	100	54	3 ± 5	6 ± 4	9 ± 5	17 ± 11
			O	100	21	2 ± 2	6 ± 6	8 ± 6	16 ± 11
7–Sortland	K	12	V	100	197	5 ± 2	11 ± 3	14 ± 5	30 ± 9
			O	100	27	5 ± 3	11 ± 4	13 ± 6	29 ± 11
8–Andøy	K	15	V	82	197	1 ± 2	1 ± 2	5 ± 5	6 ± 7
			O	83	35	4 ± 18	1 ± 2	9 ± 10	15 ± 20
9–Hasvik	K	6	V	82	135	3 ± 3	4 ± 4	6 ± 6	13 ± 12
			O	67	9	2 ± 3	4 ± 5	5 ± 7	11 ± 13
10–Alta	F	1	V	100	81	5 ± 3	3 ± 1	19 ± 9	26 ± 11
			O	100	1				

Tabell 6. Abundans av lakselus på villaks (V) og rømt oppdrettslaks (O) ut fra skjellanalyser fra høstfisket (august/september) ved utvalgte kilnotstasjoner langs norskekysten (sted). Lokalitetene er karakterisert som kyst (K) lokaliteter, og prosentvis andel oppdrettslaks i fangstene er angitt. Infeksjonsparametrene er presentert som andel lus på all fisk av hver type ved hver lokalitet (prevalens), samt gjennomsnittlig og standard avvik mengde larver, store lus, lus med eggstrenger og totalt antall lus på fisken.

Sted	Sone	% oppdrett	Type	Prev	n	Larver	Store lus	Lus m/egg	Totalt
4–Hitra	K	79	V	75	6	11 ± 15	7 ± 7	13 ± 9	31 ± 27
			O	92	23	8 ± 8	5 ± 5	5 ± 4	17 ± 16
7–Sortland	K	52	V	70	13	4 ± 2	10 ± 4	14 ± 4	28 ± 8
			O	72	14	4 ± 3	10 ± 5	15 ± 7	29 ± 13
8–Andøy	K	44	V	100	5	1 ± 1	1 ± 2	1 ± 1	3 ± 2
			O	86	4	1 ± 3	3 ± 3	10 ± 8	14 ± 12

Disse lokalitetene har i flere år vist stor forskjell i infeksjonsintensitet og i andel larver av infeksjonen (Grimnes et al. 2000; Bjørn et al. 2001a, 2002a), og det var også tilfelle i år. Dette indikerer at oppholdstid i kystområder kan ha stor betydning for infeksjonsgrad for innvandrende laks. Andre forhold som kan ha betydning for variasjon i kystnært smittepress mellom ulike innvandringsruter er forhold som salinitet, temperatur,

strømforhold og ikke minst i hvilken grad tilstedeværende oppdrettsnæring har kontroll med lakselus i anleggene.

Rømt oppdrettsfisk utgjør relativt store mengder av kilnotfangstene ved flere av sjøstasjonene, og da spesielt i sør og midt Norge. Fra sommerfisket (juni og juli) var det Tysnes i Hardangerfjorden (94 %) som hadde høyest andel rømt

oppdrettsfisk. Rømt oppdrettsfisk utgjør en stor gruppe fisk som kan ha rømt som postsmolt og mer eller mindre fulgt samme vandringsrute som villfisk eller være nylig rømt fisk fra et anlegg med store lakselusproblemer eller fra et nylig avluttet anlegg. Selv om maksimumsinfeksjonene på enkelte årsklasser av rømt oppdrettsfisk kan være høyere enn på villfisk (Jacobsen & Gaard 1997), var det ikke mer lus på rømt fisk sammenliknet med villfisk. Dette er sammenfallende med resultater fra de fleste år i vår overvåkningsserie (for eksempel Grimnes et al. 2000; Bjørn et al. 2001a, 2002a). I enkelte områder er det imidlertid funnet en tydelig forskjell i larveinfeksjon mellom villaks og rømt oppdrettslaks, og dette kan ha betydning for rømt oppdrettslaks sin rolle som smittespreder i disse områdene (Bjørn et al. submitted).

I sommerhalvåret vil både villfisk og rømt oppdrettsfisk representere et reservoar for lus i tillegg til lus på oppdrettslaks. Betydningen av rømt oppdrettsfisk og villaks som smittespreder av lakselus i oppdrettsintensive områder er sannsynligvis liten sammenliknet med smitte fra næringen selv (Heuch & Mo 2001). I områder med lite innvandring av villaks, som for eksempel i Hardangerfjorden, vil imidlertid det relative bidraget fra rømt fisk kunne ha større betydning (Bjørn et al. submitted).

På ettervinteren og våren, når villfisken har vandret opp i elvene eller er ved oppvekstområdene til havs, representerer oppdrettsfisk i anlegg et reservoar for lus. Nettopp dette reservoaret er det en jobber med å få "bort" ved organiserte avlusninger, slik at en begrenser oppblomstringen av lus under smoltutvandringen om våren (jf. Nasjonal handlingsplan mot lus på laksefisk). Rømt oppdrettsfisk i kystnære miljø kan representere et reservoar for lakselus på ettervinteren og våren som en ikke vil få kontroll over ved avlusning. Større mengder rømt oppdrettsfisk kan derfor være en trussel mot effektene en ønsker å oppnå ved organiserte avlusninger i oppdrettsnæringen (Bjørn et al. submitted).

Fra høstfisket som startet i begynnelsen av august var prevalens av lus fra 70–100 %. Totalantallet av lus lå fra 3 (villfisk, Andøy) til 31 (villfisk, Hitra), men totalantall fisk er noe lavt på enkelte av stasjonene. Det var imidlertid et høyt innslag av rømt oppdrettslaks i høstfisket i forhold til. Larvepåsaget på laksen syntes å være lavt på alle stasjonene, mens kjønnsmodne hunnlus utgjorde relativt store antall. Hvor store mengder rømt fisk en får i fangstene vil imidlertid være sterkt påvirket av om det nylig har rømt fisk fra anlegg i området.

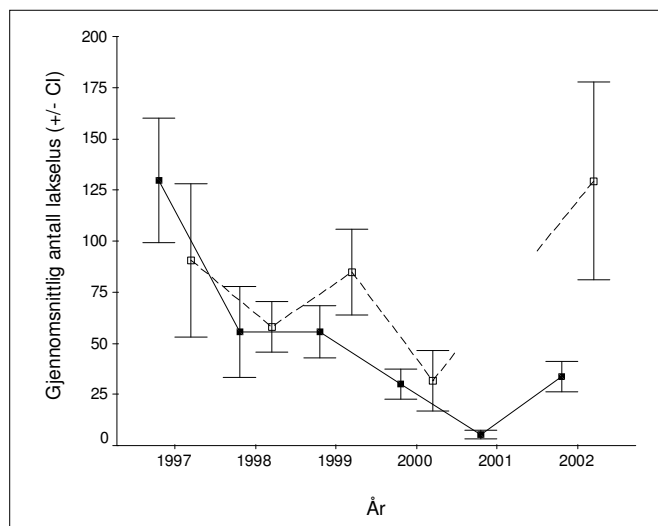
Hvor store mengder av rømt oppdrettsfisk som vandrer opp i elvene i løpet av sommer/høst for å gyte og hvor store mengder som blir i sjøen er ikke kjent. Registreringer viser at andelen oppdrettsfisk i sportsfiske på elv er betydelig lavere (1989-97: 4-9 %) enn de en finner i kilenot- og krokgarnfiske (sjøfiske). Oppdrettsfisken går imidlertid opp i større antall utover høsten og utgjør hele 22-35 % (1989-97) av gytebestanden i elver langs hele norskekysten (Lund 1998, Fiske & Lund 1999). Det er først og fremst kjønnsmoden oppdrettsfisk som vandrer opp i elvene. Rømt oppdrettsfisk som fanges i kilenøtene kan imidlertid nylig ha rømt fra et anlegg, den kan være mer eller mindre kjønnsmoden og den kan ha rømt fra et

anlegg med mye lus eller et anlegg som nylig har avluttet. Fisk som rømmer midtvinters er antatt å være svært lite vandringsvillig, og det kan oppholde seg betydelige mengder rømt oppdrettsfisk i kystnære områder på seinvinteren og våren (Bjørn et al. submitted).

Våre data viser av rømt oppdrettslaks hadde relativt mye voksen hunnlus på høsten. Dersom disse blir stående i fjordene over vinteren og mot våren slik resultater fra Hardangerfjorden tyder på (Bjørn et al. submitted), kan disse være smittetilførsel for både utvandrende villsmolt og oppdrettslaks. Det er derfor nødvendig å få i gang vinter- og vårfiske etter rømt oppdrettsfisk for å kunne si mer om hvor mye rømt fisk det er i ulike lokaliteter om våren og hvor hardt infisert den er. Slike data trengs for å vurdere rollen rømt oppdrettsfisk kan ha som "jokeren i systemet". I hvilken grad de kan forårsake reinfisering av vinteravluste oppdrettsanlegg og bidra til en våroppblomstring av lakselus, bør undersøkes nærmere og benyttes i modeller av infeksjonsdynamikken.

4 Oppsummerende diskusjon; sammenhengen mellom oppdrett av laks og lakselus på vill laksefisk, og effekten av tiltakene i oppdrettsnæringen

Fra og med 1997 startet vi en grundig registrering av lakselusinfeksjonen på sjøørreten i Vikbotten (oppdrettsekspert), der infeksjonen både i sjø og i ferskvann har blitt registrert gjennom hele sommeren (Grimnes et al. 1998, 1999, 2000, Bjørn et al. 2001a, 2002a) (**Figur 8**). Flere tilsvarende undersøkelser er nødvendig for å vurdere sammenhengen mellom lakselusepidemier på vill sjøørret og sjørøye og oppdrett av laks, og konsekvensene av lakselus på ville bestander av sjøørret og sjørøye. Vi har derfor etablert langtidsserier på en rekke lokaliteter fra Sognefjorden i sør (ny lokalitet fra 2003) og til Finnmark i nord slik at vi nå har gode indikatorsystemer langs store deler av Norskekysten. Langtidsdataene fra disse systemene er nå spesielt viktige for å vurdere om tiltakene i næringen har tilstrekkelig effekt.



Figur 8. Gjennomsnittlig totalt antall lakselus (abundans) på sjøørret i Vikvassdraget i Vesterålen (stiplet kurve) og i fjorden utenfor vassdraget (Vikbotten, heltrukken kurve) fra 1997-2002.

Resultatene fra 2002 viste at infeksjonstrykket varierte noe mellom vassdragene i tid og rom, men at det generelt var en uheldig høy infeksjon i hele undersøkelsesområdet. Lakselus må derfor fortsatt sees på som en trussel mot lokale bestander av sjøørret langs store deler av Norskekysten. Infeksjonen på vill sjøørret i 2002 er bekymringsfull fordi oppdretterne generelt har blitt dyktige til å bekjempe lakselus, og fordi den betydelige forbedringen i situasjonen som ble observert i 2001 (Bjørn et al. 2002a), ikke vedvarte i 2002. Vi vet imidlertid at tettheten av oppdrettsanlegg er høy langs store deler av kys-

ten. Den totale biomasse av laks kan derfor være så høy i enkelte områder at selv gode tiltak i næringen og lave luseantall per fisk ikke er tilstrekkelig til å redusere infeksjonspresset til et bærekraftig nivå. Dette stemmer overens med forventninger ut fra Heuch og Mo's modell over lakselusmitte (Heuch & Mo 2001), og kan indikere at vi må senke terskelverdien ytterligere i spesielt utsatte områder med høy oppdrettsaktivitet.

Resultatene fra Vikvassdraget i Vesterålen var ikke oppløftende for 2002, og en relativt høy lakselusinfeksjon ble observert gjennom mesteparten av sommeren i sjøen. Sommeren 2002 ble det igjen observert at hardt infisert eller lakselusskadet postsmolt av sjøørret vandrer prematurt tilbake til Vikvassdraget, og dette tyder på at sjøørreten ikke benyttet sjøoppholdet normalt sist sommer. Årets nedslående resultater kan tyde på at tiltakene i næringen ikke har virket, og at den synkronisert avlusning som ble gjennomført høsten 2001 i Nordland ikke har hatt ønsket effekt.

Nedslående resultater ble i 2002 også funnet fra indikatorvassdraget i Troms (Løksebotten/Røyrvikvassdraget) og i Finnmark (Halselvassdraget i Altafjorden). Fra lokaliteten i Troms har vi langtidsserier fra 1998 (Bjørn et al. 1999, 2000, 2001a). Vi har sett en gradvis forbedring etter 1999, mens det i år igjen var en betydelig forverret lakselusinfeksjon. Sjøørreten hadde forhøyede infeksjoner i forhold til antatt historiske nivå, og det ble også observert prematur tilbakevandring til ferskvann i 2002. I Altafjorden i Finnmark var det også en markant infeksjonspuls allerede tidlig på sommeren og denne var på et nivå som kan ha negativ effekt både på umoden (Bjørn et al. 2001a) og modnende (Bjørn et al. 2002b) fisk. I Troms og Finnmark ble det foretatt en tilsvarende synkronisert høstavlusning i 2001 som i Nordland. Hele Nord-Norge ble derfor relativt synkront avlusnet høsten 2001 på samme måte som høsten 2000, men uten at dette har hatt samme effekt som det ble antatt å ha i 2001 (Bjørn et al. 2002a). Dette kan bety at høstavlusningen ikke ble vellykket eller at oppdrettsnæringen ikke har hatt tilstrekkelig fokus på å bekjempe lakselus i løpet av våren og sommeren. Alternativt kan også smitte fra andre kilder være viktig, for eksempel fra innvandrende vill laks, eller at miljøforholdene har vært spesielt gunstige for lusa. Vi vet for eksempel at sjøtemperaturen økte raskt våren og forsommeren 2002 og nådde uvanlig høye nivåer i Nord-Norge. Samtidig var det en svært liten vårflom og lite ferskvann i fjordsystemene. Dette kan tenkes å favorisere lusa, og kan bety at vi i slike år må ha spesiell fokus på lakselusbekjempelse. Dette burde undersøkes nærmere og det er et behov for helhetlig å modellere vertsbidrag, smittespredningen og effekter av miljø i noen utvalgte fjordsystemer. På denne måten vil man kunne optimalisere tiltakene i næringen, for eksempel gjennom utvikling av prognoser for infeksjonsrisiko, og legge oss på et riktig bekjempelsesnivå. Undersøkelsene bør derfor utvides i utvalgte områder tilknyttet de indikatorsystemene der vi nå har langtidsserier. I tillegg bør vi for 2003 også inkludere sjøørretlokaliteter på Vestlandet og gjennomføre undersøkelser etter samme metodikk (sjø og ferskvann), slik at vi får tilstrekkelig gode data over et enda større geografisk område.

Infeksjonspresset under smoltutvandringen hos laks sommeren 2002 var også lavt i de store Nord-Norske laksefjordene, Malangen og Altafjorden, og også i Trondheimsfjorden, men vi har dessverre et mangelfullt datasett for 2002. Parallele innsamlinger av vill sjøørret og sjørøye fra littoralsonen i Altafjorden, på lokaliteten i sør-Troms, og på Hitra, viste imidlertid at infeksjonspresset på sjøørret var høyt under utvandringssperioden til laksesmolt. Risikoen for- og konsekvensene av infeksjonen på utvandrende laksesmolt vil avhenge både av intensiteten i pulsen og om den sammenfaller ("match-mismatch") med smoltutvandringen. Generelt lavere sjøtemperaturer på våren og forsommeren i nord-Troms og Finnmark, kan resultere i at infeksjonsøkningen og smoltutvandringen som oftest ikke sammenfaller og at laksemolten kan vandre uinfisert ut fra fjordsystemene i Nord-Norge. I Altafjorden ble det i 1992 registrert epidemiske lakselusangrep på sjøørret og sjørøye allerede tidlig i juli (Bjørn & Finstad 2002). De fleste år (1993, 2000, og 2001) har pulsen imidlertid kommet i august (Bjørn et al. 2001a, Bjørn & Finstad 2002, Bjørn et al. in prep), og man antar da at smolten har forlatt fjordsystemene (men se diskusjon i Bjørn et al. 2002a). I år kom infeksjonspulsen imidlertid tidligere enn normalt, på samme måte som i 1992, i Nord-Norge. Det kan derfor tenkes at laksemolten i år var utsatt for en høyere infeksjonsrisiko på kysten fra Trondheim til Finnmark siden smoltutvandring og infeksjonspuls viste relativt god sammenfall i tid. Datasettet fra 2002 er imidlertid for mangelfullt til at eventuelle sammenhenger kan påpekes. Vi vil derfor fokusere på å skaffe gode data i 2003, og undersøkelsen i Altafjorden vil i så måte bli spesielt viktig.

Lakselusmitte kan som nevnt også komme fra vill og rømt oppdrettslaks på innvandring og fra rømt oppdrettslaks som oppholder seg i fjordsystemer vinter og vår. Resultater fra langtidsovervåkingen på innvandrende laks (1993-2001), viser som tidligere år at enkelte individer er betydelig infisert med kjønnsmoden lus, noe som kan knyttes opp mot et generelt høyere infeksjonspress mot laks i marin fase (Berland 1993, Jakobsen & Gaard 1997). I områder uten oppdrett kan derfor smitte fra innvandrende voksen laks reinfisere både vill og oppdrettet laksefisk (Pike & Wadsworth 1999). Betydningen av dette i oppdrettsintensive områder, sett i sammenheng med den totale produksjonen fra oppdrettslaks, er sannsynligvis liten (Heuch & Mo 2001), men kan være et problem i enkelte områder og til enkelte tider av året (våren) (Bjørn et al. submitted). Bidraget fra rømt oppdrettslaks bør derfor overvåkes sterkere ettersom tiltakene i næringen virker (Heuch & Mo 2001).

Tilsvarende feltundersøkelser som er gjennomført i 2002 bør derfor følges opp også i framtiden for å vurdere om tiltakene i oppdrettsnæringen er tilstrekkelig, og for å generere nødvendig kunnskapsgrunnlag for å kunne forvalte lakselusproblematikken på vill og oppdrettet laksefisk. Vi bør konsentrere oss om de indikatorsystemene der vi har gode langtidsdata på sjøørret, sjørøye og på ut- og innvandrende laks. Imidlertid er det fortsatt et behov for nye og grunnleggende studier av lakselus effekt på vill laksefisk på populasjonsnivå. Dette vil ikke minst bli viktig etterhvert som tiltakene i næringa virker,

spesielt dersom vi ikke greier å redusere infeksjonen ned til antatt historisk nivå. I tillegg er det viktig at man starter arbeidet med å modellere dynamikken i infeksjonssystemet for å utvikle dynamiske bekjempelsesregimer av lakselus på vill og oppdrettet laksefisk.

5 Referanser

- Anonym 1997. Nasjonal handlingsplan mot lus på laksefisk. 297 s.
- Anonym 2002. Nasjonal handlingsplan mot lus på laksefisk. - Resultatrapport 1992. Under bearbeidelse.
- Berg O.K. & Jonsson B. 1989. Growth and survival rates of the anadromous trout, *Salmo trutta*, from the Vardnes River northern Norway. - Environ. Biol. Fish. 29: 145-154.
- Berland B. 1993. Salmon lice on wild salmon (*Salmo salar* L.) in western Norway. - pp 179-197 in Boxshall, G.A. & Defaye, D., eds. Pathogens of wild and farmed fish: sea lice. Ellis Horwood. London.
- Birkeland, K. 1996a. Salmon lice, *Lepeophtheirus salmonis* Krøyer, infestations and implication for anadromous brown trout, *Salmo trutta* L. - Doktorgrads avhandling, Zoologisk Institutt, Universitetet i Bergen.
- Birkeland, K. 1996b. Consequences of premature return by sea trout (*Salmo trutta*) infested with the salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis* Krøyer): migration, growth, and mortality. - Can. J. Fish. Aquat. Sci. 53: 2808-2813.
- Birkeland, K. 1998. Registreringer av lakselus og oppdrettslaks i Hardangerfjorden og på Sotra 1995-1997; effekt av regional våravlusning i Hardangerfjorden. - Rapport Zoologisk Institutt, Universitetet i Bergen. 21 s.
- Bjørn P.A. & Finstad B. 1997. The physiological effects of salmon lice infection on sea trout post smolt. - Nordic J. Freshw. Res. 73: 60-72.
- Bjørn, P.A. & Finstad, B. 1998. The development of salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*) on artificially infested post smolts of sea trout (*Salmo trutta*). - Can. J. Zool. 76: 970-977.
- Bjørn P.A., Kristoffersen R. & Finstad B. 1999. Registrering av lakselus på vill sjøørret og sjørøye i Troms sommeren 1998. - Foreløpig prosjektrapport til Fylkesmannen i Troms, Miljøvernveddelingen. 15 s.
- Bjørn P.A., Kristoffersen R. & Finstad B. 2000. Lakselus på vill sjøørret og sjørøye i Troms sommeren 1999. - Rapport til Fiskehelse og Miljøgruppa i Troms, Fiskeridirektoratet, region Troms, 34 s.
- Bjørn, P.A., Finstad, B. & Kristoffersen, R. 2001a. Registreringer av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye i 2000. - NINA Oppdragsmelding 698: 1-40.
- Bjørn, P.A., Finstad, B. & Kristoffersen, R. 2001b. Salmon lice infection of wild sea trout and Arctic char in marine and freshwaters: the effects of salmon farms. - Aquacult. Res. 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 J. Marine Science 59: 131-139.
- Bjørn, P.A., Finstad, B. & Kristoffersen, R. 2002a. Registreringer av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye i 2001. - NINA Oppdragsmelding 737: 1-33.
- Bjørn, P.A., Tveiten, H., Johnsen, H. K., Finstad, B. & McKinley, R. S. 2002b. Salmon lice and stress. Effects on reproductive performance in Arctic charr. Poster to Aquanet II conference, September 14-17, 2002. Delta Beusejour, Moncton, New Brunswick, Canada.
- Bjørn, P. A., Finstad, B. & McKinley, R. S. (submitted). Salmon lice on wild and escaped farmed Atlantic salmon in coastal area: escapees as hosts and transmitters of salmon lice. - Can. J. Fish. Aquat. Sci.
- Bowers, J.M., Mustafa, A., Speare, D.J., Conboy, G.A., Brimacombe, M., Sims, D.E. & Burka, J.F. 2000. The physiological response of Atlantic salmon, *Salmo salar*, to a single experimental challenge with sea lice, *Lepeophtheirus salmonis*. - J. of Fish Dis. 23:165-172.
- Boxhall, 1974. Infections with parasitic copepods in North Sea marine fishes. - J. Mar. Biol. Assoc., UK 54: 355-372.
- Finstad, B. 1993. Økologiske og fysiologiske konsekvenser av lus på laksefisk i fjordsystem. - NINA Oppdragsmelding 213: 1-18.
- Finstad, B., Bjørn, P.A., Nilsen, S.T. & Hvidsten, N.A. 1994a. Registreringer av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye. - NINA Oppdragsmelding 287: 1-35.
- Finstad, B. 1995. Registreringer av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye. - NINA Oppdragsmelding 356: 1-32.
- Finstad, B. & Heggberget, T.G. 1995. Seawater tolerance, migration, growth and recapture rates of wild and hatchery reared Arctic charr (*Salvelinus alpinus* (L.)). - Nordic J. Freshw. Res. 71: 229-236.
- Finstad B., Bjørn P.A. & Nilsen S.T. 1995. Survival of salmon lice, *Lepeophtheirus salmonis* Krøyer, on Arctic charr, *Salvelinus alpinus* L., in fresh water. - Aquacult. Res. 26: 791-795.
- Finstad, B. 1996. Registreringer av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye. - NINA Oppdragsmelding 395: 1-27.
- Finstad, B. & Grimnes, A. 1997. Registreringer av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye i 1996. - NINA Oppdragsmelding 485: 1-27.
- Finstad, B. & Grimnes, A. 1997. Registreringer av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye i 1996. - NINA Oppdragsmelding 485: 1-27.
- Finstad B., Bjørn P.A., Grimnes A., & Hvidsten N.A. 2000. Laboratory and field investigations of salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis* Krøyer) infestation on Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) postsmolts. - Aquacult. Res. 31: 1-9.
- Fiske, P. & Lund, R.A. 1999. Rømt oppdrettslaks i sjø- og elvefisket i årene 1989-1998. - NINA Oppdragsmelding 603: 1-23.
- Grimnes, A., Finstad, B. & Bjørn, P.A. 1996. Økologiske og fysiologiske konsekvenser av lakselus på laksefisk i fjordsystem. - NINA Oppdragsmelding 381: 1-37.
- Grimnes, A. & Jakobsen, P.J. 1996. The physiological effects of salmon lice infection on post-smolt of Atlantic salmon. - J. Fish. Biol. 48: 1179-1194.
- Grimnes, A., Finstad, B., Bjørn, P.A., Tovslid, B.M. & Lund, R. 1998. Registreringer av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye i 1997. - NINA Oppdragsmelding 525: 1-33.
- Grimnes, A., Finstad, B. & Bjørn, A.P. 1999. Registreringer av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye i 1998. - NINA Oppdragsmelding 579: 1-33.
- Grimnes, A., Finstad, B. & Bjørn, P.A. 2000. Registreringer av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye i 1999. - NINA Oppdragsmelding 634: 1-33.
- Heuch, P.A. & Mo, T.A. 2001. A model of salmon louse production in Norway: Effects of increasing salmon production and public management measures. - Dis. Aquat. Org. 45: 145-152.

- Heuch, P.A., Bjørn, P. A., Finstad, B., Holst, J. C., Asplin, L. & Nilsen, F. 2002. Statusrapport om forholdet mellom lakselus på oppdrettet og vill laksefisk i Norge. Rapport til konferanse Nasjonal Handlingsplan mot lus på laksefiskstatus, og hva gjør vi nå. 4-5 november 2002. Bergen kongress senter/Scandic hotel Bergen city. Bergen, Norge.
- Holst, J.C. & Hvidsten, N.A. 1992. Partrål som prøvetakingsmetode i norsk fiskeriforskning. - Fiskets Gang, 9/10: 24-26.
- Holst, J.C. & Jakobsen, P.J. 1998. Dødelighet hos utvandrende postsmolt av laks som følge av lakselusinfeksjon. - Fiskets Gang 8: 13-15.
- Holst, J.C. & Jakobsen, P.J. 1999. Lakselus knekker vestlandslaksen. - Informasjonsbrev fra Havforskningsinstituttet i Bergen. 2 s.
- Holst, J.C. & McDonald, A. 2000. FISH-LIFT: a device for sampling live fish with trawls. - Fish. Res. 48: 87-91.
- Holst, J.C., Jakobsen, P., Nilsen, F. & Holm, M. 2000. Lakselusen dreper villaksen. - Tiltak på vei. Havbruksrapporten, Hi.
- Holst, J.C., Jakobsen, P., Nilsen, F., Holm, M. & Asplin, L. 2001. Lakselusen dreper villaksen. Kan vi spore effekter av tiltakene så langt? - Havbruksrapport, Hi.
- Jakobsen, J.A. & Gaard, E. 1997. Open-ocean infestation by salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*): comparison of wild and escaped farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). - ICES J. Mar. Sci. 54:1113-1119.
- Johnson, S.C. & Albright, L.J. 1991. Development, growth and survival of *Lepeophtheirus salmonis* (Copepoda: Caligidae) under laboratory conditions. - J. Marine Biol. Assoc. U.K. 71: 425-436.
- Kålås S. & Birkeland K. 1999. Registreringar av lakselus på sjøaure i Hardangerfjorden og på Sotra i Hordaland sommaren 1998. - Rådgivende Biologer AS. Rapport 388: 1-20.
- Kålås, S., Birkeland, K. & Elnan, S. 2000. Overvaking av lakselusinfeksjonar på tilbakevandra sjøaure i Rogaland og Hordaland sommaren 1999. - Rådgivende biologer AS. Rapport nr. 430: 1-37.
- Kålås, S. & Urdal, K. 2001a. Overvaking av lakselusinfeksjonar på tilbakevandra sjøaure i Rogaland, Hordaland og Sogn & Fjordane sommaren 2000. - Rådgivende biologer AS. Rapport nr. 483: 1-44.
- Kålås, S. & Urdal, K. 2002. Overvaking av lakselusinfeksjonar på tilbakevandra sjøaure i Rogaland, Hordaland og Sogn & Fjordane sommaren 2001. - Rådgivende biologer AS. Rapport nr. 535: 1-43.
- Lund, R.A. 1998. Rømt oppdrettslaks i Namsen og nære sjøområder. Fiske etter rømt oppdrettsfisk i elveutløpet. - NINA Oppdragsmelding 564: 1-14.
- Margolis, L., Esch, G.W., Holmes, J.C., Kuris, A.M. & Schad, G.A. 1982. The use of ecological terms in parasitology (Report of an ad hoc committee of the American Society of Parasitologists). - J. Parasit. 69: 131-133.
- Maule, A.G., Schreck, C.B. & Kaattari, S.L. 1987. Changes in the immune system of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) during the parr-to-smolt transformation and after implantation of cortisol. - Can. J. Fish. Aquat. Sci. 44: 161-166.
- McDonald G. & Milligan L. 1997. Ionic, osmotic and acid-base regulation in stress. - pp 119-144 in Iwama, G.K., Pickering, A.D., Sumpter, J.P & Screck, C.B., eds. Fish Stress and Health in Aquaculture. Society for Experimental Biology. Seminar Series: 62. Cambridge, University Press.
- Mo T.A. & Heuch P.A. 1998. Occurrence of *Lepeophtheirus salmonis* (Copepoda: Caligidae) on sea trout (*Salmo trutta*) in the inner Oslo Fjord, south-eastern Norway. - ICES J. Marine Sci. 55: 176-180.
- Nolan, D.T., Reilly, P. & Wendelaar Bonga S.E. 1999. Infection with low numbers of the sea louse *Lepeophtheirus salmonis* induces stress-related effects in postsmolt Atlantic salmon (*Salmo salar*). - Can. J. Fish. Aquat. Sci. 56: 947-959.
- Pike A.W. & Wadsworth S.L. 1999. Sealice on Salmonids: Their Biology and Control. - Advances in Parasitology 44: 233-337.
- Pickering, A.D., Pottinger, T.G., Sumpter, J.P., Carragher, J.F. & LE Bail, P.Y. 1991. Effects of acute and chronic stress on the levels of circulating growth hormone in the rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. - Gen. Comp. Endocrinol. 83: 86-93.
- Pickering, A.D. 1992. Rainbow trout husbandry: management of the stress response. - Aquaculture 100: 125-139.
- Pickering, A.D. 1993. Growth and stress in fish production. - Aquaculture 11: 51-63.
- Rikardsen, A.H., Svenning, M.A. & Klemetsen, A. 1997. The relationships between anadromy, sex ratio and parr growth of Arctic charr in a lake in North Norway. - J. Fish. Biol. 51: 447-461.
- Rikardsen, A.H., Amundsen, P.-A., Bjørn, P.A. & Johansen, M. 2000. Comparison of growth, diet and food consumption of sea-run and lake-dwelling Arctic charr. - J. Fish. Biol. 57: 1172-1188.
- Schram, T., Knutsen, J.A., Heuch, P.A. & Mo, T.A. 1998. Seasonal occurrence of *Lepeophtheirus salmonis* and *Caligus elongatus* (Copepoda: Caligidae) on sea trout (*Salmo trutta*), off southern Norway. - ICES J. Marine Sci. 55: 163-175.
- Tingley, G.A., Ives, M.J. & Russel, I.C. 1997. The occurrence of lice on sea trout (*Salmo trutta* L.) captured in the sea off the East Anglian coast of England. - ICES J. Marine Sci. 54: 1120-1128.
- Tripp, R.A., Maule, A.G., Schreck, C.B. & Kaattari, S.L. 1987. Cortisol mediated suppression of salmonid lymphocyte responses *in vitro*. - Dev. Comp. Immunol. 11: 565-576.
- Tully, O., Gargan, P., Poole, W.R. & Whelan, K.F. 1999. Spatial and temporal variation in the infestation of sea trout (*Salmo trutta* L.) by the caligid copepod *Lepeophtheirus salmonis* (Krøyer) in relation to sources of infection in Ireland. - Parasitology 119: 41-51.
- Wagner, G., McKinley, R.S., Bjørn, P.A. & Finstad, B. 2003. Physiological impact of sea lice on swimming performance of Atlantic salmon. - J. Fish. Biol. 62: 1000-1009.

Statusrapport om forholdet mellom lakselus på oppdrettet og vill laksefisk i Norge

P.A. Heuch, Veterinærinstituttet, Oslo

P.A. Bjørn, Fiskeriforskning, Tromsø

B. Finstad, NINA, Trondheim

J.C. Holst, L. Asplin og F. Nilsen, Havforskningsinstituttet, Bergen

Sammendrag

Lakseoppdrett har endret vertsforholdene for lakselus fundamentalt. I Norge er det totale antall ville laksefisk i saltvann som kan bidra med lakselus antakelig 2-2,5 millioner, mens det totale antall laksefisk i oppdrett i sjøen er 200-300 millioner. Dette betyr at det for lakselusa nå er over 100 ganger så mange verter sammenlignet med en situasjon uten oppdrett. Lusene som produseres på oppdrettsfisken kommer i tillegg til den naturlige forekomst av parasitten. Selv om det *gjennomsnittlig* er lite lus på oppdrettsfisken nå, langt under det som gir skade på enkeltfisk, så vil antallet egg produsert av disse lusene *totalt* være mye høyere enn fra villfisk. Den Nasjonale Handlingsplan mot lakselus på laksefisk (NH) ble iverksatt i 1997. Viktige tiltak her er grenser for tillatt antall lus i anlegg, strategiske regionale avlusninger og rapportering av lusetall til Statens Dyrehelsetilsyn. Disse lusetallene er imidlertid enda ikke pålitelige nok til å slå fast om antallet lakselus per oppdrettsfisk er gått ned i perioden 1998-2002. Det er grunn til å tro at dette tallet er gått ned de siste årene, men det er ikke sikkert at dette har gitt mindre total luseproduksjon langs kysten, fordi luseproduksjonen øker når oppdrettsnæringen vokser. Det totale antall lus produsert er også avhengig av lusebestanden på rømt oppdrettsfisk, som ikke nås av NH. I den grad det har vært en nedgang i den totale luseproduksjonen, må effekten av nedgangen måles på vill laksefisk, jfr. målet om at lus fra oppdrett ikke skal skade vill laksefisk (Miljømål for norsk havbruk). Forbindelsen mellom intensitet i luseinfeksjonene på villfisk og reduksjon av antall lus per oppdrettsfisk er imidlertid kompleks, og påvirkes av bl.a. miljøfaktorer som salinitet og strømforhold.

På Vestlandet er det stor grad av sammenfall mellom utvandningsperioden for laksesmolt og produksjon av store mengder infektive lakselusstadier, mens infeksjonspulser i Finnmark er registrert etter smoltutvandringen. Det er sannsynligvis en sammenheng mellom oppdrett av laks og lakselus-epizootier på vill laksesmolt på Vestlandet. En nedadgående trend i luspåslag på utvandrende vill laks er funnet for Sognefjorden, men det er for tidlig å si om det lave påslaget her i 2002 er et enkeltstående tilfelle. Lavere intensitet i infeksjonene av sjørret fra Vestlandet tyder også på svakere smittepress, men infeksjonsnivået gir fortsatt skader og tidlig tilbakevandring. I Midt-Norge og Nord-Norge er det ingen entydig forbedring de siste år, og i 2002 var det mer lus på sjørret og sjørøye enn på lenge. Dette kan bety at grensen på 0,5 voksne hunnlus i gjennomsnitt gir for mye lus her, at oppdrettsfiskene generelt har mer lus enn denne offentlige grenseverdien, eller at en liten gruppe fisk med mye lus påvirker den totale luseproduksjonen sterkt.

Et grunnleggende problem er at vi ikke vet hvor mye lus bestandene kan tåle over tid. Sannsynligvis må infeksjonsintensiteten senkes til godt under 10 lus per fisk både på utvandrende postsmolt av laks og på sjørret dersom målet om "ingen negativ effekt" kan sies å være nådd. Med lakseoppdrett på den skala som vi har i dag, og fortsatt vekst, er det derfor sannsynlig at dødelighet i ville stammer av laksefisk som en følge av lus fortsatt vil forekomme. Riktig forvaltning krever at den komplekse forbindelsen mellom parasitter, verter og miljø integreres i en modell for luseproduksjonen og effekt på villfisk. En slik modell vil kunne brukes i en vitenskapelig fundert forvaltning av våre kystområder.

Bakgrunn

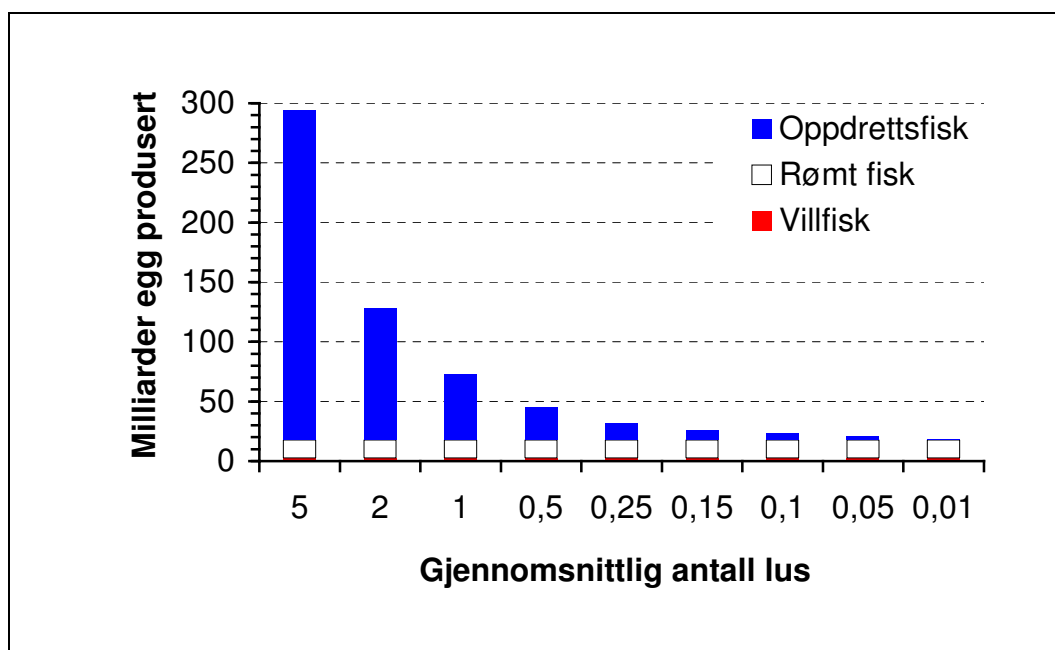
Da laks og regnbueørret-oppdrett ble utviklet i Norge på 1970-tallet ble lakselus (*Lepeophtheirus salmonis* Krøyer) raskt et problem. Denne ektoparasittiske hoppekrepsen infiserer laksefisk av slektene *Salmo*, *Salvelinus* og *Oncorhynchus* i saltvann over hele den nordlige halvkule (Kabata 1979). Lakseoppdrett har endret vertsforholdene for lakselus fundamentalt. I Norge er den samlede gytebestand av laks (*Salmo salar* L.) ca. 500 000 fisk, mens bestanden av sjørret (*Salmo trutta* L.), utenom smolt neppe er større enn 1,5 millioner. Sjørøye (*Salvelinus alpinus* L.) er langt mindre tallrik enn ørret. Det totale antall ville laksefisk i saltvann som kan bidra med lakselus er derfor antakelig 2-2,5 millioner. Til sammenligning er det totale antall laksefisk i oppdrett i sjøen 200-300 millioner. Dette betyr at det for lakselusa nå er ca. 100 ganger så mange verter til disposisjon sammenlignet med en situasjon uten oppdrett. Det er også svært viktig at disse ekstra vertene er tilstede hele året, også om vinteren, når lakseluspopulasjonene i kystfarvann naturlig reduseres sterkt (Schram et al. 1998; Heuch et al. 2002a).

I Norge, Skottland, Irland, Canada og USA bruker lakseoppdrettere store beløp på bekjempelse av lakselus (Pike & Wadsworth 1999), samtidig med at ville stammer av anadrom laksefisk ser ut til å lide under harde luseinfeksjoner i en del områder (Tully et al. 1999; Jakobsen et al. 1999; Bjørn et al. 2001a). En nasjonal arbeidsgruppe med representanter fra næring og forvaltning la derfor frem "Nasjonal Handlingsplan mot lus på laksefisk" (NH) i 1997. Her ble det foreslått å etablere regionale arbeidsgrupper for å koordinere lusebekjempelsen, å pålegge oppdrettere å rapportere lusenivåene på sin fisk til Statens Dyrehelsetilsyn (SDT), å sette maksimumsgrenser for tillatt mengde lus i oppdrettsanlegg, og å overvåke tilstanden til sjørret og sjørøyesstammer langs kysten. I denne rapporten vil vi oppsummere kunnskap om interaksjonene mellom lus på oppdrettet og vill laksefisk, og se om tilgjengelige data kan vise om tiltakene har bedret situasjonen. Til slutt vil vi diskutere på hvilke områder vi fremdeles mangler kunnskap for å forvalte problematikken rundt lakselus på vill og oppdrettet laksefisk i Norge.

Del 1 Luseproduksjon og smitteveier

En modell av lakselusproduksjonen fra Vest-Agder til Troms

En teoretisk modell som beregner lakselusproduksjonen på strekningen fra og med Vest-Agder til og med Nordland, der de fleste norske oppdrettsanlegg ligger i dag, er publisert (Heuch & Mo 2001). Modellen er fokusert på perioden før og under villaksens smoltutvandring (1. april til 1. juni), og bruker offentlig tilgjengelige estimater på fiske- og lusebestandene. Et hovedpoeng med denne modellen er at det er tatt hensyn til *antall* fisk i alle vertsgrupper. Antall lakselusegg produsert av lus på forskjellige grupper med verter i 1999, gitt forskjellige grenser for tillatt antall lus per fisk, er vist i **figur 1**. Dersom det i 1999 var 5 lus per oppdrettsfisk, ville dette gi en total produksjon på nesten 300 milliarder luseegg i det kystområdet vi her behandler. Med den gjeldende grensen i 1999, 2 lus per fisk, ville det fra merdene komme 113 milliarder luseegg. Til sammenligning er antall egg fra lus på villaks og sjøørret beregnet til 2,6 milliarder, mens det fra lus på rømt oppdrettsfisk er antatt å komme 15 milliarder egg. Figuren viser imidlertid også at hvis grensen settes lavere enn den nåværende grense på 0,5 lus per fisk, vil produksjonen av lus på rømt oppdrettsfisk etter hvert bli større enn på oppdrettsfisk i anlegg.



Figur 1. Beregnet antall lakselusegg produsert i modellområdet i 1999 ved forskjellige antall lakselushunner (gjennomsnitt) på oppdrettslaks.

Et hovedproblem er at antall laksefisk i oppdrett øker. Så selv om det *gjennomsnittlig* er lite lus på fisken, langt under det som gir skade på enkeltfisk, så vil antallet luseegg *totalt* øke fordi antallet fisk øker. Den offentlige lusegrensen må derfor senkes hvert år hvis den totale luse-eggproduksjonen skal holdes konstant. Vi vet ikke hvor mye lus det kan produseres uten at villfisken tar skade. De siste årene er det imidlertid kommet flere rapporter om foruroligende høye infeksjoner med lakselus på utvandrende lakse- og ørretsmolt, bl.a. fra Havforskningsinstituttet (HI), Direktoratet for Naturforvaltning (DN) og Norsk Institutt for Naturforskning (NINA). Dette kan bety at grensen på 0,5 voksne hunnlus i gjennomsnitt gir for mye lus totalt, at oppdrettsfiskene generelt har mer lus enn denne offentlige grenseverdien, eller at en liten gruppe fisk med mye lus (for eksempel slaktefisk) påvirker den totale luseproduksjonen sterkt. Heuch & Mo (2002a) beregnet at dersom det finnes en gruppe oppdrettsfisk som i gjennomsnitt har 15 voksne hunnlus hver, og denne gruppen utgjør 3,5 % av det totale antall oppdrettsfisk i modellområdet (se over), så vil det bli produsert mer lus her enn på de resterende 96% (med 0,5 lus i snitt) til sammen.

Hvilke lusetall har vi fra de siste årene?

Statens Dyrehelsetilsyn har siden NH ble igangsatt samlet inn rapporterte lusetall fra oppdretterne. Dessverre har dette materialet flere svakheter. I 1997-1999 oppgav oppdretter et gjennomsnitt for hele anlegget basert på telling i en eller to merder, mens det fra 2000 skulle rapporteres hvor mange lus det fantes per fisk i merden med høyeste lusetall. Det er dermed vanskelig å sammenligne utviklingen i gjennomsnittlig antall lus over tid. Tellingene som rapporteres er som oftest ikke sjekket av distriktsveterinær, ei heller

blir det kontrollert at det er talt på den mest infiserte fisken i anlegget. I den foreløpig siste av NH-rapportene står det at mindre enn 95% av lokalitetene rapporterte lusettall inn til det offentlige, og at mange regioner ligger svært langt under 95% rapportering (NH-resultatrapport 2000). Den nasjonale databasen som er bygget opp for å dokumentere mengden lakselus i norske oppdrettsanlegg er dermed enda ikke pålitelig nok til å slå fast om antallet lakselus per fisk er gått ned i perioden 1998-2002.

Laks som vandrer tilbake fra havet har ofte mange voksne lakselushunner (Johannessen 1975; Berland 1993; Grimnes et al. 2000; Bjørn et al. 2001b). Kilenotregistreringer viser at hjemvendende laks har vesentlig flere fastsittende stadier av lakselus enn før (Grimnes et al. 2000; Bjørn et al. 2001b). Disse må ha infisert fisken i kystsonen. Dette infeksjonsmønsteret er kommet med oppdrett. Det har vært hevdet at 90% av lusene som vill laksesmolt i Finnmark ble utsatt for i år 2000 kom fra innvandrende vill laks (Åsgård et al. 2001). Dette er bygget på en undersøkelse som viste at vill laks i gjennomsnitt hadde 7,75 voksne hunnlus med eggstrenger, mens oppdrettsfisk hadde 0,015. Heuch & Mo (2002b) viste at dette var en feilslutning, fordi man hadde bygget på gale opplysninger om vekt av gytelaksen i Tana, og ikke hadde tatt hensyn til antall oppdrettslaks i Finnmark.

Som nevnt innledningsvis er antallet sjørret og sjørøye forsvinnende lite i forhold til antall oppdrettsfisk. De tilbringer i tillegg vinteren i ferskvann eller brakkevann og mister dermed flesteparten av lusene sine (Schram et al. 1998; Heuch et al. 2002a). Infeksjonen om våren skjer langsomt og gradvis i oppdrettsfjerne områder slik at smittepresset fra sjørret er lavt vår og sommer. For utvandrende laksesmolt utgjør derfor antakelig ikke disse vertene noen trussel. Data fra forskningsprosjekter viser at infisert sjørret i oppdrettsfjerne områder som regel har 2-3 lus i snitt vår-sommer, og 4-8 lus om høsten (Schram et al. 1998; Tingley et al. 1997; Bjørn & Finstad 2002), og for tidlig tilbakevandring er ikke registrert. I oppdrettsområder med intensivt smittepress er ørret og røye sjelden infisert med voksne hunner fordi de oftest vandrer tilbake til ferskvann før hunnene utvikles (Birkeland & Jakobsen 1997; Tully et al. 1999; Bjørn et al. 2001a). I områder og år med moderat infeksjonspress kan fisken få 2-20 voksne hunnlus utover sommeren. Sjørøya er i sjøen bare 1-2 måneder, mens sjøen er som kaldest, slik at mange av lusene ikke rekker å bli voksne før oppvandring i elv.

Smitteveier for villaks, sjørret og sjørøye

Innen et lakseoppdrettsanlegg, eller innen et intensivt oppdrettsområde, finnes en stor ansamling av potensielle verter for lakselus. Dette kan føre til en rask oppbygning av store mengder reproduserende hunnlus, og store mengder av infeksjonsstadiet (copepoditt) i vannmassene (Bjørn et al. 2001a,b; Heuch & Mo 2001; Johnsen 2001). Copepodittene kan i neste omgang smitte både oppdrettet og vill laksefisk. I hvilken grad dette faktisk skjer vil imidlertid være avhengig av en rekke faktorer. Viktigst er antallet lakseluslarver som kommer fra oppdrettsanleggene (og evt. andre kilder), hvordan disse spres med strømmen, hvilken adferd infeksjonsstadiene har, og hvordan naturlige forhold som salinitet og temperatur påvirker overlevelsen og adferden til larvene. Andre sentrale elementer er mottakelighet og atferd hos utvandrende og beitende laksefisk. Mottakeligheten ser imidlertid ut til å være relativt lik hos våre tre arter av laksefisk (Bjørn & Finstad 1998)

Adferden til lakseluslarvene har vi etter hvert fått relativt god kunnskap om (Bron et al. 1993; Heuch et al. 1995; Heuch 1995, Flamarique et al. 2000). Vi vet at de spres med strømmen, at de kan overleve lenge i sprednings og infeksjonsstadiet (Boxaspen & Næss 2000) og dermed spres over store områder, at de er i stand til å posisjonere seg i forhold til lys og salinitet, og at de reagerer aktivt ved kontakt med en potensiell vert (Heuch & Karlsen 1997; Heuch et al. 2002b). Sjørret og sjørøye ser ut til å beite i nær tilknytning til strandsonen, (Lyse et al. 1998; Rikardsen et al. 2000; Knutsen et al. 2001). De aller fleste oppholder seg i kystnære områder, i mange tilfeller også relativt nært utvandringsvassdraget, gjennom hele sjøoppholdet (Berg & Johnson 1990; Finstad & Heggberget 1993; Knutsen et al. 2001). Oppdrettsnæringen utnytter den samme kystsonen, så det er stor sannsynlighet for at copepodittene herfra infiserer lokal sjørret og sjørøye. Laksesmolt ser ut å holde seg svært nær overflaten, (Dutil & Coutu 1988; Levings et al. 1994; Sturlaugson et al. 2000), og raskt følge utgående strøm ut fjordene til kyststrømmen og åpent hav (Holst et al. 2000a; Moore et al. 2000). Mange steder vandrer de ut gjennom fjorder med intensiv oppdrettsaktivitet (f.eks. Sognefjorden), hvor de kan utsettes for sterkt infeksjonspress i denne korte, kritiske perioden (Holst et al. 2001). En langtidsstudie fra fjorder på Vestlandet der det drives intensivt oppdrett viser at laksesmolten har vært utsatt for svært høye infeksjoner i de fleste av årene som er undersøkt (Holst et al. 2001). Fra de store fjordene nordpå har vi imidlertid svært lite informasjon om intensiteten i lakselusinfeksjonene på villfisk. Undersøkelser fra juni/juli 2000, 2001 (og til dels 2002) fra Altafjorden i Finnmark (høy oppdrettsaktivitet) og Malangen (lav oppdrettsaktivitet), viste lav infeksjon på laksesmolten under utvandring (Bjørn et al. 2001b; Bjørn et al. 2002a).

Risikoen for- og konsekvensene av infeksjonen på utvandrende smolt vil avhenge både av intensiteten i pulsen og om den sammenfaller med smoltutvandringen. Resultatene fra Vestlandet tyder på at vi her har en stor grad av sammenfall mellom utvandringsperioden for laksesmolt og produksjon av store mengder infektive lakselusstadier. Det er derfor sannsynligvis en sammenheng mellom oppdrett av laks og lakselus-epizootier på vill laksesmolt på Vestlandet (Holst et al. 2001). Studier av for tidlig tilbakevandret sjørret i ferskvann fra Vestlandet (Birkeland & Jakobsen 1997; Kålås et al. 2000; Kålås & Urdal, 2001), tyder på at også sjørret utsettes for svært høyt infeksjonspress i disse områdene. I Altafjorden kommer infeksjonsøkningen på laksesmolt, sjørret og sjørøye oftest i juli/august (Bjørn et al. 2001b, Bjørn et al. 2002a; Bjørn & Finstad, 2002). Tilsvarende mønster er funnet i på sjørret

og sjørøye i 1993 og 1994 fra Finnmark (Bjørn & Finstad 2002). Det antas at laksemolt da har forlatt fjordsystemet. Imidlertid vil årlige endringer i hydrologiske forhold som vannføring, salinitet og temperatur medføre at sterke infeksjonspulser kan komme tidligere på sesongen og treffe smoltutvandringen av laks også i nordlige fjordsystemer. I tillegg til dette har vi indikasjoner på at laksemolten kan oppholde seg lengre i Nord-Norske fjorder i år med gode næringsforhold (Bjørn et al. 2001b). Siden mesteparten av innvandrende villaks antakelig har vandret opp i Altaelva i juli/august (Heggberget et al. 1993), antar vi at smittebidraget fra disse er lite. Eggstrenger samlet fra kilenotfanget fisk i indre deler av Altafjorden (lav salinitet) og klekket i laboratorium hadde svært lav klekkesuksess (Finstad pers. obs.). Det er derfor lite sannsynlig at lus slipper seg fra villaks før den går opp i elva og bidrar til ny produksjon av lakseluslarver. Med en økende oppdrettsnæring i Finnmark kan lakselus enkelte år derfor også bli et problem for utvandrende laksemolt i de store Finnmarksfjordene.

Del 2 Effekter på ville populasjoner av laksefisk

Fysiologi og patologi ved lakselusinfeksjoner

Gjennom en rekke laboratorieundersøkelser er lakselusas effekt på fiskens fysiologi avdekket, og antallet lakselus som kan forårsake dødelighet hos laksefisk er kalkulert (Grimnes & Jakobsen 1996; Grimnes et al. 1996; Bjørn & Finstad 1997,1998; Finstad et al. 2000). Studiene viser at det er ved de preadulte stadiene at fisken får osmoregulatoriske problemer. Dette er i samsvar med nye undersøkelser fra Canada (Bowers et al. 2000; Mustafa et al. 2000), som viste at eksperimentelt lakselusinfisert laks fikk et høyt kortisol og glukosenivå, nedsatt osmoregulering og et nedsatt ikke-spesifikt immunforsvar når chalimuslarvene utvikler seg til preadulte. Ikke dødelige (subletale) effekter er også blitt avdekket i flere studier (Bjørn & Finstad 1997; Nolan et al. 1999, 2000; Finstad et al. 2000). Dette er en situasjon der lakselusa ikke tar livet av fisken, men nedsetter dens vekst, immunforsvar og dens sjanser til å overleve. Effektene kan være økte kortisolverdier like etter infeksjon med lakseluslarver (Bjørn & Finstad 1997), eller ødelagt hud og gjelleepitel, strukturendringer i kloridcellene og dermed mindre osmoregulatoriske forstyrrelser, ved små mengder voksne lus (Nolan et al. 1999, 2000). Dette påvirker fiskens velferd, og en sekundæreffekt vil være redusert vekst.

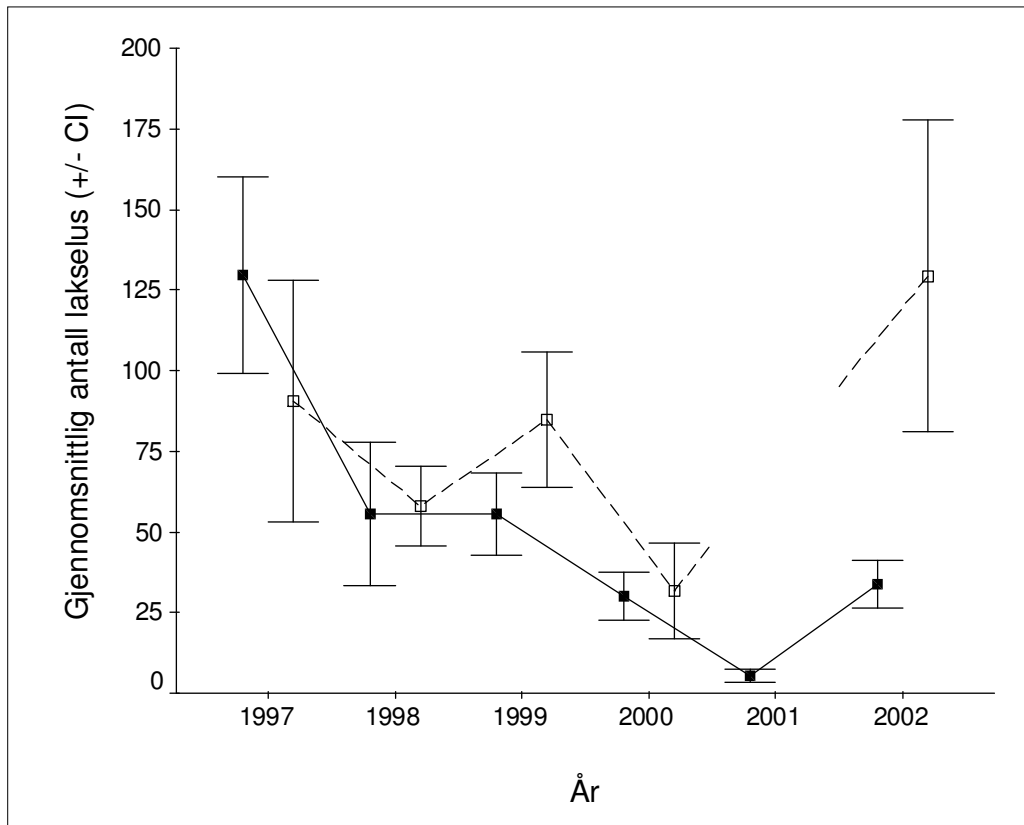
Disse effektene er også blitt funnet i feltundersøkelser. Ved registrering av lakseluspåslag på tilbakevandrende sjørøye i ferskvann ble det funnet en korrelasjon mellom antallet preadulte og adulte lakselus og fiskens plasmaklorid i blod (Finstad pers. obs.). Fisk med det høyeste lakseluspåslaget hadde laveste verdier. Det samme var tilfellet hos sjørørret fanget i ferskvann (Bjørn et al. 2001a). I sjøvann har vi avdekket en korrelasjon mellom antall lus på fisken, økt stressnivå og plasmaklorid i blod (Bjørn et al. 2001a). Holst & Jakobsen (1999) tok lakselusinfisert villsmolt inn i laboratoriet og avluster halparten av fisken. Dødeligheten hos ikke avluster laksemolt inntraff etter at man fikk preadulte stadier på fisken. Det var ca. 10 % dødelighet i den avluster gruppen. Etter ca 30 dager var all laks med mer enn 10 lus død (totalt 76 %) og dødeligheten hadde stoppet. Dette stemmer svært godt med Finstad et al.s (2000) beregninger av antallet lakselus som kan gi dødelighet hos laksemolt. Det er også helt i overensstemmelse med observasjoner fra Norskehavet, der man ikke finner postsmolt med mer enn 10 voksne lus (J.C. Holst, pers. obs.). Smolt med 7-10 lus hadde ikke normal sjøvekst (J.C. Holst, pers. obs.), noe som tyder på at subletale effekter av lus har påvirket fiskens helse. Nye undersøkelser har vist at lakselus kan påvirke reproduksjonen hos sjørøye, redusere antallet reproduktive hunnfisk, forsinke kjønnsmodningen og forårsake redusert fekunditet (Bjørn et al. 2002b).

Det er ikke klart at lakselus har samme virkning på vill og anleggsprodusert laksemolt. Sammenlignende undersøkelser av lakselusas effekt på disse er derfor nødvendig. Dette gjelder også subletale effekter av lus (virkninger på vekst, reproduksjon, immunforsvar/sykdomsmotstand, saltreguleringsevne, predatorunnvikelse osv.). Det foreligger også svært lite data om betydningen av tidlige eksponeringer til ulike vannkvaliteter (eks. surt vann og aluminium) og forurensning på smoltens mottakelighet for lakselusinfeksjoner.

Effekter av lakselus på populasjoner av sjørørret og sjørøye

Ved å estimere andelen av vill fisk som har antatt belastende eller dødelig infeksjon, kan man vurdere konsekvensen av lakselusangrep på ville bestander av laksefisk (Lester 1984). Konkret kombineres kunnskap fra laboratoriestudier av fysiologiske effekter og antatt dødelighetsnivå hos lakselusinfisert smolt (Grimnes & Jakobsen 1996; Grimnes et al. 1996; Bjørn & Finstad 1997; 1998; Finstad et al. 2000; Bjørn et al. 2001a; Holst & Jakobsen 1999) med kunnskap om infeksjonsnivået hos vill fisk (Bjørn et al. 2001a). Mange undersøkelser har vært begrenset til å fange individer av sjørørret som har vandret for tidlig tilbake til ferskvann (sannsynligvis som følge av harde lakselusangrep, Birkeland, 1996; Bjørn et al. 2001a). Fisken reetablerer her sin fysiologiske balanse og avluser seg. Vurdering av konsekvenser av lakselusangrep på basis av slik fisk alene er vanskelig fordi man ikke kan sammenligne med fisk som forblir i saltvann.

En langtidsundersøkelse fra Vik i Vesterålen viser at infeksjonsnivået på bestander av sjørøret og sjørøye kan være dramatisk høyt i områder med intensiv oppdrettsvirksomhet (Bjørn et al. 2001a, **figur 2**). Sjørørreten i Vikbotten var i 1997 infisert med 100-200 luslarver i gjennomsnitt allerede tidlig i juni og juli, individene med høyest infeksjon vandret tilbake til ferskvann, fisk med høye infeksjoner var både stresset og i osmoregulatorisk ubalanse, og det ble antatt at mellom 30-50 % av all smolt i området ville dø eller få store problemer som følge av lakselusangrepet (Bjørn et al. 2001a). Overvåking av andre områder av Norge med mye lakseoppdrett, spesielt Vestlandet (Birkeland & Jakobsen 1997; Kålås et al. 2000; Kålås & Urdal 2001) og Midt-Norge (Heuch et al. 2000; Bjørn et al. 2002a), viser samme tendens: hardt infisert fisk vandrer tilbake til ferskvann med høye lakselusinfeksjoner. Samlet tyder disse resultatene på at dette kan være situasjonen i en rekke oppdrettsintensive områder av landet.



Figur 2. Gjennomsnittlig totalt antall lakselus (abundans) på sjørørret i Vikvassdraget i Vesterålen (stiplede kurve) og i fjorden utenfor vassdraget (Vikbotten, heltrukket kurve).

Langtidseffektene av lakselusinfeksjon på ville bestander av sjørøret og sjørøye er fortsatt usikre, og vi vet ikke om lakselus-epizootier kan regulere størrelsen på ville bestander av disse to artene. Populasjonsdynamikken hos ørret og røye er svært kompleks, for eksempel finnes det oftest både vandrende (anadrom) og ikke-vandrende fisk i samme vassdrag (Jonsson 1985). Reduksjon av bestanden kan derfor skyldes både faktorer i elv og i sjø. Postsmoltveksten er også avhengig av lokale næringsforhold og vandringsmønster, slik at veksten kan variere mye både lokalt innen samme år, og mellom år (Borgstrøm & Skaala 1999). Langtidsstudier av bestandsutvikling burde derfor vektlegges for å kunne vurdere effekten av lus på populasjonsnivå, men slike studier mangler i stor grad (Borgstrøm & Skaala 1999). Dødelighet som følge av lakselus kan i tillegg være additiv (kommer i tillegg til annen dødelighet) eller kompensatorisk (kompenseres av reduksjon i annen dødelighet) (Tompkins & Begon 1999). For å undersøke dette er det blitt benyttet et middel (Substans EX) som beskytter fisken mot lakselusangrep og dette er en god metode for å studere lakselus-effekt på populasjoner. Gjennom flere år er det satt ut individmerket grupper av laks og sjørøret med og uten lakselus-beskyttelse. Resultater fra utsettinger av beskyttet laksesmolt på Agdenes (Sør-Trøndelag) og Daleelva (Hordaland) har vist at i år der infeksjonspresset fra lakselus har vært høyt, har gjenfangstene av beskyttet fisk vært større enn av ubeskyttede fisk (Finstad et al. 1999, 2002).

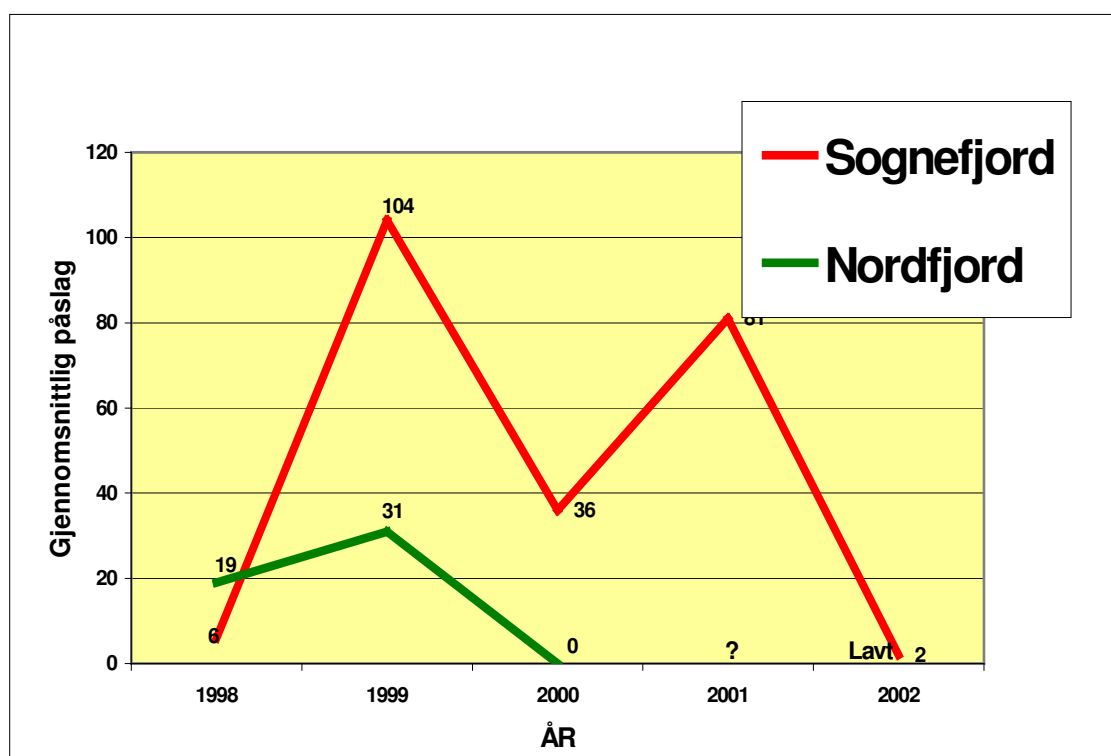
Fra alle overnevnte undersøkelser er det etter hvert betydelige mengder data som viser at nivået av lakselus er faretruende høyt på flere ville bestander av sjørøret og sjørøye, og enkelte av studiene har konkludert med at effekten på populasjonsnivå kan være betydelig. Nye langtids felteksperiment er imidlertid nødvendig for å fastslå om lakselus kan regulere ville bestander av disse to artene, og for å finne ut hvor høyt infeksjonspress ville bestander tåler over tid

Overvåking av luseinfeksjon og dødelighetsestimater på utvandrende postsmolt av laks

Utvandrende vill laks har vært undersøkt for lakselus både direkte ved fangst av fisken og indirekte ved telling av fastsittende lus på utsatt postsmolt i småmerder. Tråling er vesentlig dyrere enn merdforsøk, men beskriver situasjonen for den ville fisken direkte og frembringer bedre grunnlag for estimater av populasjonseffekter av lakselusinfeksjon hos villaks. Med utviklingen av levendefangst-systemet Ocean Fish Lift, OFL (Holst & McDonald 2000) i 1997-1998, fanges nå levende postsmolt av laks uten skjelltap, der den naturlige luseinfeksjonen er intakt. Dette betyr at det kan innhentes pålitelige anslag for luseinfeksjon hos utvandrende postsmolt av laks.

*

Metoden brukes i dag av flere norske organisasjoner og institutter i USA, Canada og Irland. Generelt viser trålforsøkene at luseinfeksjon på utvandrende postsmolt av laks varierer mye fra år til år og mellom fjorder (**figur 3**). Det er observert variasjon fra 0 til over 100 lus i gjennomsnitt per fisk mellom fjorder og år, noe som gir estimater fra 0% til over 90% dødelighet (Holst & Jakobsen 1999; Holst et al., 2001). Utplassering av postsmolt i merder langs postsmoltens utvandningsveier er blitt gjennomført årlig i ulike fjorder siden 2000. Metoden har vist seg effektiv for å gi et relativt inntrykk av lusemengden der merdene står utplassert, men det er ikke enda blitt gjennomført systematisk interkalibrering av "trålforsøk" og "merdforsøk". Tråling og utsetting av postsmolt i merder er de to metodene vi har i dag for å undersøke luspåslag på utvandrende vill postsmolt av laks. Metodene, i kombinasjon eller hver for seg, er derfor viktige redskap for å evaluere lus som dødelighetsfaktor for norsk villaks. De vil også kunne være viktige redskap ved en eventuell geografisk evaluering av de grenseverdier for luseinfeksjon i oppdrett som er gitt av SDT.



Figur 3. Gjennomsnittlig abundans av lakselus på utvandrende postsmolt av laks i Sognefjorden og Nordfjord i perioden 1998-2002. Data mangler for Nordfjord i 2001.

Del 3. Effekt av tiltak og naturlige svingninger

Hva viser tilgjengelige data om effekt av tiltak mot lus

Tiltak mot lakselus betyr reduksjon i luseproduksjonen på oppdrettet laksefisk i Norge. En lang rekke tiltak har vært forsøkt for å redusere antall lus i anleggene. Blant de viktigste er utviklingen av leppefisk som avlusningsmetode, generelt bedre avlusningsmidler og bruk av koordinerte regionale avlusninger. Ut fra SDTs tall og andre data (Koren 2001) er det grunn til å tro at antall lus *per fisk* er gått ned de siste årene. Det er imidlertid ikke vist at det *totale* antall eggproduserende lus er redusert. Forbindelsen mellom intensitet i luseinfeksjonene på villfisk og reduksjon av antall lus per oppdrettsfisk er imidlertid meget kompleks, og påvirkes av bl.a. lusebestanden på rømt oppdrettsfisk (som ikke nås av NH), mindre grupper oppdrettsfisk som har mange voksne hunnlus

(Heuch & Mo 2002a), og miljøfaktorer som salinitet, temperatur og strømforhold. Fangst av rømt oppdrettsfisk i større antall uten at rømming er rapportert tyder på at offisielle rømmingstall er for lave. Heuch & Mo (2001) beregnet at 1,5 millioner rømte fisk med gjennomsnittlig 10 voksne hunner oppholder seg langs kysten sør for Troms. Som vist kan denne populasjonen bli så stor relativt til andre kilder at effekten av reduksjon av lusenivå på oppdrettsfisk er vanskelig å se. I den grad det har vært en nedgang i den totale luseproduksjonen, må effekten av nedgangen måles på vill laksefisk, jfr. målet om at lus fra oppdrett ikke skal skade vill laksefisk (Miljømål for norsk havbruk).

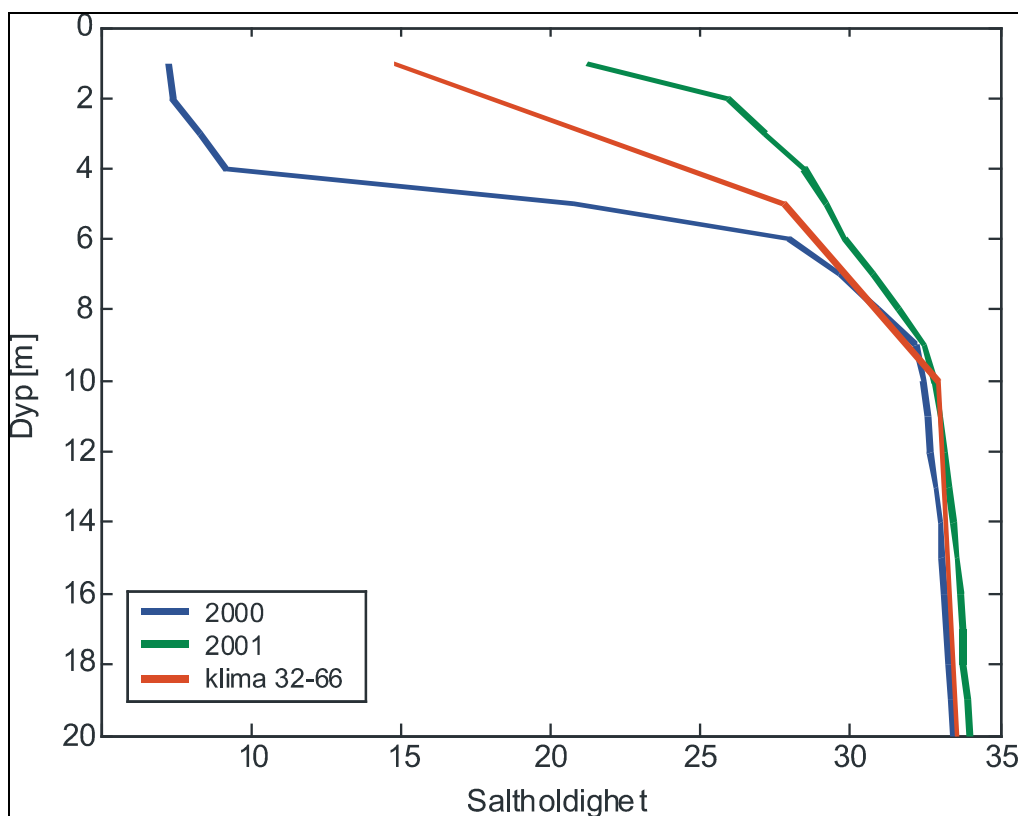
For di klimatiske og hydrografiske forhold har stor betydning for infeksjon med lus på postsmolt, trengs lange tidsserier fra samme geografiske system for å bekrefte trender. En nedadgående trend ville være rimelig nå som lave lusetall rapporteres fra oppdrettsanleggene i fjordene som er undersøkt. De beste og lengste tidsseriene med trålundersøkelser etter laksesmolt er for Sognefjorden (oppdrettsekspontert) for perioden 1998-2002 (**figur 2**) og for Trondheimsfjorden (uekspontert) i perioden 1992-2002 (Finstad et al. 2000; Bjørn et al. 2002a). Det kan synes som det er en nedadgående trend i luspåslag i materialet fra Sognefjorden, men det er for tidlig å si om det lave påslaget her i 2002 er et enkeltstående tilfelle eller representerer et nytt og lavere nivå enn tidligere. I Trondheimsfjorden var infeksjonen på utvandrende laksesmolt høyere i 2001 enn i 2000, og høyere infeksjoner har kun tidligere blitt observert i 1992 og i 1998 (Finstad et al. 2000). Infeksjonen var imidlertid ikke høy i forhold til de nivåene som man finne for eksempel i Sognefjorden, men en liten del av smolten hadde infeksjonsnivåer i enkelte soner og uker som vi antar kan redusere prestasjonene deres (Wagner et al. 2003). Det er ikke oppdrett i selve fjorden, så forskjellen i infeksjonsnivå i forhold til Vestlandsfjordene kan skyldes mindre oppdrettsaktivitet, og i så måte være en parallell til forbindelsen mellom lakselus på vill sjøørret og grad av oppdrettsekspontering (Bjørn et al. 2001b). Når det gjelder sjøørret og sjørøye har vi langtidsserier for prematur tilbakevandret sjøørret fra en rekke vassdrag fra Vestlandet (f.eks. Kålås & Urdal 2001), samt langtidsserier i sjø og ferskvann fra Hitra (Trøndelag), Vikbotten (Nordland, **figur 2**), Løksebotten (Troms) og Altafjorden (Finnmark). Resultatene fra Vestlandet tyder på en forbedring, men at infeksjonsnivået fortsatt er for høyt (Kålås pers. med.). I Midt- og Nord-Norge er det ingen entydig forbedring, og i 2002 var det mer lus på sjøørret og sjørøye enn på lenge (**figur 2**, P.A. Bjørn pers. obs.).

Resultatene fra trålforsøkene er blitt kritisert på fordi man har ment at det tråles over for kort periode, det fanges bare lusebefengt fisk (den friske stikker av), og fordi det tråles bare i overflaten, der den "syke" fisken går. Generelt er det meste av kritikken imøtekommet ved å forlenge trålperiodene, ved tråling i ulike dyp som viser at postsmolten er knyttet til overflaten og ved at det i flere fjorder er tatt store fangster uten luspåslag. Estimaten som legges frem for infeksjon på utvandrende fisk regnes derfor som pålitelige minimumsanslag. Ørret-undersøkelsene fra Vestlandet kan kritiseres fordi man kun fanger på den delen av bestanden som er sterkest infisert, mens undersøkelsene fra midt og Nord-Norge kan kritiseres for at de omfatter for få vassdrag. Estimaten som legges frem for infeksjon på sjøørret og sjørøye, spesielt der man har fanget fisk i både sjø og ferskvann, skulle imidlertid gi akseptable trender for de undersøkte systemene.

Det fysiske miljøet påvirker luseinfeksjonen av utvandrende postsmolt

Lakseluscopepodittene har en pelagisk fase på opptil en måned (ved 8°C) fra de klekkes til de må finne en vert. I løpet av denne perioden er de i stor grad avhengig av miljøet, dvs. de hydrografiske forholdene og forflytningen av vannmassene. Copepodittenes utviklingshastighet er i stor grad styrt av temperatur. Det er vist at de kan være infektive fra ca 2 til 4 uker ved relevante vårtemperaturer (K. Boxaspen, pers. med.). Forflyttingspotensialet vil dermed være meget stort, selv om de høyeste konsentrasjonene oftest finnes i nærheten av utslippskilden (Tully et al. 1999; Bjørn et al. 2000, 2001a,b). Sirkulasjonen i og forflytningen av vannmassene i fjordene bestemmer i stor grad den passive transport og spredning av lakseluscopepodittene. Dette betyr at lokal vannforflytning i en fjord kan føre til områder med fortetting og områder med fortykning av lakseluspopulasjonen. Det er mange samtidige drivkrefter og begrensninger for sirkulasjonen, og totalbildet er nokså komplisert. Med vanlige strømhastigheter i fjordområdene på Vestlandet kan en lakseluscopepoditt forflyttes fra null til flere hundre kilometer mens den er pelagisk, avhengig av de rådende forhold (særlig vind).

I tillegg er vannets saltholdighet viktig for copepodittenes atferd ettersom de unngår vann med saltholdighet lavere enn ca. 20 ‰ (Heuch 1995). Dette medfører at i sesonger med relativt høy ferskvannstilførsel til fjordene (mye snø i fjellet etter vinteren, mild og tidlig vår) vil en kunne ha et dypere og ferskere overflate brakkvannslag uten særlig mye lakseluscopepoditter (**figur 4**). Trålforsøkene som er gjennomført bekrefter at ferskvannslaget har en "beskyttende" effekt på utvandrende fisk. De fysiske forhold i fjordsystemene er et kompliserende element i forhold til å vurdere effekten på villaksbestandene av de tiltak som er satt av oppdrettsnæringen for å redusere mengden lus i anleggene og i forhold til å evaluere grenseverdiene for lus satt av SDT.



Figur 4. Variasjon i saltholdighet i Nordfjord. I år 2000 var det ekstremt lav saltholdighet (mye ferskvann) mens det i 2001 var ekstremt høy (lite ferskvann) saltholdighet i forhold til normalen (1932-1966).

Del 4 Veien videre

Realisme i vurderingen av situasjonen

Handlingsplanens mål er å redusere skadevirkningene av lus på oppdretts- og villfisk til et minimum. Men hva er et minimum? Oppdrettsfisken har nå så lite lus i snitt at den neppe lider skade. Villaks, sjørrret og sjørøye, derimot, ser stedvis ut til å kunne dø som en direkte følge av luseinfeksjon. Det er viktig å huske på at lusene fra oppdrettsnæringen kommer *i tillegg* til den naturlige infeksjon. Heuch & Mo (2001) beregnet at dersom vill laksefisk tålte dobbelt så mye lus som den hadde naturlig, burde den nasjonale grense for tillatt antall voksne hunnlus være 0,05 i 1999. Luseproduksjonen dersom alle oppdrettsfisk hadde 0,5 lus i snitt (i 1999) ble beregnet til å være 43 ganger dette nivået. Samtidig viser tålestudier fra laboratorium (Bjørn & Finstad 1997; Finstad et al. 2000) og feltarbeid (Holst & Jakobsen 1999; Bjørn et al. 2001a) at en laksesmolt som regel dør ved mer enn ca. 10 voksne lus, og at sub-letale effekter antakelig inntreffer på adskillig lavere nivå enn dette. Infeksjonsintensiteten på sjørrret i oppdrettsfjerne områder er meget sjelden så høy (Schram et al. 1998, Bjørn et al. 2001a). Et grunnleggende problem er at vi ikke vet hvor mye lus bestandene kan tåle over tid. Sannsynligvis må infeksjonsintensiteten senkes til godt under 10 lus per fisk både på utvandrende postsmolt av laks og på sjørrret dersom målet om "ingen negativ effekt" kan sies å være nådd.

Med lakseoppdrett på den skala som vi har i dag, og fortsatt vekst, er det derfor sannsynlig at dødelighet i ville stammer av laksefisk som en følge av lus fortsatt vil forekomme.

Registrering av lakselus

Som vist over er SDTs innsamling av lusetall ikke tilfredsstillende som datagrunnlag for å bedømme effekten av næringens tiltak. Den nye dataregistreringen via Havbruksdata AS skjuler viktige rådata som for eksempel hvilke fisk det er talt på, og styrer dataflyten utenom helsetjeneste og distriksveterinær som skal kontrollere tallene. Her er det stort behov for forbedring av registreringsrutiner, skjemaer og samarbeid mellom Fiskeridirektoratet, SDT og Havbruksdata. Det ville vært ønskelig med data av bedre kvalitet fra flere anlegg, gjerne fra utvalgte områder. En slik registrering kunne gjøres av et tellekorps som ikke hadde interesser i saken. Slike tellinger ville både vært nyttige i epidemiologisk arbeid, men også for å anslå feilmargen i andre tellinger som blir gjort av oppdrettere. Dette vil være viktig for å beregne "dosen" lakselus som er i miljøet.

Infeksjonsnivået på vill laksefisk er en av de viktigste resultatindikatorer på om NH er vellykket, m.a.o. "responsen". Det er et sterkt behov for fortsatt å overvåke og modellere dose-respons effektene av NH slik at vi kan legge oss på et riktig behandlingsnivå. I perioden 1997-2002 har infeksjonsnivået på vill fisk stort sett blitt finansiert av DN og av forskjellige forskningsprosjekter. Overvåkingen bør styrkes slik at vi får gode nok data på sjøørret, sjørøye og laks over et stort nok geografisk område til at effekten av tiltakene kan evalueres. Her er det viktig å fortsette i de systemene der vi allerede har langtidsdata, og inkludere innvandrende laks og rømt oppdrettslaks. Det er essensielt at smolttrålingene etter utvandrende laksemolt fortsetter.

Grønseverdiene for lus er satt lavere om våren enn om sommeren for å skjerme utvandrende smolt. Sjøørret og sjørøye, som utnytter kystnære områder hele sommeren og høsten, får derfor ofte en spesielt høy samlet infeksjonsbelastning. Konsekvensene av dette kan være alvorlige for ungfisk av sjøørret og sjørøye som gjerne er lenge i sjøen utover høsten (Bjørn et al. 2001a, 2002a).

Kunnskapsbehov

Vi trenger derfor en ny måte å vurdere luseproblemet på. Den bør baseres på kunnskap om hva miljøet totalt og det enkelte system tåler. Mens én fjord antakelig kan ha en stor oppdrettsnæring uten at lokale ville laksefisk får luseskader, kan en annen fjord miste sin laks- og/eller sjøørretbestand ved samme luseproduksjon. Forskning har også vist at nærliggende lokaliteter kan ha vidt forskjellige infeksjonsnivåer (Stene 1994; Bjørn et al. 2001b; Johnsen 2002). Dette betyr at høye infeksjoner flere steder kunne vært unngått dersom anlegget var blitt lagt på en bedre lokalitet. Den komplekse forbindelsen mellom parasitter, verter og miljø krever at faktopplysninger integreres på en slik måte at vi kan skjønne hva som er viktig. De største instituttene som forsker på lakselus i Norge har derfor gått sammen om å samle inn miljødata og data om alle vertsfiskgrupper i to av våre fjorder, og lage en modell for luseproduksjonen og effekt på villfisk der. En slik modell vil kunne tilpasses andre områder, og brukes i en vitenskapelig fundert forvaltning av våre kystområder. Det vi trenger er helhetlige vurderinger i prioriterte områder, og her må midlene være så store at vi kan samle inn alt av nødvendige data. Dette må komme i tillegg til nasjonal overvåkning langs hele kysten.

Det er også viktig å komme frem til nye og mer effektive metoder for å forebygge (f.eks. vaksine eller mer motstandsdyktig laks) og behandle lakselus på oppdrettsfisken. Nye metoder kan kanskje gjøre at man kan redusere lakselusantallet betydelig på oppdrettsfisken. Her er det viktig å sette inn tilstrekkelig med ressurser til langsiktig forskning for gevinsten kan være stor. Den beste måten å unngå problem med lakselus overfor villfisk er å fjerne lakselusa fra oppdrettsfisken.

Referanser

- Berg O.K. & Jonsson B. 1990. Growth and survival rates of the anadromous trout, *Salmo trutta*, from the Vardnes River northern Norway. *Environmental Biology of Fishes* 29, 145-154.
- Berland B. 1993. Salmon lice on wild salmon (*Salmo salar* L.) in western Norway. - pp 179-197 in Boxshall, G.A. & Defaye, D. eds. *Pathogens of wild and farmed fish: sea lice*. Ellis Horwood. London.
- Birkeland, K. 1996. Consequences of premature return by sea trout (*Salmo trutta*) infested with the salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis* Krøyer): migration, growth, and mortality. - *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53: 2808-2813.
- Birkeland, K & Jakobsen, P. 1997. Salmon lice, *Lepeophtheirus salmonis*, infestation as a causal agent of premature return to rivers and estuaries by sea trout, *Salmo trutta*, juveniles. - *Environ. Biol. Fish.* 49: 129-137.
- Bjørn P.A. & Finstad B. 1997. The physiological effects of salmon lice infection on sea trout post smolt: - *Nordic J. Freshw. Res.* 73: 60-72.
- Bjørn, P.A. & Finstad, B. 1998. The development of salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*) on artificially infested post smolts of sea trout (*Salmo trutta*). - *Can. J. Zool.* 76: 970-977.
- Bjørn P.A., Kristoffersen R. & Finstad B. 2000. Lakselus på vill sjøørret og sjørøye i Troms sommeren 1999. - Rapport til Fiskehelse og Miljøgruppa i Troms, Fiskeridirektoratet, region Troms, 34 s.
- Bjørn, P.A. Finstad, B. & Kristoffersen, R. 2001a. Salmon lice infection of wild sea trout and Arctic char in marine and freshwaters: the effects of salmon farms. - *Aquacult. Res.* 32: 947-962.

- Bjørn, P.A. Finstad, B. & Kristoffersen, R. 2001b. Registreringer av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye i 2000. NINA Oppdragsmelding 698: 1-40.
- 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 J. Marine Science. 59: 1-9.
- Bjørn, P.A. Finstad, B. & Kristoffersen, R. 2002a. Registreringer av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye i 2001. NINA Oppdragsmelding 737: 1-33.
- Bjørn, P.A. Tveiten, H. Johnsen, H.K. Finstad, B. & McKinely, R.S. 2002b. Salmon lice and stress. Effects on reproductive performance in Arctic charr. Poster to AquaNet II conference, September 14-17, 2002, Delta Beauséjour, Moncton, New Brunswick, Canada.
- Borgstrøm, R. & Skaala, Ø. 1999. Betydninga av lange tidsserier i forvaltningsrelatert havbruksforskning: Sjøaure i Hardangerfjorden - Årlege svingingar i antal og vekst hos parr og vekst hos postsmolt. Fisken og Havet 11, 1-25. Bergen: Havforskningsinstituttet.
- Bowers, J.M. Mustafa, A. Speare, D.J. Conboy, G.A. Brimacombe, M. Sims, D.E. & Burka, J.F. 2000. The physiological response of Atlantic salmon, *Salmo salar*, to a single experimental challenge with sea lice, *Lepeophtheirus salmonis*. J. Fish. Dis. 23: 165-172.
- Boxaspen, K. & Næss, T. 2000. Development of eggs and planktonic stages of salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*) at low temperatures. Contributions to Zoology, 69, 51-55.
- Bron, J. Sommerville, C. & Rae, G. 1993. Aspects of the behaviour of the copepodite larva of the salmon louse *Lepeophtheirus salmonis* (Krøyer, 1837). In: *Pathogens of wild and farmed fish: Sea lice* (ed. by G.A.Boxshall & D.Defaye), pp. 125-140. Chichester: Ellis & Horwood Ltd.
- Dutil, J.-D. & Coutu, J.-M. 1988. Early marine life of the Atlantic salmon, *Salmo salar*, postsmolts in the northern Gulf of St. Lawrence. Fishery Bulletin 86, 197-212
- Finstad, B. & Heggberget, T.G. 1993. Migration, growth and survival of wild and hatchery-reared anadromous Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in Finnmark, northern Norway, J. Fish. Biol. 43: 303-312.
- Finstad, B., Martinsen, B., Alexandersen, S., Jakobsen, P.J., Kroglund, F., Maroni, K., Sægvog, H. og Raddum, G. 1999. Framdriftsrapport-lakselus og sur nedbør som populasjonsregulerende faktor hos atlantisk laks og sjøørret. Utsettinger av lakselusbeskyttet smolt. Framdriftsrapport til Direktoratet for Naturforvaltning.
- Finstad B. Bjørn P.A. Grimnes A. & Hvidsten N.A. 2000. Laboratory and field investigations of salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis* Krøyer) infestation on Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) postsmolts. – Aquacult. Res. 31: 1-9.
- Finstad et al., 2002. Lakselus og sur nedbør som populasjonsregulerende faktor hos atlantisk laks og sjøørret. NINA Oppdragsmelding XX: 1-xx (til trykking).
- Flamarique, I. N. Browman, H. I. Bélanger, M. & Boxaspen, K. 2000. Ontogenetic changes in visual sensitivity of the parasitic salmon louse *Lepeophtheirus salmonis*. Journal of experimental Biology, 203, 1649-1657.
- Grimnes, A. Finstad, B. & Bjørn, P.A. 1996. Økologiske og fysiologiske konsekvenser av lakselus på laksefisk i fjordsystem. NINA Oppdragsmelding 381: 1-37.
- Grimnes A. and Jakobsen P. 1996. The physiological effects of salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis* Krøyer) infection on post smolt of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Journal of Fish Biology 48, 1179-1194.
- Grimnes, A. Finstad, B. & Bjørn, P.A. 2000. Registreringer av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye i 1998. - NINA Oppdragsmelding 634: 1-33
- Heggberget, T. G., Økland, F & Ugedal, O. 1993. Distribution and migratory behaviour of wild and farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) during return migration. Aquaculture 118: 73-83.
- Heuch, P. A. 1995. Experimental evidence for aggregation of salmon louse copepodids, *Lepeophtheirus salmonis*, in step salinity gradients. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 75, 927-939.
- Heuch, P. A. Parsons, A. & Boxaspen, K. 1995. Diel vertical migration: a possible host-finding mechanism in salmon louse (*Lepeophtheirus salmonis*) copepodids? Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 52, 681-689.
- Heuch, P. A. & Karlsen, H. E. 1997. Detection of infrasonic water oscillations by copepodids of *Lepeophtheirus salmonis* (Copepoda: Caligida). Journal of Plankton Research, 19, 735-747.
- Heuch, P. A. Finstad, B. & Bjørn, P. A. 2000. Sluttrapport for prosjekt 123.738/122 Lakselus-produksjon på oppdrettslaks og fritt-svømmende laksefisk, og skadevirkninger på lokale sjøørretbestander. Del 1: Hovedrapport. Pp. 1-37. Veterinærinstituttet, Oslo.
- 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.
- Heuch, P.A. & Mo, T. A. 2002a. Produksjon av lakselus i oppdrett: liten tue kan velte stort lass. Norsk Fiskeoppdrett 7: 42-44
- Heuch, P.A. & Mo, T. A. 2002b. Flere laks gir flere lus. Norsk Fiskeoppdrett 5: 38-40
- Heuch, P. A. Knutsen, J. A. Knutsen, H. & Schram, T. A. 2002a. Salinity and temperature effects on sea lice (*Lepeophtheirus salmonis* and *Caligus elongatus*) over-wintering on sea trout (*Salmo trutta*) in coastal areas of the Skagerrak. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 82, 887-892
- Heuch, P.A. Doall, M.H. & Yen, J. 2002b. Lakselusas infeksjonsreaksjon. Abstract, Program møte Havbruk og Villaks, Tromsø.

- Holst, J.C. & Jakobsen, P.J. 1999. Lakselus knekker vestlandslaksen. *Norsk Fiskeoppdrett* 16: 38-39.
- Holst, J.C. & McDonald, A. 2000. FISH-LIFT: a device for sampling live fish with trawls. *Fish. Res.* 48: 87-91.
- Holst, J. C. Shelton, M. Holm, M. and Hansen, L. P. 2000a. Distribution and possible migration routes of post-smolt Atlantic salmon in the North-east Atlantic. In *The ocean life of Atlantic salmon: Environmental and biological factors influencing survival* (ed. by D. Mills). pp 65-74. Fishing News Books, Blackwell Science.
- Holst, J.C. Jakobsen, P. Nilsen, F. & Holm, M. 2000b. Lakselusen dreper villaksen. Tiltak på vei. Havbruksrapporten, HI.
- Holst, J.C. Jakobsen, P. Nilsen, F. Holm, M. & Asplin, L. 2001. Lakselusen dreper villaksen. Kan vi spore effekter av tiltakene så langt ? - Havbruksrapport, HI.
- Jakobsen, P.J. Finstad, B. & Heuch, P.A. 1999. Lakselus - årsaker til økte forekomster og mulige konsekvenser for villfisk. Appendix 6 i *Til Laks åt alle kan ingen gjera? Om årsaker til nedgangen i de norske villaksbestandene og forslag til strategier og tiltak for å bedre situasjonen* (red. G. F. Rieber-Mohn), pp. 208-215. Oslo: Norges Offentlige Utredninger.
- Johannessen, A. 1975. Lakselus, *Lepeophtheirus salmonis* Krøyer (Copepoda, Caligidae). Frittlevende stadier, vekst og infeksjon på laks (*Salmo salar* L.) fra oppdrettsanlegg og kommersielle fangster i vestnorske farvann 1973-1974. Cand. Real. oppgave, Universitetet i Bergen, 113s.
- Johnsen, M. 2001. Population dynamics of the two sea lice species *Lepeophtheirus salmonis* (Krøyer, 1837) and *Caligus elongatus* (von Nordmann, 1832) on farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and wild sea trout (*Salmo trutta* L.) in northern Norway, and possible ways of salmon lice transmission. Cand. Scient. oppgave, Universitetet i Tromsø, 52s.
- Jonsson, B. 1985. Life history patterns of freshwater resident and sea-run migrant brown trout in Norway. *Transactions of the American Fisheries Society*, 114, 182-194.
- Kabata, Z. 1979. *Parasitic copepoda of British fishes*. 468 pp. The Ray Society, London, U.K.
- Koren, C. 2001. Lus på oppdrettsfisk fra området Lofoten til Vest-Finnmark 1998-2000. Rapport til Fiskehelse og Miljøgruppa i Troms. Fiskehelse Nord AS, Tromsø. 19s.
- Knutsen, J. A., Knutsen, H., Gjøsæter, J. & Jonnson, B. 2001. Feeding of anadromous brown trout at sea. *Journal of Fish Biology* 59: 533-543.
- Kålås, S. Birkeland, K. & Elnan, S. 2000. Overvaking av lakselusinfeksjonar på tilbakevandrande sjøaure i Roga-land og Hordaland sommaren 1999. - Rådgivende biologer AS. Rapport nr. 430: 1-37.
- Kålås, S. & Urdal, K. 2001. Overvaking av lakselusinfeksjonar på tilbakevandrande sjøaure i Rogaland, Hordaland og Sogn & Fjordane sommaren 2000. - Rådgivende biologer AS. Rapport nr. 483: 1-44.
- Lester, R. J. G. 1984 A review of methods for estimating mortality due to parasites in wild fish populations. *Helgolander Meeresuntersuchen* 37, 53-64.
- Levings, C. D. Hvidsten, N. A. and Johnson, B. O. 1994. Feeding of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) postsmolts in a fjord in central Norway. *Canadian Journal of Zoology* 72, 834-839.
- Lyse, A. A. Stefansson, S. O. and Fernø, A. 1998 Behaviour and diet of sea trout post-smolts in a Norwegian fjord system. *Journal of Fish Biology* 52, 923-936.
- Moore, A. Lacroix, G.L. & Sturlaugsson, J. 2000. Tracking Atlantic salmon post-smolts in the sea. In *The ocean life of Atlantic salmon - environmental and biological factors influencing survival* (Mills, D. Ed.). pp. 49-64. Oxford: Fishing News Books.
- Mustafa, A. MacWilliams, C. Fernandez, N. Matchett, K. Conboy, G.A. & Burka, J. F. 2000. Effects of sea lice (*Lepeophtheirus salmonis* Krøyer, 1837) infestation on macrophage function in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Fish. Shellfish. Imm.* 10: 47-59.
- Nolan, D.T. Reilly, P. & Wendelaar Bonga S.E. 1999. Infection with low numbers of the sea louse *Lepeophtheirus salmonis* induces stress-related effects in postsmolt Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 56: 947-959.
- Nolan, D. T. Ruane, N. M. Y van der Heijden, Quabius, E. S, Costelloe, J & Wendelaar Bonga, S. E. 2000. Juvenile *Lepeophtheirus salmonis* (Krøyer) affect the skin and gills of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) and the host response to a handling procedure. *Aquacult. Res.* 31: 823-835.
- Pike A.W. & Wadsworth S.L. 1999. Sealice on Salmonids: Their Biology and Control. - *Advances in Parasitology* 44: 233-337.
- Rikardsen, A.H. Amundsen, P.-A. Bjørn, P.A. & Johansen, M. 2000. Comparison of growth, diet and food consumption of sea-run and lake-dwelling Arctic charr. *Journal of Fish Biology* 57, 1172-1188.
- Schram, T.A. Knutsen, J.A. Heuch, P.A. & Mo, T.A. 1998. Seasonal occurrence of *Lepeophtheirus salmonis* and *Caligus elongatus* (Copepoda: Caligidae) on sea trout (*Salmo trutta*), off southern Norway. *ICES Journal of Marine Science*, 55, 163-175.
- Stene, A. 1994. Sykdomsforebyggende tiltak ved oppdrett av laks i sjøen. Sluttrapport NFR-prosjekt 1401-753.003, Fiskerisjefen i Møre og Romsdal, Ålesund.
- Sturlaugson, J. 2000 The food and feeding of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) during feeding and spawning migrations in Icelandic coastal waters. In: *The ocean life of Atlantic salmon – environmental and biological factors influencing survival* (ed. by D. Mills). pp 193-209. Fishing News Books, Oxford.
- Tingley, G.A. Ives, M.J. & Russel, I.C. 1997. The occurrence of lice on sea trout (*Salmo trutta* L.) captured in the sea off the East Anglian coast of England. - *ICES J. Marine Sci.* 54: 1120-1128.
- Tompkins, D. M. & Begon, M. 1999. Parasites can regulate wildlife populations. *Parasitology Today* 15 (8), 311-313.
- Tully, O. Gargan, P, Pool, W.R. & Whelan, K.F. 1999. Spatial and temporal variation in the infestation of sea trout (*Salmo trutta* L.) by the caligid copepod *Lepeophtheirus salmonis* (Krøyer) in relation to sources of infection in Ireland. - *Parasitology* 119: 41-51.

- Wagner, G. N. McKinley, R.S. Bjørn, P.A. & Finstad, B. 2003. Physiological impact of sea lice on swimming performance of Atlantic salmon (*Salmo salar*). J. Fish. Biol. 62: 1000-1009.
- Åsgård, T. Brunsvik, P. & Berge, G.M. 2001. Lus på laks i Finnmark i år 2000. Rapport fra prosjektet Interaksjon oppdrettslaks-villaks i Finnmark. Ås: Akvaforsk-rapport 10/01.

NINA Oppdragsmelding 789

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-1399-0

NINA Hovedkontor
Tungasletta 2
7485 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 73 80 14 01
<http://www.nina.no>