

Registrering av lakselus på laks, sjørret og sjøøyre i 2001

B. Finnstad
P.A. Bjørn
R. Kristoffersen

NINA oppdragsmelding 737



NINA Norsk institutt for naturforskning

Registreringer av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye i 2001

Bengt Finstad
Pål Arne Bjørn
Roar Kristoffersen.

NINA•NIKUs publikasjoner

NINA•NIKU utgir følgende faste publikasjoner:

NINA Fagrapport

NIKU Fagrapport

Her publiseres resultater av NINA og NIKUs 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

NIKU Oppdragsmelding

Dette er det minimum av rapportering som NINA og NIKU 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 overvåkningsprogrammer, o.a.

Opplaget er begrenset. (Normalt 50-100)

NINA•NIKU 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 NINA og NIKUs 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- og NIKU-ansatte sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler, gjennom populærfaglige tidsskrifter og aviser.

Bjørn, P.A., Finstad, B. & Kristoffersen, R. 2002. Registreringer av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye i 2001. – NINA Oppdragsmelding 737: 1-33.

Trondheim, mai 2002

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-1309-5

Forvaltningsområde:

Naturovervåking

Environmental monitoring

Rettighetshaver ©:

NINA•NIKU

Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:

Torbjørn Forseth

Design og layout:

Synnøve Vanvik

Sats: NINA•NIKU

Kopiering: Norservice

Opplag: 200

Kontaktadresse:

NINA•NIKU

Tungasletta 2

N-7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefax: 73 80 14 01

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 13305 Lakselus

Ansvarlig signatur:

Oppdragsgiver:

Direktoratet for naturforvaltning

Referat

Bjørn, P.A., Finstad, B. & Kristoffersen, R. 2002. Registreringer av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye i 2001. – NINA Oppdragsmelding 737: 1-33.

Årets undersøkelse dekket en rekke sjøørret- og sjørøye-vassdrag over et stort geografisk område og med varierende oppdrettsaktivitet. Det var en tendens til at det sørligste vassdraget ble infisert tidligere i forhold til de nordlige, og også at intensiteten og konsekvensene var av høyere omfang der. Imidlertid økte infeksjonspresset fra slutten av juni og til midten av august i det aller nordligste vassdraget. I det sørligste vassdraget var lakselusangrepet også i 2001 av et slikt omfang at lakselus fortsatt må sees på som en trussel mot lokale bestander av sjøørret. Resultatene fra det nordligste vassdraget tyder også på at infeksjonstrykket lokalt kan være for høyt på sjøørret og sjørøye Nord-Norge. Generelt er imidlertid situasjonen for Nord-Norge oppløftende. Langtidsundersøkelsene fra Vikvassdraget i Nordland og Løksebotnen i Troms viser lave nivåer i forhold til tidligere år.

Under smoltutvandringen til laks sommeren 2001 var infeksjonspresset også lavt både i Malangen og i Altafjorden. Parallell innsamlinger av vill sjøørret og sjørøye fra littoralsonen i Altafjorden og i Løksebotnen, viste også at infeksjonspresset på sjøørret var lavt på disse lokalitetene i denne perioden. Risikoen for- og konsekvensene av lakselusinfeksjon på utvandrende laksesmolt i nordlige områder, vil avhenge både av intensiteten i pulsen og om den sammenfaller («match-mismatch») med smoltutvandringen. Lakselus kan derfor potensielt være et problem også for utvandrende laksesmolt i nordlige fjordområder. Dataene fra 2000 og 2001 indikerer imidlertid at smolt fra Nord-Norge kan være mindre utsatt enn lengre sør. Økningen i infeksjonstrykket kommer ofte ikke før i juli/august, og man antar da at smolten har forlatt fjordområdene. Imidlertid indikerer våre data også at smolten fra Altaelva kan beite adskillig lengre i fjorden enn tidligere antatt ut fra studier i sør-Norske laksefjorder. Dette kan i så fall øke risikoen for infeksjon. Årets undersøkelse fra Trondheimsfjorden viste at infeksjonspresset var høyt i forhold til tidligere år. I enkelte uker og soner var infeksjonen så høy at både en sannsynlig redusjon i fiskens prestasjon (f.eks svømmeevne) og direkte dødlighet kan ha forekommet. Disse observasjonene faller også sammen med en relativt høy lakselusinfeksjon hos vill sjøørret på Hitra, og indikerer et generelt høyt infeksjonspress i området våren 2001.

Undersøkelsene bør derfor videreføres for i) å fange opp variasjonen mellom år, ii) med større sikkerhet vurdere effektene av epidemiske lakselusangrep på utvandrende smolt, og ikke minst, iii) vurdere effektene av Nasjonal handlingsplan mot lus på laksefisk og mulige konsekvenser av økt lakseoppdrett i de store Finnmarksfjordene.

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. Betydningen av dette i oppdrettsintensive områder, sett i sammenheng med den totale produksjonen fra oppdrettslaks, er imidlertid liten, men bidraget fra rømt oppdrettslaks bør overvåkes sterkere ettersom tiltakene i næringen virker og benyttes i modeller av lakselusmitte.

Tidligere undersøkelser har vist at vill sjøørret og sjørøye blir adskillig høyere infisert med lus enn oppdrettslaks selv i samme fjordsystem. Relativt lave lusnivå på oppdrettslaksen i et område betyr ikke nødvendigvis at det samme er tilfelle hos vill laksefisk, og de få langtidsdataene som finnes har fram til 2000 ikke indikert at tiltakene i oppdrettsnæringen har greid å redusere infeksjonspresset på lokale bestander av sjøørret i tilstrekkelig grad. Situasjonen for Nord-Norge er imidlertid oppløftende for 2001. Dette kan tyde på at synkronisert avlusning som for første gang ble gjennomført høsten 2000 har hatt effekt. Laksesmolt slapp også år ut fra fjordene med liten lusinfeksjon i Nord-Norge. Dette kan ha sammenheng med at lavere temperaturer i sjøen i Nord-Norge fører til en "mismatch" mellom smoltutvandringen og infeksjonsrisiko. Sjøørret ser derimot ut til å være mer utsatt. I Trondheimsfjorden var infeksjonstrykket på både laksesmolt og sjøørret høyere enn tidligere år, og kan ha negativ effekt på vill laksefisk. Tilsvarende feltundersøkelser bør derfor følges opp også i framtiden for å vurdere om tiltakene i oppdrettsnæringen er tilstrekkelig, og for å generere nødvendig kunnskapsgrunnlag for å forvalte lakselus-problematikken på vill og oppdrettet laksefisk

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, B. & Kristoffersen, R. 2002. Registrations of salmon lice on Atlantic salmon, sea trout and Arctic charr in 2001. – NINA Oppdragsmelding 737: 1-33.

This investigation covers a number of watercourses with sea trout and Arctic charr over a large geographic area and with different exposure to fish farms. The results show that the risks of infection varies between the watercourses both in time and in space. It was, however, a tendency that fish in the southernmost watercourse became infected earlier than the northernmost. In this area, salmon lice must still be considered as a threat against local populations of sea trout. The autumn infection pressure tended also to be too high on sea trout in the northernmost watercourse. The situation in northern Norway has, however, generally improved dramatically compared to earlier investigations.

During the fjord migrating phase of Atlantic salmon, the infection pressure was zero in both the Altafjord and the Malangsfjord system of northern Norway. Parallel sampling of both wild sea trout and Arctic charr from the littoral areas of the Alta and the Malangsfjord system also showed that the infection pressure on sea trout and Arctic charr was low in the same period. The risk and the consequence of the infection on migrating post smolts in northern areas, 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"). Salmon lice may, therefore, be a potential problem also for fjord descending post smolts of Atlantic salmon in northern fjords. The infection peak, however, usually comes in July/August in northern areas, and the smolts have probably left the fjord by then. Our preliminary results however also indicate that smolts from the Alta River may have a prolonged fjord feeding period in the rich northern fjord, and that this may increase the risks of infection. The results from the more southern Trondheimsfjord system showed that the infection pressure was higher than most of the previous years. In some of the sampling weeks/areas, the infection was so high that both a negative effect on swimming performance and mortality may have occurred, and coincide with a relative high infection in a nearby sea trout population. These investigations should therefore be continued to i) investigate variations between years, ii) investigate the potential effects of epidemic salmon lice infections on post-smolts and iii) evaluate the National Action Plan Against Salmon Lice on Salmonids and possible effects of increased farming activity in the large fjords of northern Norway.

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 pres-

sure 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 these. 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.

Previous investigations have, however, also shown that wild sea trout and Arctic charr become severely more infected than farmed salmon on neighbouring localities. This means that low lice levels on the farmed fish, may not be indicative of similar conditions for wild salmonids, and the few existing long term studies on the infection level on wild sea trout indicate the infection level has not been sufficiently reduced the latest years. The situation in northern Norway was, however, significantly improved this year. This might indicate that the synchronised delousing process in farmed fish in northern Norway in the autumn of 2000, may have been successful. Atlantic salmon in northern Norway probably migrated to the sea without lice infections in 2001. This may be connected with the treatments in the fish farms or the environment. The lower sea water temperature in northern Norway may lead to a "mismatch" between smolt migration and infection peak. The 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.

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 og 2001 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 og lokale grunneierlag ved prøvefisket i Nordland. Rolf Sivertsgård og Tore Øverland takkes for innsatsen ved prøvefisket på Hitra. Trond Andreassen takkes for en iherdig innsats ved innsamlingen i Finnmark, og Stig Sandring og Per Even Langseth 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 krogarnfangster, og til fiskerne som muliggjorde innsamlingen av postsmolt fra Trondheimsfjorden. Ellert Halsnes og Jan Evjen ved NFH (FF Hyas) takkes for en iherdig innsats ved innsamlingen av postsmolt fra Malangsfjorden og Altafjorden. Laksesmoltene fra Trondheimsfjorden har blitt bearbeidet av Jan Gunnar Jensås. Laksesmoltene fra Malangsfjorden og Altafjorden og sjørørretmaterialet fra Nordland, Troms og Finnmark har blitt bearbeidet av Per Even Langseth.

Trondheim, mai 2002

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

Innhold

Referat	3
Abstract	3
Forord	5
Innhold	5
1 Innledning.....	6
2 Materiale og metoder	7
3 Resultater og diskusjon	12
3.1 Intensitet og konsekvenser av infeksjonen på vill sjørørret og sjørøyebestander i områder med varierende oppdrettsaktivitet.....	12
3.1.1 Intensitet av lakselus på vill sjørørret og sjørøye.....	12
3.1.2 Utviklingsstadier til lakselus på vill sjørørret og sjørøye.....	12
3.1.3 Konsekvenser av lakselusinfeksjon på vill sjørørret og sjørøye.....	12
3.1.4 Diskusjon.....	17
3.2 Infeksjonsintensitet og konsekvenser av infeksjonen på utvandrende laksesmolt i fjordområder med varierende oppdrettsaktivitet.....	21
3.2.1 Intensitet av lakselus på utvandrend laksesmolt i Trondheimsfjorden, Malangsfjorden og Altafjorden.....	21
3.2.2 Konsekvenser av lakselusinfeksjon på utvandrende laksesmolt i Trondheimsfjorden, Malangsfjorden og Altafjorden.....	23
3.2.3 Diskusjon.....	23
3.3 Lakselusinfeksjonen på tilbakevandrende atlantisk laks ved ulike sjøstasjoner langs Norskekysten, og på villaks og rømt oppdrettslaks fra høstfisket i utvalgte fjord og kystlokaliteter.....	25
3.3.1 Registreringer av lakselus på tilbake- vandrende atlantisk laks ved ulike sjøstasjoner langs norskekysten.....	25
3.3.2 Lakselusregistreringer på villaks og ømt oppdrettsfisk fra høstfisket i utvalgte fjord- og kystlokaliteter.....	25
3.3.3 Diskusjon.....	26
4 Oppsummerende diskusjon; sammenhengen mellom oppdrett av laks og lakselus på vill laksefisk, og effekten av tiltakene i oppdrettsnæringen.....	28
5 Referanser.....	30

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 lakselusmiddelbruk for vill laksefisk (Grimnes et al. 1996). Etter nærmere 10 års registreringer av lakselus på villfisk og annen forskning på området, er det liten tvil om at lakselusinfeksjonene på vill laksefisk, og da særlig sjøørret, i flere oppdrettsintensive områder er unaturlig høye (Jakobsen et al. 1992, Finstad 1993, Birkeland og Jakobsen 1994, Finstad 1995, Karlsbakk et al. 1995, Birkeland 1996a, Finstad 1996, Grimnes et al. 1996a, Finstad & Grimnes 1997, Birkeland & Jakobsen 1997, Grimnes et al. 1998, Elnan & Gabrielsen 1999, Grimnes et al. 1999, Holst & Jakobsen 1999, Kålås & Birkeland 1999, Kålås et al. 2000, Kålås & Urdal 2001, 2002, Bjørn et al. 2001, Bjørn & Finstad, 2002). Foreløpige resultatene indikerer også at utvandrende laksesmolt påføres høye lakselusinfeksjoner under utvandring i oppdrettsintensive områder (Finstad et al. 1994b, Holst & Jakobsen 1998, Holst & Jakobsen 1999, Finstad et al. 2000, Holst et al. 2000, Holst et al. 2001). Spesielt på vestlandet har situasjonen vært alvorlig, og nye resultater tyder på at etablerte tiltak i næringen ikke er tilstrekkelige til å forhindre lakselusepidemier på vill laksesmolt i enkelte områder (Holst, pers.med.). Foreløpige resultater fra de store laksefjordene i Nord-Norge indikerer imidlertid at forholdene kan være anledes i nord, og at kunnskap fra vestlandet ikke nødvendigvis kan overføres direkte til Nord-Norge.

Eksperimentelle studier har vist at både laks, sjøørret og sjørøye er mottakelig for lakselus (Bjørn & Finstad 1998, Finstad et al. 2000, Bjørn & Finstad, 2002) og at høye infeksjoner fører til fysiologiske forstyrrelser hos postsmolt av laksefisk (Grimnes & Jakobsen 1996, Bjørn & Finstad 1997, Bjørn et al. 2001). Forhøyde nivåer av stresshormonet kortisol, en reduksjon i andelen lymfocytter av totalt antallet hvite blodlegemer (mulig redusert sykdomsforsvar), forstyrrelser i salt- og vannbalansen og anemi er registrert hos eksperimentelt infisert anleggsprodukt sjøørret (Bjørn & Finstad 1997). På bakgrunn av denne studien er det antydning en gjennomsnittlig dødelighetsgrense ved infeksjon av omtrent 1,6 larver pr. gram fiskevekt (relativ intensitet) hos sjøørret mindre enn 150 gram. Det betyr med andre ord at dersom en sjøørret på 60 gram blir infisert med mer enn 100 lakseluslarver, er det sannsynlig at den vil dø når larvene utvikler seg til større og mer skadelig stadier. Det er imidlertid sannsynlig at stress og betydelige forstyrrelser i salt- og mineralbalansen inntre ved ca 0,7 luselarver pr. gram fiskevekt, og at mindre forstyrrelser kan inntre ved ca 0,3 luselarver pr. gram fiskevekt (Bjørn 1996, Bjørn & Finstad 1997, Bjørn et al. 2001). Tilsvarende eksperimentelle studier på

laks antyder at enkelte individer kan dø allerede ved en relativ intensitet på 0,8 larver (Finstad et al. 2000). Mer enn 11 lakseluslarver kan derfor i verste fall ta livet av utvandrende villsmolt på 15 gram (Finstad et al. 2000). Dette bekreftes av eksperimentelle studier på naturlig infisert villsmolt fra Sognefjorden og Nordfjorden, der smolt med mer enn 10 lus døde som en direkte følge av infeksjonen (Holst & Jakobsen 1998, Holst & Jakobsen 1999). Det kan heller ikke utelukkes at selv betydelig færre lus enn dette kan påføre fisken en stressreaksjon (Nolan et al. 1999). Dette underbygges av nye undersøkelser av effekten av lakselus på svømmeevnen til laks. Disse resultatene viser at infeksjonsbelastninger på ca 0.13 lus per gram fiskevekt, eller ca 4-5 luselarver på en utvandrende laksemolt på 15 gram, kan føre til redusert svømmekapasitet hos fisken etter hvert som lusa utvikler seg (Wagner et al. submitted). Det er derfor sannsynlig at lakselusinfeksjoner registrert på vill sjøørret i oppdrettsintensive områder av Vesterålen, Hardangerfjorden og Ryfylkebassenget kan ha negativ effekt på bestandene (Birkeland 1996b, Birkeland & Jakobsen 1997, Elnan & Gabrielsen 1999, Kålås & Birkeland 1999, Bjørn et al. 2001, Kålås & Urdal, 2001, 2002, Bjørn & Finstad 2002). Det er tilsvarende indikasjoner på at laksesmolt kan utsettes for betydelig infeksjonspress under utvandring i enkelte fjorder, men omfanget og konsekvensene av dette er kun kjent i begrenset grad (Finstad et al. 2000, Bjørn et al. 2001, Holst et al. 2001).

Det langsiktige målet for «Nasjonal handlingsplan mot lus på laksefisk» (1997-2001) er 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. Rømt oppdrettsfisk vil selvsagt ikke berøres av avlusninger i anleggene og vil derfor kunne opprettholde et reservoar av voksne hunnlus m/egg i fjordområdene som igjen kan bidra til nye oppblomstringer av lakselus på våren.

I resultatrapporten fra "Nasjonal handlingsplan mot lus på laksefisk" for 2000 samt mål for 2001 heter det at ikke alle delmål i handlingsplanen er oppnådd så langt, men at progresjonen er positiv (Anonym 2002, under bearbeidelse). Langtidsregistreringer av lakselus på villfisk er en viktig resultatindikator for handlingsplanen og nevnes som et delmål som delvis er oppnådd (Anonym 2002, under bearbeidelse). Det påpekes imidlertid at ikke alle fylker har gjort registreringer i minst ett vassdrag og også at noen av de som er gjennomført har begrenset verdi. De registreringene som foreligger fra sesongen 2000 viser lite oppløftene tall. Forekomstene var fortsatt høye både på utvandrende laksesmolt på vestlandet (Holst et al., 2001) og på vill sjøørret på enkelte lokaliteter fra Vestlandet til Nord-Norge (Kålås et al. 1999, Grimnes et al. 2000, Bjørn

et al. 2001, Kålås & Urdal, 2001, 2002). I 2000 var imidlertid situasjonen for sjørreten i Vikvassdraget i Vesterålen adskillig bedre enn året før, selv om infeksjonstrykket fortsatt er for høyt. Det samme er også tilfellet for sjørreten i Altafjorden. Her kom infeksjonen imidlertid ikke før i august, og vil derfor påvirke sjørreten i mindre grad enn lengre sør. Infeksjonen var likevel for høy, og tyder på at lakselus også kan bli et problem for vill sjørrett i de store Finnmarksfjordene etter hvert som oppdrettsnæringen øker i volum. Undersøkelsen indikerer imidlertid også at laksesmolt fra de store laksefjordene i Nord-Norge kan være mindre utsatt for lakselusepedemier enn lengre sør, og at risiko for infeksjon kan variere mellom sjørrett-sjørøye og laksesmolt. En foreløpig indeks for oppdretts-eksponering indikerte at det var en viss positiv sammenheng mellom graden av oppdrettsaktivitet og lakselusinfeksjon på vill sjørrett i nordre Nordland og Troms (Bjørn et al. 2001). Likeledes viste resultater fra registreringer av lus på oppdrettslaks i Lofoten og Vesterålen at nivået i enkelte anlegg var høyt (Bjørn et al. 2001), og at slike anlegg kan representere en meget stor smittekilde.

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, under bearbeidelse). 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. 2001).

Dette prosjektet har hatt som målsetting å foreta en nasjonal overvåking av lus på vill laksefisk i prioriterte områder langs Norskekysten 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 sjørrett 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

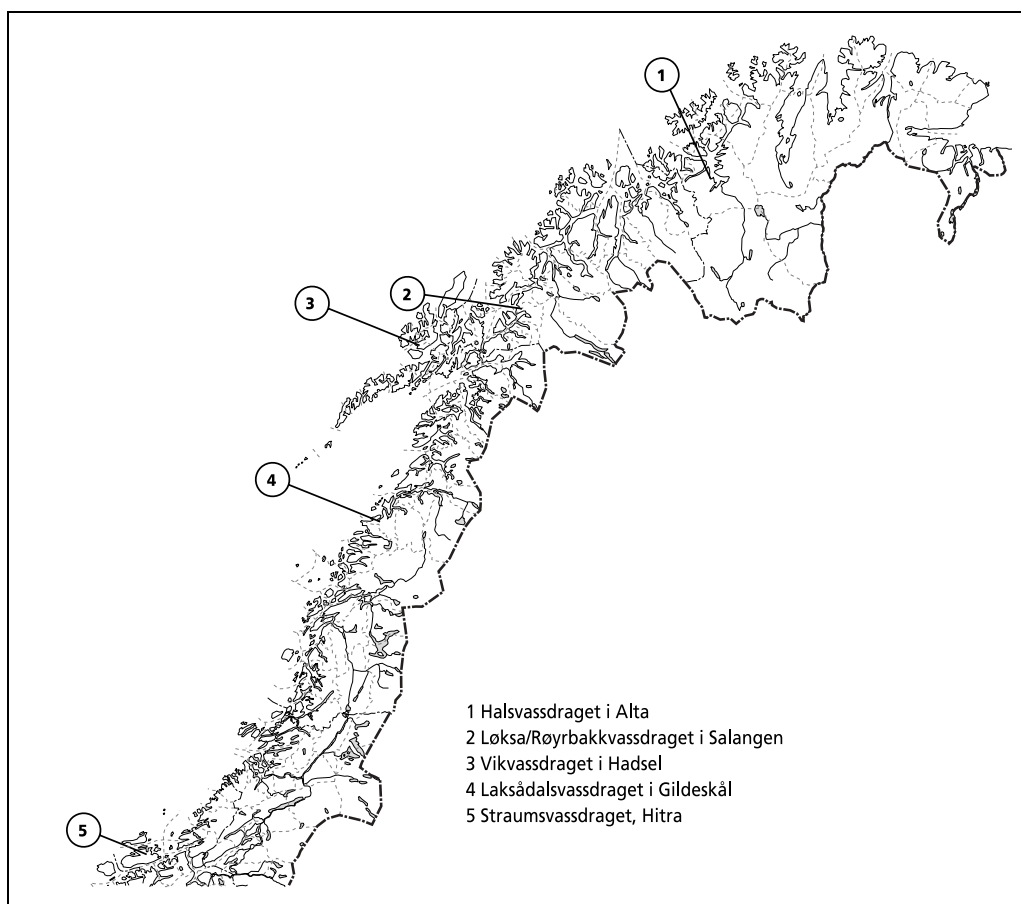
Del 1: Intensitet og konsekvenser av infeksjonen på ville sjørrett og sjørøyebestander i områder med varierende oppdrettsaktivitet.

Lakselusinfeksjonen på sjørrett og sjørøye fanget i sjø og brakkvann/ferskvann ble undersøkt på totalt seks hovedlokalteter med varierende oppdrettsbelastning fra Trøndelag og til Finnmark (**figur 1**). I Trøndelag ble Straumsvassdraget på Hitra undersøkt på samme måte som tidligere år (Heuch et al., 2000). Følgende tre lokaliteter ble undersøkt i Nordland: Sausvassdraget i Brønnøysund, Laksådalsvassdraget i Gildeskål og Vikvassdraget i Hadsel. I Troms ble Løksebotten/Røyrbakkvassdraget i Salangen undersøkt, mens Halsvassdraget i Alta ble undersøkt i Finnmark.

På hovedlokaltetene 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 de fleste av disse. Spesielt vanskelige fiskeforhold med store mengder maneter i sjøen utenfor Sausvassdraget i Brønnøysund, gjorde at det ikke lyktes å fange fisk i sjøen i år selv om det ble forsøkt gjentatte ganger i alle månedene. Det samme var også tilfelle i Laksådalsvassdraget i Gildeskål, og her lyktes det kun å fange et fåtall fisk i august. 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 sjørreten 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 bearbeidning 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 høyvannsmarket.

I tillegg ble det registrert lakselus på oppvandrende fisk i fiskefella i Talvik. I juni og juli ble et fåtall fisk med høy lakselusinfeksjon selektert ut for å få antallet lakselus grundig registrert på disse individene. Etter hvert som infeksjonen økte i august, ble derimot et tilfeldig utvalg oppvandrende fisk tatt ut i felle for å sammenligne infeksjonen på disse med sjøfangstene til samme tid.

Den registrerte forekomsten av lus på bestandene av vill sjørrett og sjørøye blir vurdert i forhold til antatt normal lusinfeksjon både historisk sett (Boxhall 1974) og i områ-



Figur 1. Kart over sjørret og sjørøyelokalitetene som ble undersøkt sommeren 2001. Sjørret og sjørøye fra lokalitetene ble fanget med garn i sjøen eller med garn/el-fiskeapparat i ferskvann gjentatte ganger gjennom hele sommeren, fortrinnsvis både i juni, juli og august, og undersøkt for grad av lakselusinfeksjon. Se **tabell 1** for navn på lokalitetene og for grad av oppdretts-eksponering.

er uten oppdrett (Tingley et al. 1997, Mo & Heuch 1998; Schram et al. 1998, Bjørn et al. 2001, Bjørn & Finstad 2002). Videre ble de fysiologiske konsekvensene av infeksjonene vurdert mot tidligere studier av effektene av kjente infeksjonsbelastninger på sjørret og sjørøye (Grimnes et al. 1996, Bjørn & Finstad 1997, Bjørn & Finstad 1998, Bjørn et al. 2001) 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. 2001, 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 sjørret 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., submitted).

- 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. 2001), 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).

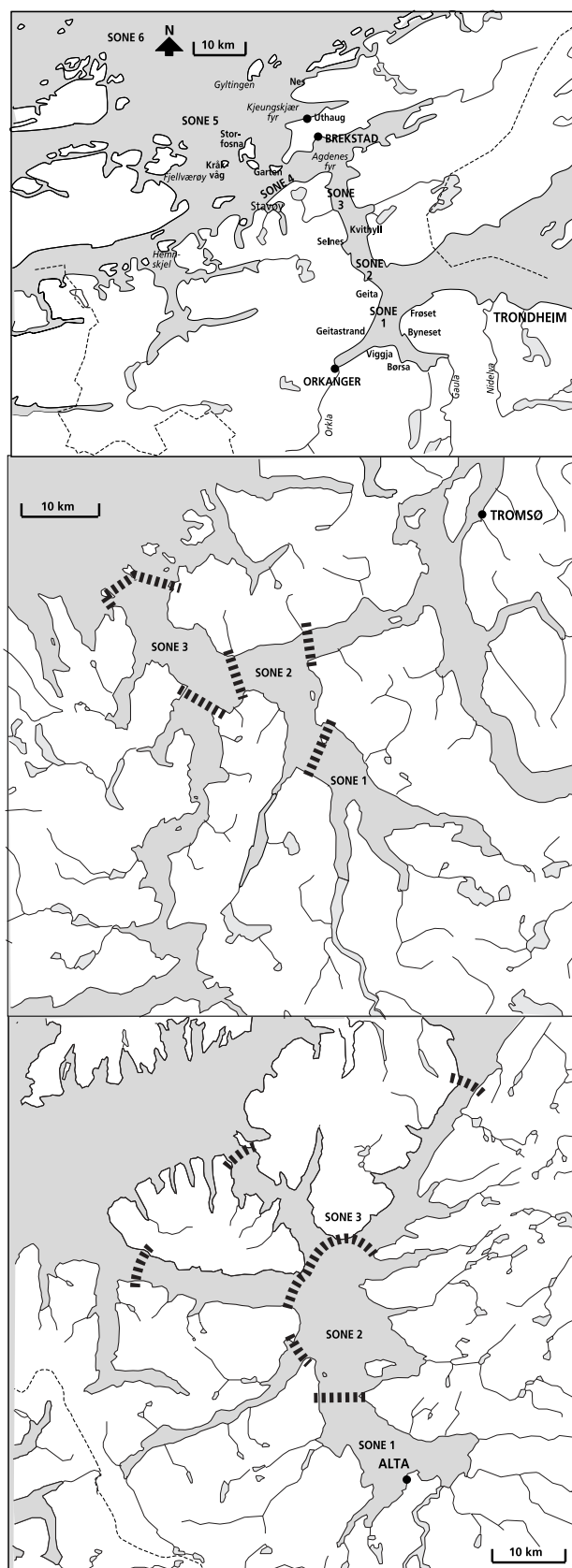
Del 2: Intensitet og konsekvenser av infeksjonen på utvandrende laksesmolt i fjordområder med varierende oppdrettsaktivitet.

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 år vekselvis gjennomført i sone 2, 3 og 4 i uke 21, 22 og 23. Alle sonene ble trålt samtidig kun i uke 22, og det ble tatt to til tre trålhal i hver av sonene.

I tillegg til dette gjennomførte vi i 2001 også trålinger etter utvandrende laksesmolt i Malangsfjorden i Troms og i Altafjorden i Finnmark slik at et større geografisk område med varierende oppdrettsaktivitet dekkes av undersøkelsen (**figur 2**). Trondheimsfjorden er en sikringssone for fiskeoppdrett, og det er liten oppdrettsaktivitet her. Imidlertid drives det intensivt oppdrett av laks i kystområdene utenfor fjorden. Den indre delen av fjorden kan derfor betraktes som uekspontert, mens de ytre strøkene er eksponert 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 uekspontert, mens midtre og ytre områder betraktes som middels eksponert. 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 25, 27 og 28. 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 maskinskade på forskningsfartøyet F/F "Hyas", måtte første tokt til Malangen avbrytes allerede i starten av uken (uke 27). Resten av uken ble benyttet til å prøve å utbedre maskinskade midlertidig, men da skaden viste seg å være større en tidligere antatt, måtte også deler av første planlagte toktuke til Altafjorden benyttes til utbedringsarbeid. Vi valgte derfor å forandre på opprinnelig toktplan, og gjennomføre et langt, sammenhengende tokt i Altafjorden (uke 27). Andre toktuke i Malangen (uke 28) ble derfor også kortet ned i forhold til planlagt. På grunn av andre planlagte oppdrag for F/F "Hyas", var det ikke mulig å inkludere flere toktuke utover det som opprinnelig var planlagt i toktoppsettet for forskningsbåten. Med unntak av selve trålteknologien, har trålingen, handteringen og bearbeidingen av laksesmolt fra Trondheims-, Malangs- og Altafjorden vært likt gjennomført. Det er imidlertid anslått et skjelltap på 40-50 % i



Figur 2. Kart over postsmolt-lokalitetene med de ulike trålsonene som ble undersøkt med partrål eller FISH-LIFT forsommeren 2000. Utvandrende laksesmolt ble fanget i uke 21-23 i Trondheimsfjorden (partrål), i uke 25 og 28 i Malangsfjorden og i uke 27 i Altafjorden (FISH-LIFT) og undersøkt for forekomst av lakselus.

gjennomsnitt på smolten fra Trondheimsfjorden (Grimnes et al. 2000), slik at lakselusinfeksjonen her blir underestimert. Prøvefisket ble ellers gjennomført på samme måte i 2001 som tidligere år (se Bjørn et al. 2001).

Konsekvensene av infeksjonen i de forskjellige fjord-systemene blir vurdert på bakgrunn av kjente fysiologiske effekter av lakselusinfeksjon på laksesmolt (Grimnes & Jakobsen 1996, Holst & Jakobsen 1999, Finstad et al. 2000). Mer enn 11 luslarver på en 15 grams vill postsmolt, eller en relativ 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 fjord-systemene. 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. submitted). 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)
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 1997, Holst & Jakobsen, under bearbeidelse) og observasjoner i åpent hav (Holst et al. 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 kilenot/krokgarn i juni og juli ved ulike sjøstasjoner langs norskekysten (**figur 3**). Registreringen i 2001 ble stort sett gjort ved de samme sjøstasjonene og av de samme fiskerene som tidligere år (1993, -94, -95, -96, -97, -98, -99, -00), men antall stasjoner var i år noe begrenset i forhold til tidligere år. Fiskerene 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. Ved enkelte lokaliteter (anmerket i **tabell 6**)

ble vill- og oppdrettsfisk skilt ved en vurdering av laksens ytre av fiskeren selv. For å skille mellom vill- og oppdrettet fisk ble det tatt skjellprøver av laksen. Disse prøvene ble analysert ved NINAs laboratorier.

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 på disse lokalitetene for høstfisket (**tabell 7**).

Del 4: Oppsummerende diskusjon: Sammenhengen mellom lus på oppdrettet og vill laksefisk i utvalgte fjord og kystlokaliteter

Informasjon om antall oppdrettslokaliteter med en- eller flersjøvinters laks i nærheten av alle villfisk-lokalitetene ble innhentet fra havbruksvererinær og fra Fiskeridirektoratet, region Finnmark, Troms, Nordland og Sør-Trøndelag. Korteste sjøavstand mellom fangstlokaliteten for villfisk og oppdrettsanlegg ble målt på Statens Kartserie M-711 og avrundet til nærmeste hele kilometer. På bakgrunn av dette ble en indeks for graden av oppdrettseksposering (X_a) beregnet for hver lokalitet (**tabell 1**). Denne tar utgangspunkt i antall oppdrettslokaliteter, antall en- eller flersjøvinters laks på oppdrettslokaliteten, og avstand fra disse og til villfisklokaliteten, og uttrykkes slik:

$$X_a = \sum \frac{1}{k} \times L$$

der k er avstanden i km fra fangstlokaliteten og til oppdrettsanlegg med en- eller flersjøvinters laks innenfor en sjøavstand på 20 km, n er totalt antall anlegg innenfor en slik avstand, og L er totalt antall fisk i hele tusener i disse anleggene. Dette innebærer at jo høyere verdi av X_a , jo høyere er graden av oppdrettseksposering.

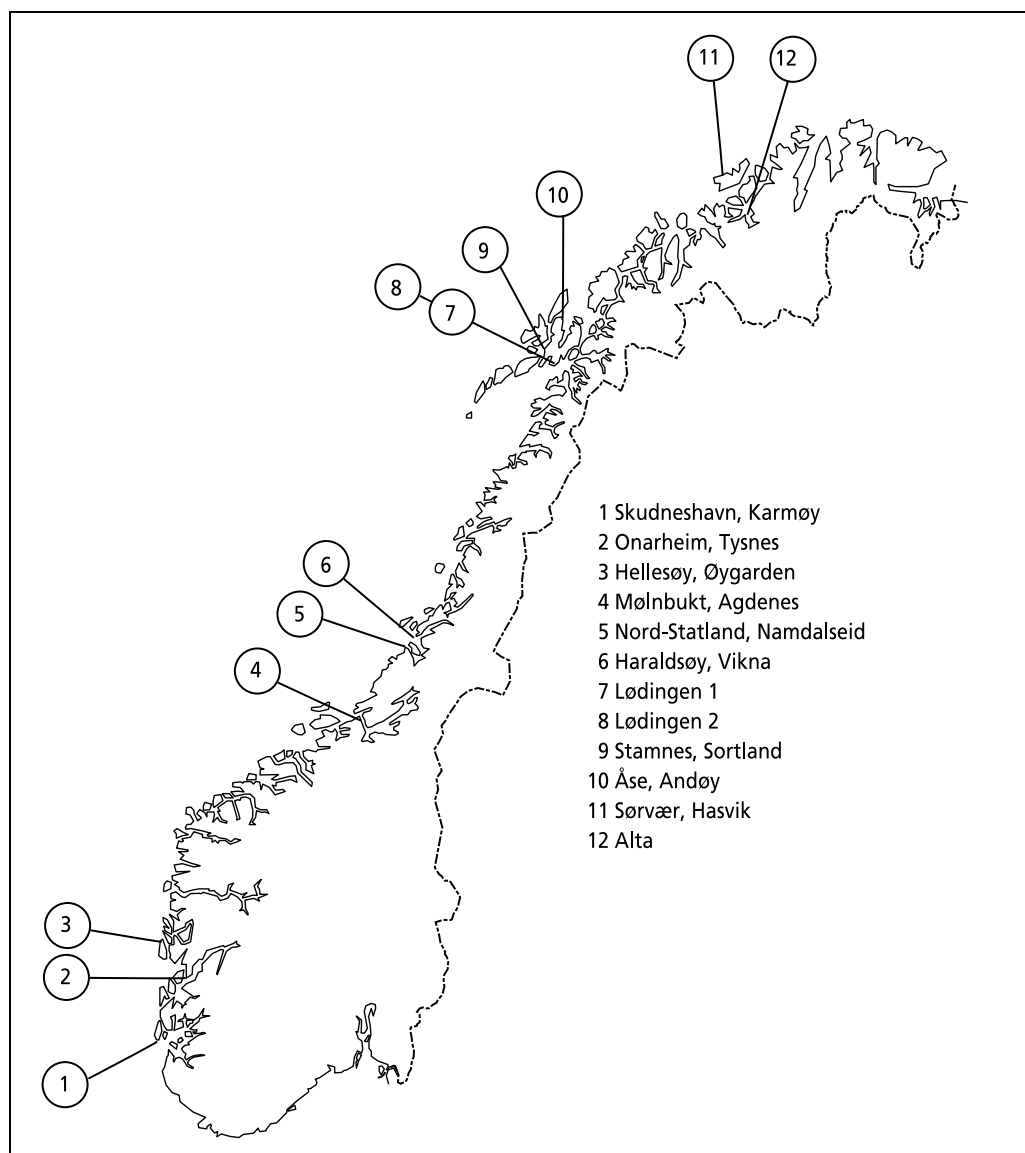
I tillegg knytter vi data over året infeksjonsnivå på vill laksefisk opp mot tidligere data fra våre overvåkningslokaliteter, og vurderer dette opp mot avlusningsregimer i området (jfr. Nasjonal handlingsplan mot lus på laksefisk).

Bearbeidning 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 sjøørret og sjørøye fanget på samme lokalitet og til samme tid, og at endringene i

Figur 3. Sjøstasjonene hvor lakselusregistreringer på voksen laks på innvandring ble foretatt sommeren (juni og juli), og høsten (august og september) 2001. På høstlokalitetene (lokalitet nr. 2, 9 og 10,) ble det i tillegg skilt mellom rømt oppdrettslaks og villaks.



infeksjonen med fiskens størrelse følger mye av det samme mønsteret hos begge artene (Bjørn et al. 2001, 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 fiskematerialet 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 sjørørret og sjørøye under 150 gram (postsmolt) i henhold til Bjørn et al. (2001) samt for all infisert laksesmolt. Disse tallene ble benyttet til å beregne frekvensen av sjørørret og sjørøye fra hovedlokalitetene innen fem (sjørørret/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, gj.snittlig intensitet er gjennomsnittlig antall lus hos kun de infiserte fiskene og abundans er gjennomsnittlig antall lus hos all fanget fisk (både infiserte og uinfiserte).

Tabell 1. Indeks for oppdrettseksposering (X_i) for undersøkte villfisklokaliteter. På grunn av lav fangst utenfor Sausvassdraget og Laksådalsvassdraget er disse utelatt fra tabellen.

Lokalitet	Indeks for oppdrettseksposering (X_i)
1 Halselvassdraget i Alta	42,5
2 Løksa/Røyrbakkvassdraget i Salangen	56,4
3 Vikvassdraget i Hadsel	141,9
4 Straumsvassdraget på Hitra	331,0

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 2**). Tidlig på sesongen (uke 25-26 i juni) var infeksjonen relativt lav på alle lokalitetene utenom Straumsfjordvassdraget i Trøndelag, hvor fisken hadde høyere infeksjoner enn på de andre lokalitetene. Her ble det også funnet postsmolt av sjørørret som hadde vandret prematurt tilbake til ferskvann. Disse var betydelig høyere infisert med lakselus enn fisk som ble fanget i sjøen (Mann-Whitney; $p < 0,05$), og enkelte individer var infisert med opptil 200 lus (**figur 4**). På de andre lokalitetene, fra Vikvassdraget i Nordland til Halselvassdraget i Finnmark, var fisken faktisk uinfisert med lus i juni måned og det ble heller ikke fanget fisk i ferskvann.

I juli (uke 28-30) ble gjennomsnittlige intensiteter fra 3 til 10 lus registrert på fisken fra Vik, Løksa-, og Halselvassdraget. Det var relativt små forskjeller mellom disse lokalitetene. Felles for alle lokalitetene var en moderat infeksjonsøkning fra juni til juli. I Vikvassdraget i Hadsel i Nordland var imidlertid infeksjonen signifikant høyere enn på de andre lokalitetene (Kruskal-Wallis; $p < 0,05$) og noen få individer var infisert med opptil 40 lus. Heller ikke i juli ble det fanget postsmolt av sjørørret som hadde vandret tilbake til ferskvann og som var kraftig infisert med lus på noen av lokalitetene.

Fisken fra Straumsfjordvassdraget på Hitra hadde lite lus i begynnelsen av august (uke 31) i forhold til i juni (Mann-Whitney; $p < 0,05$). I motsetning til i juni ble det heller ikke funnet fisk som hadde vandret tilbake til ferskvann. I Gildeskål ble det fanget noen få individer i august (uke 34), og disse var moderat infisert med lus. I Vikvassdraget varierte intensiteten noe mellom de to undersøkelsesukene i august, men prevalens og intensitet var totalt omtrent på samme lave nivå som i juli. Denne trenden holdt seg også i september. Gjennom sommeren var fisken fra Vikvassdraget i år i infisert med omkring 10 lus i sjøen, og ingen individer var infisert med mer enn 38 lus. Sommeren 2001 ble det heller ikke funnet fisk i nedre deler av Vikvassdraget i noen av de undersøkte ukene. På de mer nordlige lokalitetene (Troms og Finnmark) økte infeksjonsbelastningene signifikant fra juli til august (Mann-Whitney; $p < 0,05$). 67 % av fisken som ble fanget utenfor Løksa/Røyrbakkvassdraget i Troms i august hadde

lus. Disse var imidlertid i gjennomsnitt infisert med bare 9 lus, og ingen enkeltindivider ble registrert med mer enn 21 lus. Det ble heller ikke fanget fisk i ferskvann i løpet av sommeren på denne lokaliteten. Den samme utviklingen ble funnet hos fisk i Altafjorden men her økte infeksjonen noe mer markant fra juli til august. I juli (uke 30) var prevalensen på fisken som ble fanget i sjøen på 30 %. Disse var i gjennomsnitt infisert med 5,7 lus, og ingen individer med mer enn 13 lus ble funnet. I august var 100 % av sjørørreten som ble fanget i sjøen utenfor Halselv-vassdraget infisert med lus. Disse var i gjennomsnitt infisert med 17 lus, og enkeltindivider med opptil 44 lus ble registrert.

3.1.2 Utviklingsstadier til lakselus på vill sjørørret og sjørøye.

Fisken utenfor Straumsvassdraget (i sjøen) var allerede i juni infisert med noen eldre lus, selv om tidlige larvestadier dominerte (**figur 5**). Fisken som hadde vandret tilbake til ferskvann hadde adskillig mer lus i preadulte stadier. Det ble også funnet mange lus i de siste chalimusstadiene, men færre tidlige larvestadier ble funnet. I august (uke 31) dominerte preadult og adult lus, og kun noen få larvestadier ble funnet. I Laksådalsvassdraget i Gildeskål i Nordland ble det ikke fanget fisk med unntak av i august. Fisken var da infisert med relativt mange larver, men det ble også funnet en del voksne lus. I Vikbotten i Nordland ble det ikke funnet lus på fisken i juni (uke 25). I juli (uke 28) ble det imidlertid funnet moderate mengder eldre chalimuslarver og preadulte lus, men enkelte adulte lus ble også observert. I begynnelsen av august (uke 31) var det svært lite lus på fisken, og populasjonen var dominert av adulte stadier. I midten av august ble det registrert et nypåslag av larver i tillegg til noen eldre lus (uke 33), og det samme var tilfellet for september. På lokaliteten i Troms ble det både funnet et fåtall larver og eldre lus i juli, mens populasjonen i august var dominert av larver og adulte stadier. I Altafjorden i Finnmark ble det som nevnt ikke ble funnet lus på fisken i juni. I juli ble det imidlertid funnet et fåtall larver på fisken. I august hadde larveinfeksjonen økt på fisken i Altafjorden. I tillegg ble det registrert moderate mengder adulte lus på fisken.

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 2**). Det var kun i Straumsfjordvassdraget på Hitra at fisken var belastet med lakselus i juni. Imidlertid var antall lakselus per vekt enhet (g) relativt lav også her. I sjøen var middelbelastningen mindre enn 0,1 lus er gram fiskevekt, mens fisken som vandret til-

Tabell 2. Infeksjonsintensitet (antall lus per infisert fisk) og relativ intensitet (antall lus/fiskens vekt i gram) på sammenslåtte grupper av sjøørret og sjørøye fanget med standard flytegardn i sjøen og eventuelt i brakkevann/ferskvann utenfor Straumsvassdraget på Hitra, Laksådalsvassdraget i Gildeskål, Vikvassdraget i Hadsel, Løksa/Røyrbakkvassdraget i Salangen og Halselvassdraget i Alta. Sausvassdraget er utelatt på grunn av manglende fangst. 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.

Straumsvassdraget, Hitra, Trøndelag

Uke	Hab	n	Vekt(g) ± SD	Prev (%)	Snitt ± SD	Median	IQR	min	max	v/x	Relativ Intensitet			
											Median (n)	IQR	min	max
26	SV	15	159,5 ± 130,4	46,7	16,3 ± 17,3	8	38	1	41	18,40	0,082 (7)	0,12	0,008	0,350
	FV	12	114,6 ± 68,5	83,3	58,8 ± 63,4	35,5	111,5	1	173	68,20	0,284 (10)	0,64	0,019	0,925
31	SV	23	214,9 ± 214,2	56,5	3,9 ± 4,3	2	4	1	16	4,70	0,026 (13)	0,033	0,003	0,122

Laksådalsvassdraget i Gildeskål, Nordland

Uke	Hab	n	Vekt(g) ± SD	Prev (%)	Snitt ± SD	Median	IQR	min	Max	v/x	Relativ Intensitet			
											Median (n)	IQR	min	max
34	SV	8	162,6 ± 43,7	100	19,0 ± 8,6	16,0	11,0	11	37	3,86	0,108 (8)	0,073	0,45	0,213

Vikvassdraget i Hadsel, Nordland

Uke	Hab	n	Vekt(g) ± SD	Prev (%)	Snitt ± SD	Median	IQR	min	max	v/x	Relativ Intensitet			
											Median (n)	IQR	min	max
25	SV	7	323,4 ± 264,1	0	0									
28	SV	13	336,6 ± 184,4	61,5	10,5 ± 127	4,5	15,3	2	38	15,30	0,019 (8)	0,052	0,005	0,4
31	SV	12	268,3 ± 152,8	75	2,33 ± 1,4	2	2,5	1	5	0,86	0,007 (9)	0,008	0,002	0,038
33	SV	14	226,1 ± 108,3	78,6	8,4 ± 6,8	8	9	1	25	5,50	0,049 (11)	0,052	0,006	0,184
36	SV	9	191,0 ± 124,8	77,8	13,1 ± 5,5	11	11	8	22	2,31	0,065 (7)	0,028	0,02	0,12

Løksa/Røyrbakkvassdraget i Salangen, Troms

Uke	Hab	n	Vekt(g) ± SD	Prev (%)	Snitt ± SD	Median	IQR	min	max	v/x	Relativ Intensitet			
											Median (n)	IQR	min	max
26	SV	30	130,4 ± 40,2	0										
30	SV	24	151,8 ± 59,9	30	3,4 ± 4,3	2	3,5	1	14	5,32	0,009 (9)	0,003	0,006	0,042
34	SV	24	104,7 ± 42,9	66,7	9,0 ± 6,74	7,5	12,2	1	21	5,05	0,055 (16)	0,098	0,009	0,256

Halselvassdraget i Alta, Finnmark

Uke	Hab	n	Vekt(g) ± SD	Prev (%)	Snitt ± SD	Median	IQR	min	max	v/x	Relativ Intensitet			
											Median (n)	IQR	min	max
26	SV	20	90,3 ± 32,2	0										
	FV	9	391 ± 68	100	53,2 ± 20	49	30,5	27	93	8,00	0,13 (9)	0,09	0,07	0,25
30	SV	10	259,1 ± 156,2	30	5,7 ± 6,4	2		2	13	7,12	0,01 (3)		0,05	0,034
	FV	11	323 ± 79	100	50 ± 22,9	42	39	21	88	10,50	0,16 (11)	0,1	0,07	0,24
34	SV	34	185,2 ± 61,7	100	17,0 ± 12,8	12	22,3	4	44	9,60	0,063 (20)	0,12	1,12	0,278
	FV	16	260 ± 68	94	14,6 ± 10	14,5	15,2	1	32	6,90	0,06 (15)	0,06	0	0,15



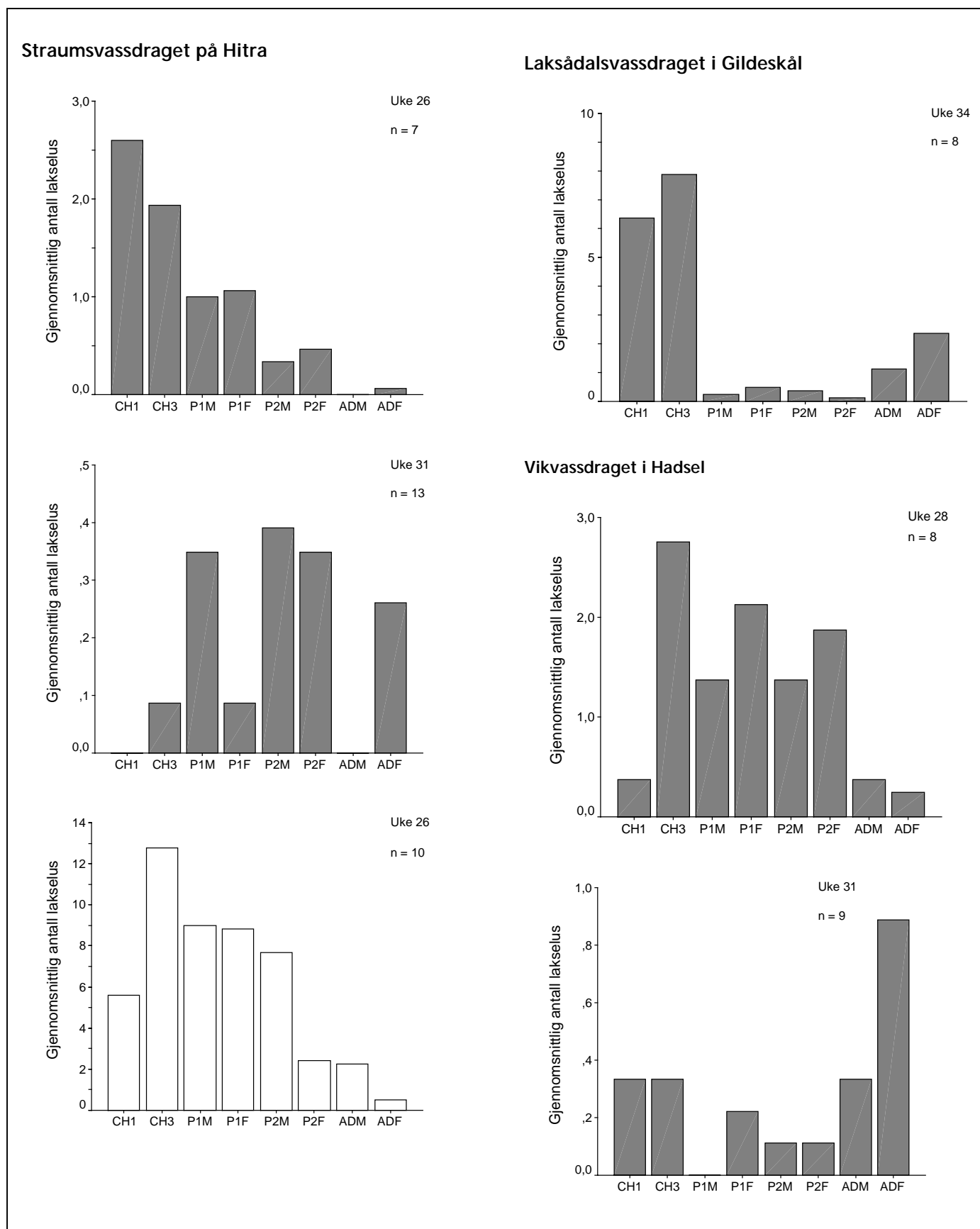
Figur 4. Lakselusinfisert sjørret tatt i Straumsvassdraget på Hitra i uke 26. Foto: Bengt Finstad.

tilbake til ferskvann hadde middelbelastninger opp mot 0,3 og maksimalbelastninger opp mot 0,9 lus per gram fiskevekt. I juli var relativ intensitet også svært lav på alle lokalitetene, rundt 0,01 i Løksebotten og i Alta, mens fisken i Vikbotten var signifikant høyere infisert (Kruskal-Wallis; $p < 0,05$). Det ble imidlertid heller ikke her funnet høyere infeksjon enn 0,4 lus per gram fiskevekt, og middelinfeksjonen var på 0,019 lus. I Vikvassdraget i Nordland, Løksa/Røyrbakkvassdraget i Troms og Halselvassdraget i Alta økte imidlertid relativ intensitet signifikant utover sommeren (Kruskal-Wallis; $p < 0,05$). På den ene registreringen vi har fra Laksådalsvassdraget i Gildeskål i august, ble det også funnet relative intensiteter av litt høyere nivå enn på de andre lokalitetene til samme tid.

Postmolt mindre enn 150 gram fra Straumsfjorden på Hitra var også infisert med rundt 0,1 lus per gram fiskevekt i juni. Postmolten som vandret tilbake til ferskvann hadde betydelig høyere infeksjoner (Mann-Whitney; $p < 0,05$) (**figur 6**), og 42 % av denne hadde høy eller svært høy infeksjonsbelastning, mens 25 % hadde antatt normal infeksjon (**tabell 3**). Det var ingen signifikant forskjell mellom fisken som ble fanget i sjøen i juni og august (Mann-Whitney; $p < 0,05$). 67 og 80 % av fisken hadde antatt normal infeksjonsbelastning i henholdsvis juni og august, mens kun 8 % av fisken totalt hadde høy infeksjonsbelastning (**tabell 3**). I Laksådalsvassdraget i Gildeskål hadde mesteparten av postmolten (86 %) moderat relative intensiteter av lus (**tabell 3**). I Vikvassdraget var postmolten ikke belastet med lakselus tidlig i juni. Relativ intensitet økte imidlertid merkbart i

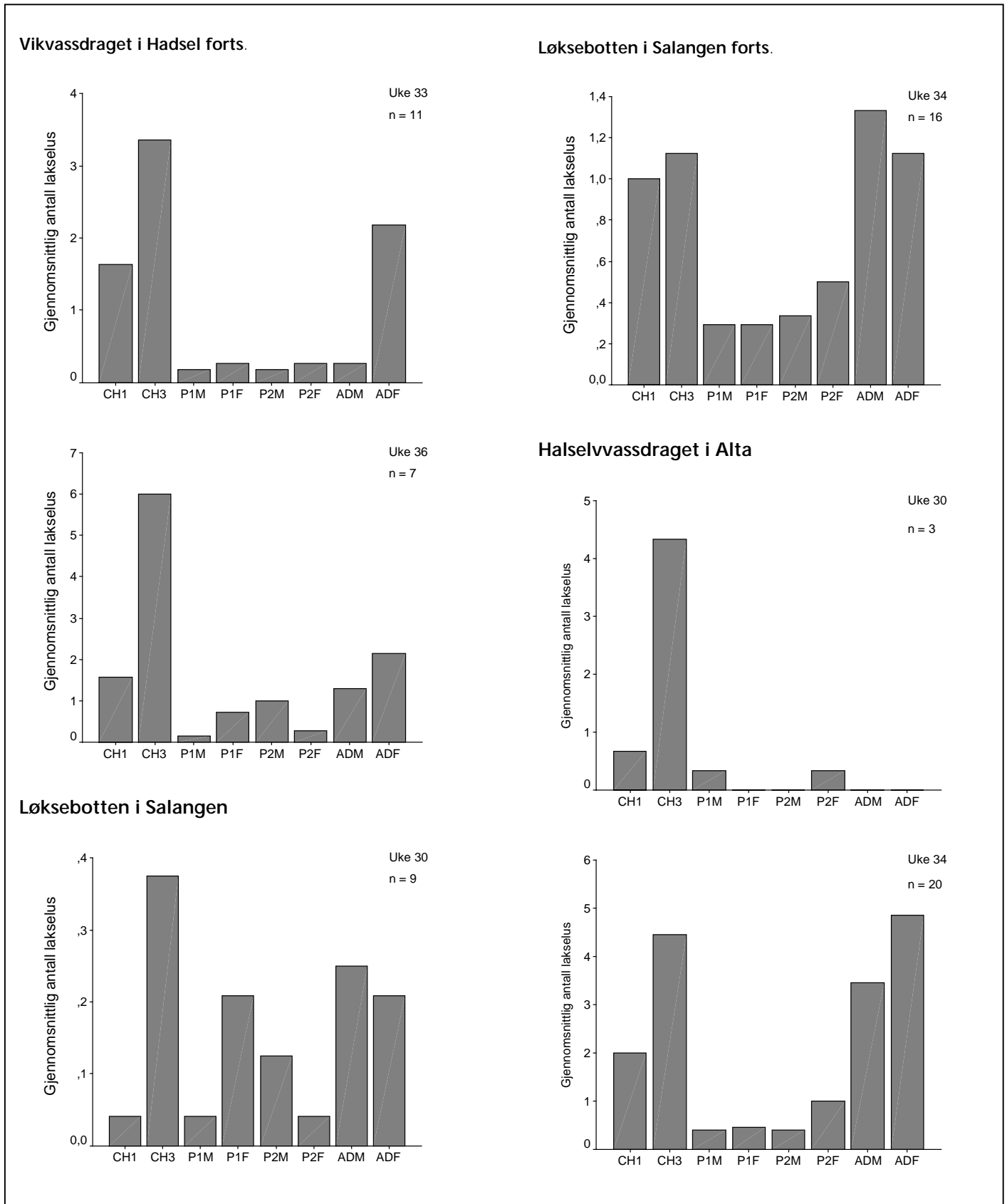
begynnelsen av juli, men dette gjaldt kun et fåtall postsmolt (**figur 6**), og 75 % av fisken hadde normal og moderat infeksjon (**tabell 3**). Lave relative intensiteter ble også funnet utover i sesongen. Mellom 17 og 71 % av fisken fra Vikbotten var moderat infisert med lus, men det var en tendens til en økning i relativ intensitet over tid (**figur 6 og tabell 3**). En tilsvarende økning i relativ intensitet over tid ble funnet hos postsmolt fra Løksebottenvassdraget (Kruskal-Wallis; $p < 0,05$) (**figur 6**). 46 % av post-smolten hadde moderat infeksjonsbelastning i august (**tabell 3**) mens denne andelen var på 0 og 5 % i juni og juli. I Altafjorden ble det observert en tilsvarende økning fra juli til august. I Halselvassdraget var post-smolten uinfisert i juni, ubetydelig infisert med lus i juli (100 % i normal gruppe), mens 100 % av fisken hadde moderat lusbelastning i august (**tabell 3**).

Resultatene fra fiskefella i Talvik i Altafjorden viste imidlertid at noen få selekterte veteranvandrere kom tilbake med høy infeksjon av eldre larver og preadult lus selv i juni og juli måned (**figur 5**). I august var imidlertid nesten all tilfeldig utvalgt fisk infisert med moderate mengder lus, og det var spesielt voksne stadier som dominerte (**figur 5**).

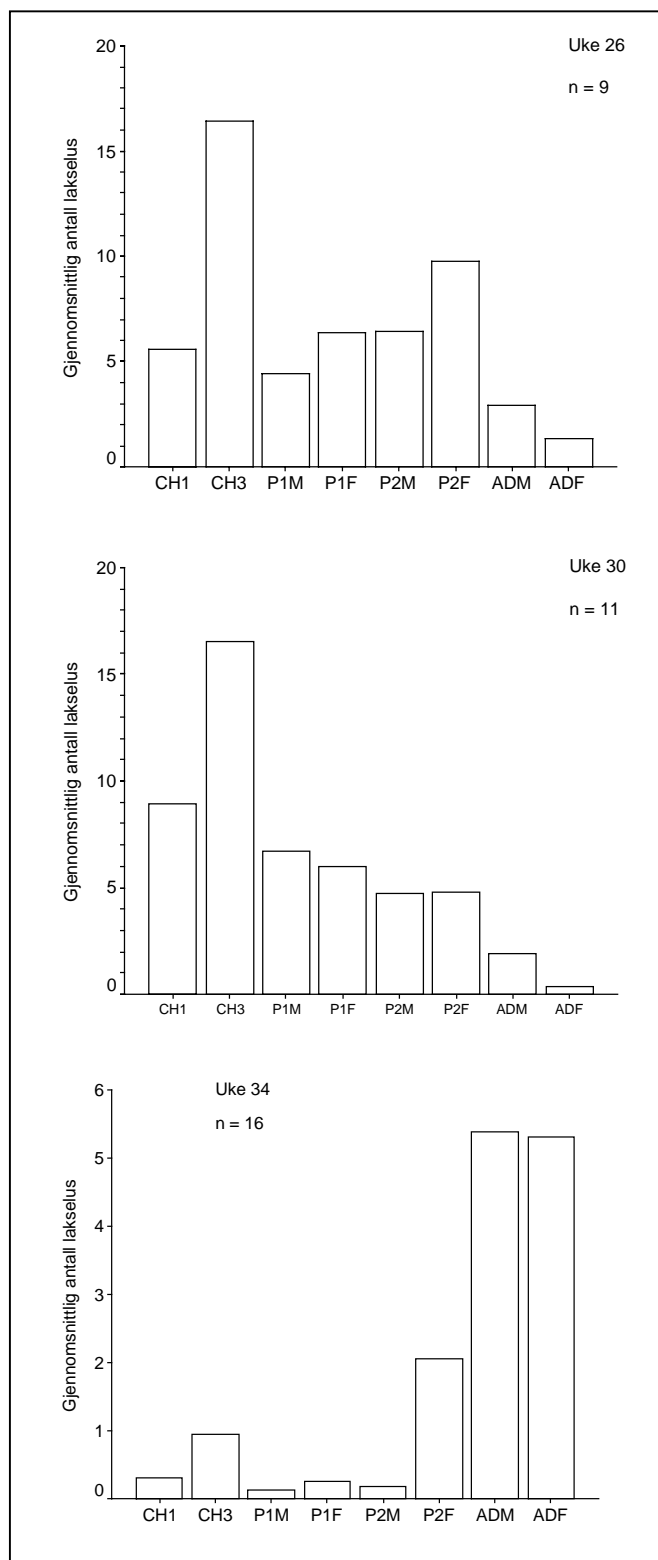


Figur 5. Utviklingsstadier av lakselus hos sjørret og sjørøye fanget gjennom sesongen 2001 på lokaliteter ved Halselvassdraget i Alta (vassdrag nr 1), Løksa/Røyrbakkvassdraget i Salangen (nr 2), Vikvassdraget i Hadsel (nr 3), Laksådalsvassdraget i Gildeskål (nr 4) og Straumsvassdraget på Hitra (nr 5). 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.

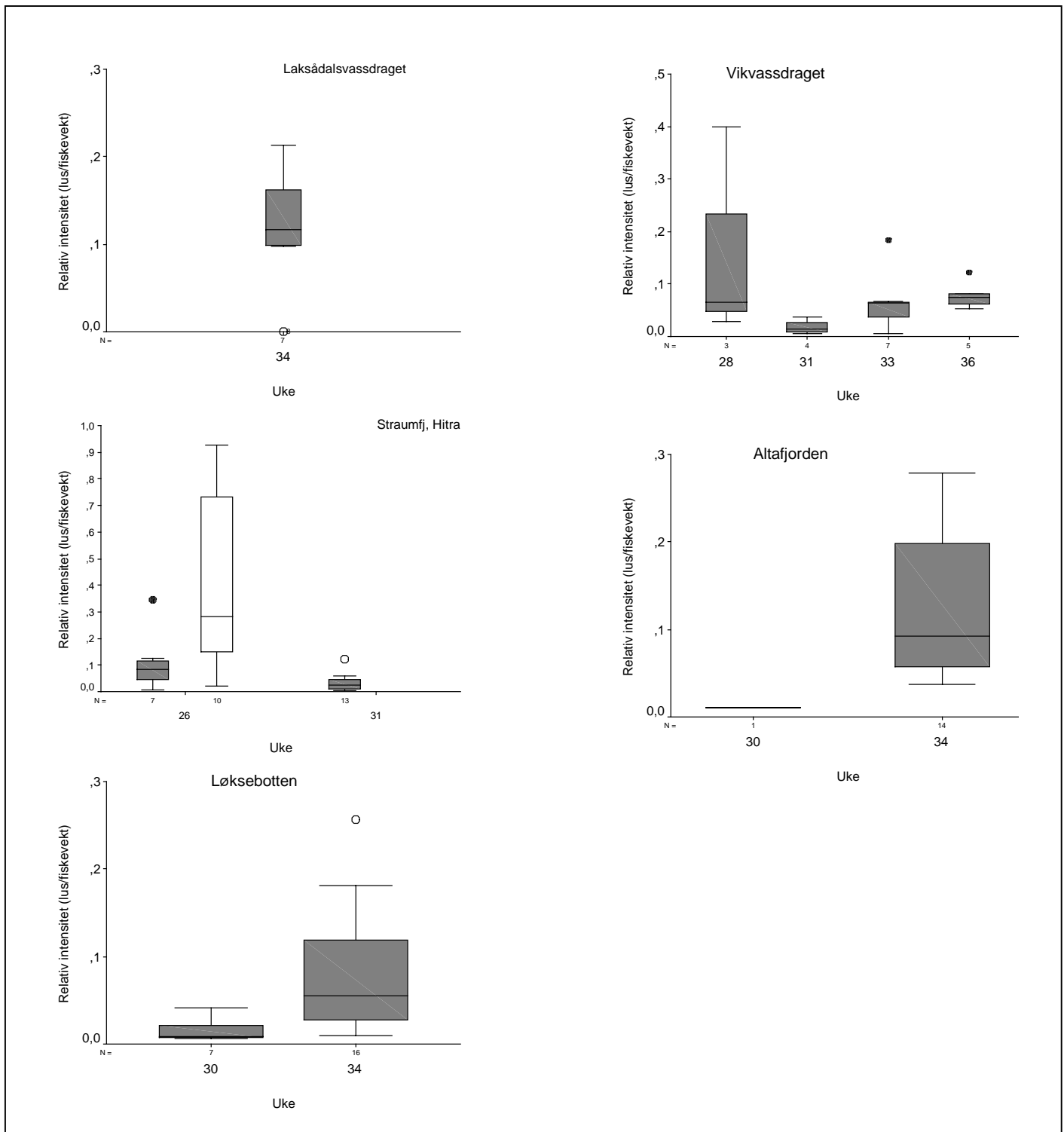


Figur 5 forts.



3.1.4 Diskusjon

Resultatene fra år 2001 viste at forekomsten av lakselus på ville bestander av sjøørret og sjøørøye, og dermed også konsekvensene av infeksjonen, varierte mye mellom de undersøkte lokalitetene. Generelt ble det imidlertid registrert mindre mengder lakselus på vill sjøørret og sjøørøye i de fleste av de undersøkte vassdragene i forhold til tidligere år. Tidlig på sesongen ble ingen eller lave intensiteter av lus funnet på fisken ved de fleste vassdragene. I og utenfor Straumfjordvassdraget på Hitra var fisken imidlertid relativt hardt infisert allerede i juni. Gjennomsnittlig intensitet på fisken som ble fanget i sjøen var på 16 lus, nesten 50 % 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 relativ lang tidsperiode. Den forholdsvis store mengden av larver tyder på at infeksjonspresset har økt fra midten av juni. Imidlertid ble det i samme undersøkelsesuke (juni) også fanget sjøørret som hadde vandret prematurt tilbake til nedre del av Straumfjordvassdraget. Disse individene var signifikant høyere infisert med lus enn fisken som ble fanget i sjøen til samme tid. Over 80 % av fisken var infisert med lus, gjennomsnittlig intensitet var på nesten 60 lus, og både et relativt høyt antall eldre larver og relativt mange preadulte lus ble funnet på fisken. Totalt sett tyder dette på et adskillig større lokalt smittepress i Straumfjorden enn i de andre undersøkte områdene i allerede tidlig på sommeren, og at infeksjonstrykket har vært av et slikt nivå at det har tvunget sjøørret 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. 2001), og hovedmengden av prematur tilbakevandret sjøørret både fra Nord-Norge (Bjørn et al. 2001), 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., 2001; Bjørn, upublisert) indikerer imidlertid at tilbakevandringen også kan finne sted ved adskillig lavere infeksjoner, men da først etter at mobile stadier har utviklet seg og sannsynligvis ført til begynnende osmoregulatoriske 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 brakkvann 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. 2001). Ved svært høyt infeksjonstrykk, slik man har observert de verste årene i Vesterålen (Bjørn et al. 1997) og sør-Troms



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 3. 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 sjørørret, samt noe sjørøye, på lokaliteter i sjø og ferskvann i Trøndelag (Hitra) Nordland (Gilde og Vik (uke 33 i parentes), Troms (Løksa) og Finnmark (Alta). R.tett er relativ tetthet, SV er saltvann og FV er ferskvann.

Uke	R. tett.	Gilde SV	Vik SV	Hitra SV	FV	Løksa SV	Alta SV
25-26 (juni)	1	14		67	25	100	100
	2	86		25	33		
	3			8	8		
	4				34		
	5						
28-30 (juli)	1		50			95	100
	2		25			5	
	3		25				
	4						
	5						
31-34 (aug.)	1		83 (37)		80	54	
	2		17 (63)		20	46	100
	3						
	4						
	5						
36 (sept.)	1		29				
	2		71				
	3						
	4						
	5						

(Bjørn et al. 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. 2001). Ved moderat infeksjonstrykk vil enkelte individer akkumulere en høyere infeksjon, på samme måte som i mange andre parasitt-verts interaksjoner, 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 overvåking i både ferskvann (prematuro tilbakevandring) på beiteområdene i sjøen for å vurdere konsekvensene av lus på vill laksefisk (se Bjørn et al., 2001). Birkeland (1996a) har imidlertid også vist at fisk som vandrer prematurt 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 sjøvannsoppholdet er en fase som over relativt kort tid skal generere energilagere 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 sjørørret årlig på Vestlandet (se bl.a. Kålås & Urdal 2002) og de verste årene i Nord-Norge (se bl.a. Bjørn et al. 2001).

En såpass høy infeksjon på et tidlig tidspunkt av sjøopp- holdet kan ha hatt negative konsekvenser for bestanden av anadrom fisk i Straumsfjordvassdraget. Nylig utvandret fisk er ofte i dårlig kondisjon etter vinteren (Berg &

Johnson 1989, Finstad & Heggberget 1995, Rikardsen 1997). I tillegg indikerer nye forskningsresultater at den første tiden av sjøvannsoppholdet er den viktigste vekstfasen for postsmolt (Rikardsen et al. 2000) og sannsynligvis også viktig for et normalt forløp av kjønnsmodningen hos voksen fisk (Bjørn, upublisert). I juni hadde rundt 25 % av fisken som ble fanget i sjøen det vi har definert som moderate mengder lakselus pr. vekt-enhet, mens 42 % av fisken som vandret tilbake til ferskvann hadde høye eller svært høye infeksjoner. Høy eller svært høye lusinfeksjoner er forventet å påvirke fisken negativt (Bjørn & Finstad 1997, Bjørn et al. 2001), 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 sjøørret fått signifikant lavere kondisjonsfaktor enn uinfisert kontrollfisk (Bjørn & Finstad 1997), og dette kan være forårsaket av maladaptive 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. 2001). 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. submitted). 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 80 % av fisken hadde antatt normalt infeksjonsnivå. Dette kan bety at smittepresset var konsentrert til forsommeren, slik at de mulige negative effektene ikke var langvarige, men kan også skyldes at preamatur tilbakevandring eller dødlighet av høyt infisert fisk har forekommet (se Bjørn et al. 2001). Infeksjonen av lakselus på vill sjøørret 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 sjøørret. Systemet er derfor et godt indikatorsystem for Trøndelag.

Lakselusinfeksjonen på fisken i de andre undersøkte vassdragene (fra Brønnøysund sør i Nordland til Altafjorden i Finnmark) stod i kontrast til dette og lå på et antatt normalt eller moderat forhøya nivå gjennom hele sesongen (Boxhall 1974, Mo & Heuch 1998, Schram et al. 1998, Bjørn et al. 2001, Bjørn & Finstad 2002). Lakselusa har

derfor sannsynligvis kun hatt små effekter på sjøørreten i dette området i løpet av sommeren 2001.

Ved Vikvassdraget i Vesterålen var infeksjonsnivået også svært forskjellig fra det som tidligere har blitt registrert på denne lokaliteten. Sjøørreten i Vikvassdraget er blant de vassdragene i verden som er best studert med hensyn til effekten av lakselus på ville bestander av sjøørret. 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 sjøørret, og undersøkelsen dokumenterte årlige høye infeksjonsnivå (Finstad et al. 1994, 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. 2001, Bjørn et al. denne studien). Vassdraget har også blitt overvåket med fiskefelle (Grimnes et al. 1999), og fysiologiske undersøkelser av infisert fisk har blitt gjennomført (Bjørn et al. 2001). Selv om infeksjonspresset har variert mellom år, har disse undersøkelsene dokumentert årlige epedemier av lakselus av slike nivåer at betydelige negative effekter på bestanden kan forventes (se for eksempel Bjørn et al. 2001). Det har heller ikke blitt registrert forandringer i løpet av den perioden Nasjonal Handlingsplan 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. 2001). Årets undersøkelse viste imidlertid de laveste infeksjonsnivåene som har blitt registrert på denne lokaliteten. Det ble 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 år 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. 2001), og var i år karakterisert av et forløp som man tidligere kun har funnet på ueksponerte lokaliteter. For første gang ble det heller ikke observert prematur tilbakevandring til ferskvann i år, og fisken var i god kondisjon og så ut til å ha utnyttet næringsoppholdet i sjøen på en god måte (pers. obs). Det meste av fisken var imidlertid infisert med moderate mengder eldre lus. Som nevnt kan selv relativt få eldre lus påvirke individene negativt (Nolan et al. 1999, Wagner et al. submitted). En bestandsundersøkelse ved bruk av fiskefelle i Vikvassdraget i 1998 indikerte at 20-30 lus i mobile stadier kan ha en negativ effekt på overlevelsen i sjøen (Grimnes et al. 1999). Selv om risikoen for- og konsekvensene av infeksjonen i 2001 var betydelig redusert i forhold til tidligere år (Grimnes et al. 1998, 1999, 2000, Bjørn et al., 2001) var belastningen likevel på et slikt nivå at mindre fysiologiske forstyrrelser

kan forekommet. De økologiske konsekvensene av dette er imidlertid usikker, og av den grunn er det fortsatt ønskelig å redusere infeksjonsintensiteten ned mot antatt historisk nivå. Høsten 2000 ble det for første gang gjennomført en synkronisert avlusning av oppdretts-fisken i Nordland med god del-takelse fra oppdretterne. Det er sannsynlig at det er denne innsatsen som har ført til den positive utviklingen for vill sjørørret i Vikvassdraget, på tross av at det i år stod mer laks i nærheten av fangst-lokaliteten enn sommeren 2000. Imidlertid har det også tidligere vært store variasjoner mellom år. I 1998 var infeksjonsnivået kun 20 % av det som ble observert i 1997, mens det i 1999 igjen ble funnet høye infeksjoner (Bjørn et al. 2000). Undersøkelsen i Vik bør derfor også følges opp i 2002, og lokaliteten er et godt indikator-system for Nordland.

På de to nordligste lokalitetene (Troms og Finnmark) var årets undersøkelse også oppløftende. Det ble ikke funnet lus på fisken i juni på disse to lokalitetene. Dette kan bety at fisken nettopp hadde vandret ut i sjøen ved fangst. På bakgrunn av normal utvandringstid (Berg & Johnson 1989) er det imidlertid sannsynlig at fisken fra alle disse lokalitetene hadde vært på næringsvandring i en til to uker før første feltperiode. Dette ble bekreftet ved gjenfangst av merket røye i Altafjorden som hadde vært i sjøen fra en til tre uker (egne observasjoner). Det lave infeksjonsnivået tyder dermed på lave tettheter av infektive copepoditter av lakselus på forsommeren på de undersøkte lokalitetene i Troms og Finnmark. Infeksjonsnivået var fortsatt lavt i juli, og det ble i motsetning til i 1999 (Bjørn et al. 2000) ikke 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 svært lave og det forventes ikke at lakselus har påvirket bestanden av sjørørret og sjørøye i 2001. Høsten 2000 ble det for første gang gjennomført en synkronisert avlusning på oppdrettslaksen i Troms. Det er sannsynlig at det er denne innsatsen som har ført til den positive utviklingen for vill sjørørret i Løksebotten/Røyrvikvassdraget, og lokaliteten er et godt indikatorsystem for Troms.

I Altafjorden var utviklingen imidlertid noe mer i samsvar med resultatene fra 2000. Også i år var infeksjonen lav i juni og juli, og kun et fåtall fisk ble selektert ut fra fiskefella med høye infeksjoner i denne tidsperioden. Infeksjonen økte imidlertid i august, og en prevalens på 100 % og gjennomsnittlige intensiteter på 17 lus på fisken ble funnet. Tilsvarende resultater ble funnet fra fiskefella i Talvik i august, og et tilfeldig utvalg fisk på oppvandring hadde en prevalens på 94 % og en gjennomsnittlig intensitet på 15 lus. Stadiefordelingen av lus på fisken viste imidlertid en mer gradvis akkumulering av lus, men indikerer fortsatt at den totale infeksjonsbelastningen blir for høy utover i august. Resultatene fra Altafjorden tyder på at bekjempelsen av lakselus gjennom sommeren ikke har vært helt vellykket, eventuelt at lakselusmitten kommer fra andre kilder, for eksempel fra

innvandrende villaks. Situasjonen i Alta bør derfor følges spesielt opp, og systemet er en god indikatorlokalitet for de store Finnmarksfjordene.

I de nordligste fylkene tyder dermed resultatene på at infeksjonspulsen kom seinere og var mindre enn tidligere år (Grimnes et al. 2000, Bjørn et al. 2000, 2001). Konsekvensene av infeksjonen var følgelig også mindre alvorlige, men resultatene fra Altafjorden i august viste at også i 2001 kan lakselus ha hatt negativ effekt på deler av bestanden. I år med gunstige temperatur- og ernæringsforhold oppholder spesielt umoden sjørørret seg lenge på beitevandring i sjøen (Berg & Jonsson 1990). Samtidig vet vi at toleransen for belastning av lakselus er størrelsesavhengig ved at mindre fisk tolererer færre lus før de får fysiologiske problemer (Bjørn & Finstad 1997). Den relative intensiteten (dvs. antall lus i forhold til fiskens kroppsvekt) på enkelte av sjørørretene fra Altafjorden var i august for høyt. Høstavlusning ble også i Finnmark gjennomført for første gang høsten 2000. Ny høstavlusning ble igjen gjennomført høsten 2001 (pers. med. Fylkesveterinæren for Troms og Finnmark), og det forventes at disse vil ha positiv effekt. Det er derfor nødvendig å fortsatt følge opp situasjonen i de store Finnmarksfjordene for å se om den positive utviklingen fortsetter.

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

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

Totalt ble det fanget 372 utvandrende postsmolt av laks i Trondheimsfjorden i 2001; 178 og 12 ble tatt i sone 2 i henholdsvis uke 21 og 22 (**tabell 4**). I sone 3 ble det fanget 11, 62 og 62 postsmolt i henholdsvis uke 21, 22 og 23, mens det det i sone 4 ble tatt 16 og 31 postsmolt i uke 22 og 23. Gjennomsnittslengden på smolten var fra 13, 1 til 13,6 cm og gjennomsnittsvekten varierte mellom 16,4 og 19,1 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 21 ble det fanget postsmolt i både sone 2 og i sone 3. Prevalensen lå på mellom 45 og 48 %, gjennomsnittlig intensitet på like under 2 lus og det ble maksimalt funnet 7 lus på smolten. I uke 22 var prevalens og intensitet lavere på smolten som ble tatt i sone 2, mens prevalens og intensitet lå på omtrent samme nivå i

Tabell 4. 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 20-27 med partråling i forskjellige soner av Trondheimsfjorden og FISH-LIFT trålings teknologi i forskjellige soner av Malangen- og Altafjorden. Fangstzone (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	178	13,1 ± 9,8	19,1 ± 4,3	47,8	1,9 ± 1,3	1	1	1	7	0,9	0,070	0,076	0,03	0,38
	3	11	13,1 ± 12,1	18,2 ± 5,0	45,6	1,8 ± 0,4	2	0,5	1	2	1,11	0,087	0,050	0,06	0,13
22	2	12	12,6 ± 5,7	16,4 ± 2,0	16,7	1,3 ± 0,6	1		1	2	0,25	0,068		0,06	0,11
	3	62	12,8 ± 9,7	17,8 ± 3,9	41,9	1,8 ± 1,2	1	2	1	6	0,84	0,062	0,10	0,04	0,25
	4	16	13,0 ± 13,9	18,8 ± 5,2	56,2	1,4 ± 0,7	1	1	1	3	0,36	0,055	0,041	0,05	0,11
23	3	62	13,0 ± 10,1	18,0 ± 4,1	41,9	2,1 ± 1,6	1	2	1	8	1,27	0,075	0,11	0,04	0,41
	4	31	12,8 ± 9,6	17,4 ± 3,8	74,2	3,2 ± 3,1	2	3	1	14	3,11	0,120	0,13	0,04	0,99
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	17	12,7 ± 1,4	21,6 ± 7,6	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
27	1	33	14,4 ± 1,4	29,7 ± 9,7	0										
	2	30	14,0 ± 0,7	26,6 ± 5,2	0										
	3	1	12,0	21,2	0										

sone 3 mellom ukene. I denne uken ble det også fanget smolt lengre ut i fjorden (sone 4). Flere av disse var infisert med lus (56 %), men gjennomsnittlig intensitet var på omtrent samme nivå. I uke 23 ble det imidlertid fanget en del smolt i den ytterste sonen som var høyere infisert enn både tidligere på sesongen i samme sone eller lengre inn i samme uke (Mann-Whitney; $p < 0,05$). Prevalensen på disse var 74,2 %, gjennomsnittlig intensitet var 3,2 lus og enkelte individer var infisert med opptil 14 lus. Med unntak av en smolt med preadult lus, ble det ikke funnet annet en chalimuslarver på fisken (pers. obs.). Også i år ble det beyttet trål der smolten blir fanget i trålposen slik at overslagene representerer minimumsanslag på samme måte som tidligere år (se Finstad et al. 2000).

Fra Malangen ble det totalt fanget 17 postsmolt på utvandring i fjordsystemet (tabell 4). Det ble kun trålt i indre og midtre sone i uke 25 i 2001. All postsmolt ble tatt i indre sone. Gjennomsnittslengden på fisken var 12,7 cm og gjennomsnittsvekten var 21,6 gram. Det ble ikke registrert lus på denne fisken. I andre prøvofiskerunde (uke 28, juni/juli), ble det trålt i både indre, midtre og ytre sone. På tross av relativt stor innsats, også enkelte trålhal

ut mot åpent hav, ble det ikke fanget utvandrende laksesmolt på dette toktet (Tabell 4).

I Altafjorden ble det trålt etter utvandrende laksesmolt kun i uke 27 (begynnelsen av juli). Totalt ble det fanget 64 smolt (tabell 4), og samtlige av disse ble undersøkt for forekomst av lakselus. I begynnelsen av juli ble det på tross av relativt liten innsats i indre soner av Altafjorden fanget 33 smolt. Disse hadde en gjennomsnittslengde på 14,4 cm og en gjennomsnittsvekt på 29,7 gram og var ikke infisert med lus. I denne sonen ble det imidlertid også fanget tre oppdrettssmolt som ble satt ut i Altaelva dagen før de ble gjenfanget i sjøen. Generelt mange villsmolt i nærheten av elvemunningen tydet også på at utvandringen var i første fase, og at smolten relativt nettopp hadde ankommet sjøen. I midtre deler av Altafjorden ble det kun fanget et fåtall smolt selv på mange tråltrekk. Gjennomsnittslengden på fisken var 14,0 cm og gjennomsnittsvekten var på 26,6 gram. Det ble ikke registrert lus på fisken. I tillegg ble det fanget en smolt på utvandring gjennom Rognsundet. Dette er det første individet som er fanget i de ytre delene av Altafjorden på tross av at både Stjernesundet, Rognsundet og Vargsundet ble trålet i 2000

og 2001, og kan indikere at hovedutvandringen foregår gjennom Rognsundet. Det ble imidlertid heller ikke her registrert lus på fisken.

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 4** og **tabell 5**). I Trondheimsfjorden var imidlertid en del av smolten høyere belastet per vekt-enhet. I uke 21 var middelinfeksjonen 0,07 og 0,087 lus per gram fiskevekt i henholdsvis sone 2 og 3, men enkelte individer med relative intensiteter på opptil 0,4 ble funnet (**tabell 4** og **figur 7**). Omtrent samme middelinfeksjon ble funnet i alle sonene i uke 22. I uke 23 hadde smolten i sone 4 en middelinfeksjon på 0,12 lus per gram vekt-enhet, og enkelte individer med relative intensiteter over 1 ble funnet. Totalt for sesongen var likevel mesteparten av smolten (mellom 61 og 100 %) infisert med antatt normal infeksjonsbelastning (**tabell 5**). Imidlertid ble det funnet smolt i alle ukene og sonene bortsett fra i sone 2 og 4 i uke 22 som hadde lusbelastninger som antas å kunne påvirke fisken. I uke 21 (sone 2 og 3) og 22 (sone 3) hadde mellom 9 og 13 % av fisken moderat relativ intensitet. Sone 4 i uke 23 skilte seg imidlertid ut og 36 % av all fisk hadde moderat og 3 % hadde høy lusbelastning.

3.2.3 Diskusjon

Sommeren 2001 var utvandrende laksesmolt i Trondheimsfjorden mer infisert med lakselus enn de fleste tidligere år. Tilsvarende infeksjonsnivåer har kun blitt funnet i 1992 og i 1998 (Finstad et al. 2000). Sommeren 2000 var infeksjonen for eksempel adskillige lavere, og kun i uke 22 ble det funnet noen få lus på fisken ytterst i fjorden (73 % av fisken var infisert med i gjennomsnitt 1,7 lus og ingen individer hadde mer enn 4). Trondheimsfjorden har en etablert sikringssone 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. 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 %) (Finstad et al. 2000). Årets undersøkelse av sjørret i Straumfjorden

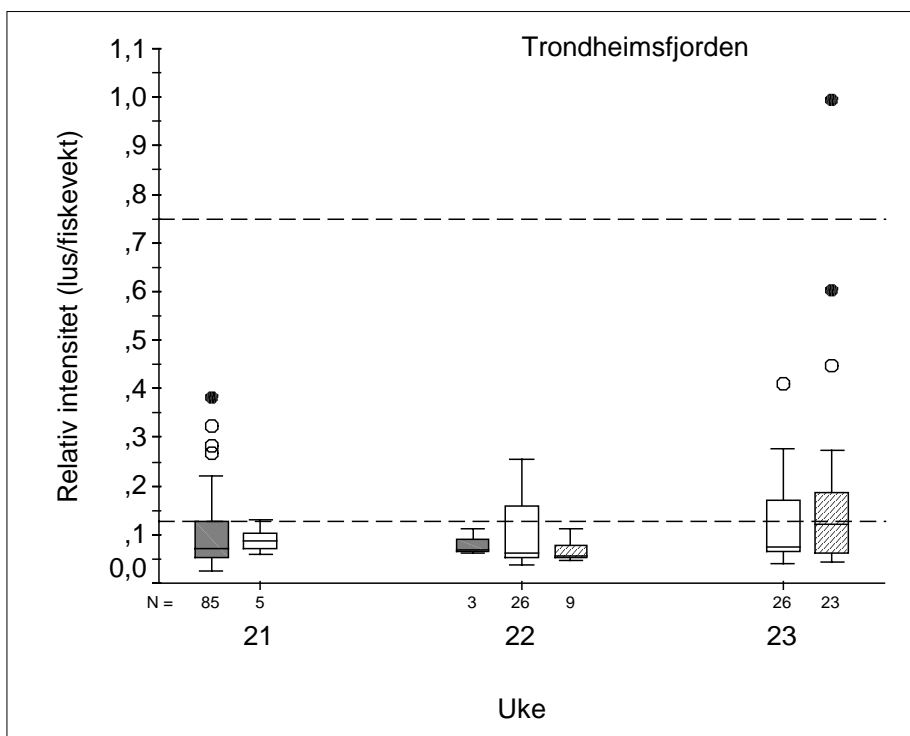
på Hitra viste at infeksjonspresset i området generelt var høyt. Vi har dessverre ikke registreringer av lakselus på sjørret fra Hitra i 2000. Undersøkelser fra 1998 viste imidlertid betydelige lusangrep på vill sjørret på Hitra, mens infeksjonen i 1999 var omtrent på samme nivå som i år (Heuch et al. 2000). I 1998 ble de høyeste luseangrepene på utvandrende laksemolt fra Trondheimsfjorden registrert (Finstad et al. 2000), mens 1999 også var et år med forhøyet infeksjon (Grimnes et al. 2000). 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. Vi vet imidlertid også at sommeren 2001 var et år med godt laksefiske i lakselvene i Trondheimsfjorden. Det kan heller ikke utelukkes at store mengder innvandrende villlaks kan øke infeksjonstrykket på utvandrende laksemolt i de store laksefjordene. Dette forholdet burde avklares gjennom modeller av epidemiologi og smittespredning, og langtidsserien i Trondheimsfjorden bør videreføres som et godt indikatorsystem i midt-Norge.

Eksperimentelle 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. Med unntak av 3 % av smolten som ble fanget i sone 4 i uke 23, ble slike nivåer ikke funnet på smolten fra Trondheimsfjorden i 2001. 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. (submitted) indikerer at kun 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. 2001) av lusas effekt på ville populasjoner av laksefisk.

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), og igjen forverret våren 2001 (Holst, pers. med.). 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 lakselusin-

Tabell 5. 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 4** 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	87	13					
	3	91	9					
22	2	100						
	3	87	13					
	4	100						
23	3	88	12					
	4	61	36	3				
25	1				100			
27	1					100		
	2					100		
	3					100		



Figur 7. Relativ intensitet av lakselus (antall lus per gram fiskevekst) hos laksesmolt fanget i sone 2 (grå), 3 (hvit) og 4 (stripet) i ukene 21, 22 og 23 i Trondheimsfjorden. Se **tabell figur 2** og **tabell 4** for nærmere informasjon om fangstsoner og infeksjonsparametre.

feksjon 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.

Under toktene i de Nord-Norske fjordene Malangen og Altafjorden ble det primært trålt i de indre og midtre delene av fjordene. I Malangen ble det kun fanget et fåtall

smolt på utvandring i uke 25, og disse var fri for lus. Under det andre toktet i Malangen ble det trålt i tre soner utover fjorden, og også ut mot åpent hav, men det ble ikke fanget utvandrende laksesmolt i noen av sonene. Fisken som ble fanget i den indre sonen antas å ha oppholdt seg i sjøen i relativt kort tid, men saliniteten her var $> 25\%$ selv på få meters dyp. På lokaliteten i Løksebotten sør for Malangsfjorden ble det ikke funnet lus på sjørret og sjørøye i juni måned (uke 25), og kun et

fåtall lus i juli måned (uke 30). Dette mønsteret tyder på at laksesmolten fra Målselva og antakelig også fra de andre vassdragene i Troms kom seg gjennom fjordsystemene med minimal lakselusinfeksjon i 2001 pga. et lavt infeksjonspress fra infektive copepoditter under utvandningsperioden for laksesmolt. Mønsteret er også sammenfallende med 2000, men det understrekes at materialet er for lite til å trekke endelige konklusjoner. Vi vil derfor forsøke å få et bedre datagrunnlag for 2002 for bedre å kunne vurdere lakselus som populasjonsregulerende faktor i de store Nord-Norske laksefjordene.

I Altafjorden ble det fanget 63 laksesmolt i indre og midtre deler av Altafjorden, men kun en smolt i den ytre sonen. I indre og midtre sone av Altafjorden ble smoltene tatt i flere forskjellige trålhal og over et relativt stort geografisk område (fra Munningen av Altaelva og ut til Stjernesundet, Rognsundet og Vargsundet). Samtlige fisk var fri for lakselus, og vi tror at dette er et representativt bilde av infeksjonspresset på utvandrende laksesmolt i indre og midtre deler av Altafjorden i begynnelsen av juli 2001. 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 fortsatt var brakt i overflaten (ca. 15 ‰), men fra omlag en til tre meters dyp og nedover var saliniteten høyere enn 25 ‰. Samtidig med at trålingen etter laksesmolt ble gjennomført i pelagialsonen i Altafjorden, ble det fanget sjørørret og sjørøye i littoralsonen på begge sider av Altafjorden. Fraværet av lus på all fisk i juni og kun et fåtall larver på sjørørret og sjørøye i juli tyder på at infeksjonspresset var lavt også i Altafjorden på forsommeren og er dermed i tråd med resultatene fra Troms. Laksesmolten fra Altafjorden vandret derfor sannsynligvis ut av fjordsystemet med minimalt med lus sommeren 2001. 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. Fjorårets og årets undersøkelse på laksesmolt fra Altafjorden (Bjørn et al. 2001, Bjørn et al. in prep.) samt tidligere undersøkelser på sjørørret og sjørøye (Bjørn et al. 2001, Bjørn & Finstad, 2002, Bjørn et al. in prep.), indikerer at infeksjonsøkningen oftest kommer i juli/august i Altafjorden, og vi antar da at laksesmolt har forlatt fjordsystemet. Lakselus trenger derfor ikke nødvendigvis bli et tilsvarende problem for utvandrende laksesmolt i de store Finnmarksfjordene selv med en økende oppdrettsnæring i Finnmark, og at det sannsynligvis er en sammenheng mellom oppdrett av laks og lakselusepidemier på vill laksesmolt på Vestlandet. Vi har imidlertid også indikasjoner på at smolten kan oppholde seg lengre i de næringsrike Nord-Norske fjordene i år med gode næringsforhold (Bjørn et al. 2001). Dette kan tenkes å øke infeksjonsrisikoen betydelig. Vi vil derfor spesielt prioritere å skaffe gode data i 2002, og øke innsatsen 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 i utvalgte fjord og kystlokaliteter.

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 5 (Åse, Andøy) til 64 (Tysnes). På de fleste stasjonene var fisken infisert med omkring 10 lus, men i Vesterålen (Lødingen og Sortland) ble det også funnet relativt mye lus på innvandrende laks, mens Nord-Statlandet skilte seg ut i motsatt retning (**tabell 6**). Ved stasjonene Tysnes (53 %) og Øygarden (36 %) var andelen rømt oppdrettsfisk relativt høy. Bortsett fra Tysnes (34 % larver) og Agdenes (31 % larver) var det ikke noen systematiske forskjeller i larvepåslag hos fisk tatt ved de ulike sjøstasjonene. Andelen larver varierte imidlertid mye, fisken fra enkelte stasjoner var nesten ikke infisert med larver, selv om de fleste opplevde en viss reinfeksjon. Resultatene kan tyde på at nypåslag av larver varierer i henhold til innvandningsvei og at smittepresset er høyere på enkelte lokaliteter.

3.3.2 Lakselusregistreringer på villaks og rømt oppdrettsfisk fra høstfisket i utvalgte fjord- og kystlokaliteter.

Fra høstfisket som startet i begynnelsen av august var prevalens av lus mellom 33–92 % (**tabell 7**). Totalantallet av lus lå fra 6 (på villfisk - Åse, Andøy) til 83 (på rømt oppdrettslaks, Tysnes), og andelen med rømt oppdrettsfisk var betydelig høyere enn på sommeren. Ved Tysnes og Andøy lå totalantallet av lus høyest på rømt oppdrettslaks, mens dette forholdet var omvendt ved Sortland. Larvepåslaget på laksen var lavt (1–6 larver) ved alle stasjonene bortsett fra ved Tysnes (30–72 larver), mens det var store lus og kjønnsmodne hunnlus som utgjorde den største andelen av lusa.

Tabell 6. Abundans av lakselus på Atlantisk laks fanget med kilenot eller krokarn langs norskekysten i juni og juli 2001. Infeksjonsparametre er presentert som prevalens, gjennomsnittlig antall lus (snitt) \pm standardavvik, median, min og maks antall lus på all undersøkt fisk (abundans). Prosentvis mengde larver av totalt antall lus, prosentvis mengde rømt oppdrettslaks av totalt antall laks, og total fangst (n) er oppgitt. % oppdrett basert på skjellanalyser. Ellers er andelen oppdrettsfisk basert på visuelle observasjoner fra fiskerne (merket med *).

Sted	Prev	n	snitt	median	min	maks	% larver	% oppdrett	* % oppdrett
1 Karmøy	82	55	15 \pm 13	13	0	53	20 \pm 21		17
2 Tysnes	94	120	64 \pm 102	29	0	659	34 \pm 33	53	
3 Øygarden	85	197	9 \pm 9	7	0	50	4 \pm 15	36	
4 Agdenes	96	1250	15 \pm 14	12	0	165	31 \pm 28		3
6 Haraldsøy, Vikna	98	65	13 \pm 7	11	0	41	5 \pm 9	23	
7 Lødingen 1	96	109	16 \pm 13	11	0	60	9 \pm 14		20
Lødingen 2	92	63	25 \pm 43	14	0	300	23 \pm 23		44
8 Sortland	100	230	32 \pm 10	31	11	59	20 \pm 5	30	
9 Hasvik	84	150	12 \pm 12	9	0	62	19 \pm 17	6	
10 Nord-Stattdland	81	171	5 \pm 6	4	0	58	13 \pm 27	7	
11 Åse, Andøy	76	323	5 \pm 5	3	0	29	1 \pm 4	2	
12 Alta	96	179	12 \pm 8	11	0	38	12 \pm 16	3	

Tabell 7. 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) 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
2-Tysnes	K	93	V	75	4	30 \pm 47	8 \pm 11	3 \pm 5	41 \pm 63
			O	92	49	72 \pm 86	4 \pm 7	7 \pm 11	83 \pm 85
9-Sortland	K	44	V	83	12	6 \pm 4	10 \pm 3	16 \pm 6	21 \pm 18
			O	33	15	6 \pm 3	12 \pm 3	17 \pm 4	15 \pm 19
10-Andøy	K	61	V	63	11	1 \pm 2	2 \pm 3	3 \pm 4	6 \pm 7
			O	94	17	1 \pm 3	3 \pm 3	10 \pm 8	14 \pm 12

3.3.3 Diskusjon

Karakteristisk for tilbakevandrende laks er at antall eldre stadier av lusa viser relativt liten variasjon i forhold til innvandringsveiene langs kysten. Registreringer fra kilenot- og krokarnfanget laks langs norskekysten i juni og juli viser i 2001 som i tidligere år relativt liten variasjon i antall voksne og halv voksne stadier (upubliserte data). Variasjonen i antallet yngre stadier (% larver) av lusa, som har infisert fisken relativt nylig, er imidlertid større og varierer mellom ulike innvandringsveier for innvandrende laks.

I 2001 var det igjen Tysnes i Hardangerfjorden (Hordaland) som hadde høyest infeksjoner av lakseluslarver og en relativt stor andel rømt oppdrettsfisk. Hardanger-

fjorden 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 enorm produksjon av lakseluslarver (Heuch & Mo, 2001) i dette området. Registreringer på kilenotfanget laks i 1997, 1998, 1999 og 2000 (Grimnes et al. 1998, 1999, 2000, Bjørn et al. 2001) og årlig på prematur tilbakevandrer sjørret til ferskvann siden 1995 (Birkeland 1996a, b, Birkeland 1998, Kålås & Birkeland 1999, Kålås et al. 2000, Kålås & Urdal 2001) har vist at smittepresset i Hardangerfjorden er svært høyt.

Flere forhold vil ha betydning for hvor høye infeksjoner innvandrende laks blir utsatt for i kystnære farvann. Dette ser vi tydelig ved å sammenlikne de to lokalitetene i Hordaland. Kystlokaliteten ved Øygarden og fjordlokalitet-

en ved Tysnes inne i Hardangerfjorden ligger begge i oppdrettsintensive områder. Disse lokalitetene har i flere år vist stor forskjell i infeksjonsintensitet og i andel larver av infeksjonen. Ved Øygarden var andelen larver kun 4 % i snitt mot 34 % inne i Hardangerfjorden i 2001. Dette viser 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, tempertaur, strømforhold og ikke minst i hvilken grad tilstedeværende oppdrettsnæring har kontroll med lakselus i anleggene.

Rømt oppdrettsfisk utgjør relativt store mengder av kilenotfangstene ved flere av sjøstasjonene. Fra sommerfisket (juni og juli) var det Tysnes i Hardangerfjorden (53 %) 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 lakselus-problemer eller fra et nylig avlusk 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.

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.

I vinterhalvåret da det meste av 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" i løpet av vinterhalvåret 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 i vinterhalvåret 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 vinteravlusninger i oppdrettsnæringen.

I hvilken grad rømt oppdrettsfisk vil representere et reservoar for lus i vinterhalvåret kommer an på hvor store mengder rømt oppdrettsfisk som er tilstede i kystnære omgivelser og ikke minst hvor hardt infisert de er med lus.

Fra høstfisket som startet i begynnelsen av august var prevalens av lus fra 33–92 %. Totalantallet av lus lå fra 6 (villfisk - Åse, Andøy) til 83 (rømt oppdrettslaks, Tysnes). Ved samtlige stasjoner (bortsett fra Sortland) lå totalantallet av lus høyest på rømt oppdrettslaks. Det var generelt et høyt innslag av rømt oppdrettslaks i høstfisket. Larvepåslaget på laksen var lavt ved alle stasjonene, bortsett fra ved Tysnes mens det var kjønnsmodne hunnlus som utgjorde den største andelen av lusa. 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 krokarnfiske (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 avlusk. 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.

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 forårsaker reinfisering av vinteravluskte 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 sjørretten i Vikbotten (oppdretts-eksponert) i tillegg til tilsvarende undersøkelser i Bogen i Ofotfjorden (ueksponert) (Grimnes et al. 1998, 1999, 2000, Bjørn et al. (2001). Flere tilsvarende undersøkelser er nødvendig for å vurdere sammenhengen mellom lakselusepidemier på vill sjørret og sjørøye og oppdrett av laks, og konsekvensene av lakselus på ville bestander av sjørret og sjørøye. De fleste undersøkelsene til nå er gjennomført ved registreringer av lusinfeksjonen på prematur tilbakevandrende sjørret til brakkvann eller ferskvann (Jakobsen et al. 1992, Finstad 1993, Birkeland & Jakobsen 1994, Finstad 1995, Karlsbakk et al. 1995, Birkeland 1996a, Finstad 1996, Grimnes et al. 1996, Finstad & Grimnes 1997, Birkeland & Jakobsen 1997, Grimnes et al. 1998, Elnan & Gabrielsen 1999, Grimnes et al. 1999, Holst & Jakobsen 1999, Kålås & Birkeland 1999, Kålås et al. 2000, Kålås & Urdal 2001 2002). Det er vist at det er de hardest infiserte individene som vandrer tilbake til ferskvann (Bjørn et al. 2001). Det er imidlertid også mulig at hardt infisert sjørret kan dø før de rekker å oppsøke ferskvann for avlusning. Tidligere undersøkelser vil derfor ikke kunne gi gode nok estimater over konsekvensene av lakselusinfeksjonen for bestandene, noe som nå er spesielt viktig for å evaluere tiltakene i Nasjonal handlingsplan mot lus på laksefisk.

Årets undersøkelse dekket flere sjørret- og sjørøyevasdrag over et stort geografisk område og med varierende oppdrettsaktivitet. Vi har etablerte langtidsserier på de fleste av disse lokalitetene slik at vi nå har gode indikator-systemer i Trøndelag, Nordland, Troms og Finnmark som til sammen dekker nesten 2/3'deler av den norske kysten. Langtidsdatane fra disse systemene er nå spesielt viktige for å vurdere om tiltakene i næringen har tilstrekkelig effekt. Resultatene fra 2001 viste at infeksjonstrykket varierte mellom vassdragene i tid og rom. Det var en tendens til at det sørligste vassdragene ble infisert tidligere og hardere enn de nordligste. Lakselus må fortsatt sees på som en trussel mot lokale bestander av sjørret i dette området. Infeksjonen på vill sjørret på Hitra er bekymringsfull fordi oppdretterne i Trøndelag generelt har vært dyktig til å bekjempe lakselus, og fordi situasjonen ikke har blitt vesentlig forbedret i løpet av overvåkningsperioden (Grimnes et al. 1999, 2000, Bjørn et al. in prep). Vi vet imidlertid at tettheten av oppdrettsanlegg er høy i området. 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. 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 imidlertid oppløftende for 2001. Vi har aldri observert så lave infeksjoner på sjørretten i sjøen. Sommeren 2001 var også første gang siden undersøkelsen startet i 1992 (Finstad 1993, Finstad et al. 1995, Finstad 1996, Finstad & Grimnes 1997, Grimnes et al. 1998, 1999, 2000, Bjørn et al. 2001, Bjørn et al. in prep) at hardt infisert eller lakselusskadet fisk ikke vandrer prematurt tilbake til Vikvassdraget. Infeksjonsnivået var kun moderat forhøyet i forhold til antatt historiske infeksjoner (Bjørn 2002), og observasjoner tyder på at sjørretten benyttet sjøopp-holdet normalt. Årets gode resultater kan tyde på at tiltakene i næringen har virket, spesielt med tanke på at det stod store mengder voksen fisk i Langøysundet våren 2001, og synkronisert avlusning ble gjennomført for første gang høsten 2000 i Nordland. Det er imidlertid et grunnleggende problem at vi ikke har god nok kunnskap om terskelverdien for et bærekraftig infeksjonsnivå på ville bestander av sjørret og sjørøye. Tidligere fellestudier fra Vikvassdraget (Grimnes 1998; Bjørn & Finstad upublisert) indikerte at overlevelsen fra dette vassdraget var betydelig lavere enn i tilsvarende studier (f.eks. Berg & Berg, 1987), selv ved infeksjoner rundt 20–30 lus (se Grimnes et al., 2000). Nye studier av effekten av lakselus på populasjonsnivå burde derfor ha blitt vektlagt.

Positive resultater ble i år 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, 2001). Vi har sett en gradvis forbedring i 2000 og 2001 og årets sesong var den beste så langt med tanke på lakselusinfeksjoner. Sjørretten hadde kun svakt forhøyede infeksjoner i forhold til historiske nivå, og det ble heller ikke observert prematur tilbakevandring til ferskvann eller en økning i infeksjonstrykket utover høsten. I Altafjorden i Finnmark var det imidlertid en noe klarere høstinfeksjon. Selv om denne var mindre uttrykt enn sommeren 2000, var den likevel av et nivå som kan ha negativ effekt på deler av bestanden, og da spesielt på umoden sjørret. I Troms og Finnmark ble det foretatt en tilsvarende synkronisert høstavlusning i 2000 som i Nordland. Hele Nord-Norge ble derfor relativt synkront avlusset for første gang høsten 2000. Det er sannsynlig at dette har hatt positiv effekt på infeksjonsnivået på vill sjørret og sjørøye, og i år så vi heller ikke den samme økningen i august som vi tidligere har sett for eksempel i Troms (Bjørn et al. 2000, 2001). Sjørretten og til dels også sjørøya i Altafjorden i Finnmark utsettes imidlertid for et for høyt infeksjonspress utover høsten. Disse resultatene er i overensstemmelse med tidligere undersøkelser (Bjørn &

Finstad, 2002), og indikerer at lus kan bli et problem for disse artene etter hvert som oppdrettsnæringen ekspanderer. Dette kan bety at oppdrettsnæringen i Altafjorden ikke har hatt tilstrekkelig fokus på å bekjempe lakselus i løpet av sommeren. Alternativt kan også smitte fra andre kilder være viktig i de store laksefjordene i Finnmark, for eksempel fra innvandrende vill laks. Dette burde undersøkes nærmere og det er et behov for å modellere smittespredningen mellom vertene i de store Finnmarksfjordene. På denne måten vil man kunne optimalisere tiltakene i næringen, og legge seg på et riktig kjemisk bekjempelsesnivå. Imidlertid har vi sett store variasjoner i infeksjonsrisiko mellom år både fra Vestlandsfjordene og fra Nord-Norge (Holst et al., 2001; Bjørn, 2002). Undersøkelsene bør derfor fortsette og bør være tilknyttet de indikatorsystemene der vi nå har langtids-serier. I tillegg burde vi inkludere ett eller flere sjøørret-lokaliteter 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 til laks sommeren 2001 var også lavt i de store Nord-Norske laksefjorden, Malangen og Altafjorden. Parallellt inn-samlinger av vill sjøørret og sjørøye fra littoralsonen i Altafjorden og på lokaliteten i sør-Troms, viste også at infeksjonspresset på sjøørret var lavt under utvandringen til laksesmolt. Det er imidlertid store hull i kunnskapen om utvandningsveier, oppholdstid i fjordsystemer og marin postsmoltøkologi til laks i nordlige områder (Anonym 1999). Samtidig vet vi f.eks fra Trondheimsfjorden at prevalens og infeksjonsbelastning på postsmolten varierer mellom år og mellom soner i fjordsystemet (Finstad et al. 2000). Det samme ser vi fra postsmoltundersøkelser i fjorder lengre sør (Holst et al. 2001), og fra undersøkelser på sjøørret i Nord-Norge (Grimnes et al. 1998, 1999, 2000, Bjørn et al. 2000, 2001). 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, 2001 og 2002) har pulsen imidlertid kommet i august (Bjørn et al. 2001, Bjørn & Finstad 2002, Bjørn et al. in prep). Risikoen for- og konsekvensene av infeksjonen på utvandrende laksesmolt i nordlige områder, 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 laksesmolten kan vandre uinfisert ut fra fjordsystemene i Nord-Norge. Vi har imidlertid også indikasjoner på at postsmolten kan utnytte og oppholde seg adskillig lengre i Finnmarksfjordene enn tidligere antatt, og at dette kan øke infeksjonsrisikoen. Våre foreløpige resultater understreker derfor at erfaringer fra Vestlandet med hensyn til oppdrett og risiko for lakselusangrep på utvandrende laksesmolt ikke nødvendigvis kan overføres direkte til de store laksefjordene i nord-Troms og Finnmark. Vi vil derfor fokusere på å skaffe gode data i 2002, og undersøkelsen i

Altafjorden vil i så måte bli spesielt viktig. Undersøkelsene må derfor videreføres for i) å fange opp variasjonen mellom år, ii) med større sikkerhet vurdere effektene av epidemiske lakselusangrep på utvandrende smolt, og ikke minst, iii) vurdere effektene av Nasjonal handlingsplan mot lus på laksefisk og mulige konsekvenser av økt lakseoppdrett i de store Finnmarksfjordene.

I Trondheimsfjorden var infeksjonen på utvandrende laksesmolt høyere enn i 2000, og høyere infeksjoner har kun tidligere blitt observert i 1992 og i 1998 (Finstad et al. 2000). Infeksjonen var imidlertid ikke på et dramatisk nivå i forhold til de nivåene som man finne for eksempel i Sognefjorden (Holst et al. 2001), men en liten del av smolten har infeksjonsnivåer i enkelte soner og uker som vi antar kan redusere prestasjonene deres (Wagner et al. submitted). Trondheimsfjorden har imidlertid ikke oppdrett i selve fjorden. Forskjellen i infeksjonsnivå i forhold til Vestlandsfjordene kan derfor skyldes mindre oppdrettsaktivitet, og i så måte være en parallell til det som er funnet med henyn til lakselus på vill sjøørret og grad av oppdrettseksposering (Bjørn et al. 2001). Det er likevel mye oppdrett i områdene utenfor Trondheimsfjorden. Resultatene av våre parallele innsamlinger på vill sjøørret på Hitra viste at infeksjonen var høy på sjøørreten i år. Samtidig vet vi at overlevelsen på lusa spredningstadier er lang (Boxaspen & Næss 2000), og at disse kan transporteres inn i Trondheimsfjorden med innstrømmende kystvann. Imidlertid vet vi at store mengder villaks også vandrer inn Trondheimsfjorden. Vi vet også at disse kan bringe med seg relativt mye kjønnsmoden lus. Noe av smitten kan derfor også komme fra denne kilden. Det er derfor et behov for å koble kvalitetssikrede registreringer på oppdrettslaks og registreringer på innvandrende laks med infeksjonsrisiko og konsekvenser på utvandrende laksefisk (sjøørret og laks) i prioriterte områder.

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). Variasjonen i antallet yngre stadier (% larver) av lusa er imidlertid større og det er en tendens til at laks som har vandret inn oppdrettsintensive fjorder kan få et betydelig larvepåslag. I områder uten oppdrett kan imidlertid 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 imidlertid liten (Heuch & Mo 2001), men bidraget fra rømt oppdrettslaks bør overvåkes sterkere ettersom tiltakene i næringen virker (Heuch & Mo, 2001).

Tidligere undersøkelse viser imidlertid også at vill sjøørret og sjørøye blir adskillig høyere infisert med lus enn

oppdrettslaks selv i samme fjordsystem (Heuch et al. 2000, Bjørn et al. 2001). Relativt lave lusnivå på oppdrettslaksen i et område, betyr ikke nødvendigvis at det samme er tilfelle hos vill laksefisk. Situasjonen i Nord-Norge på vill sjørret og sjørøye er oppløftende og det kan ha sammenheng med den synkroniserte avlusningen som for første gang ble gjennomført i Nordland, Troms og Finnmark høsten 2000. Laksesmoltten slapp også i år sannsynligvis ut fra fjordene i Troms og Finnmark med liten lusinfeksjon. Dette kan ha sammenheng med at tiltak i næringen har fokusert spesifikt på å holde infeksjonstrykket lavt under utvandningsperioden til laksesmolt, men kan også skyldes naturgitte forhold. I Trondheimsfjorden var situasjonen imidlertid ikke forbedret verken på utvandrende laksesmolt eller på sjørret. Tilsvarende feltundersøkelser bør derfor følges opp også i framtiden for å vurdere om tiltakene i oppdrettsnæringen er tilstrekkelig, og for å generere nødvendig kunnskapsgrunnlag for å forvalte lakselusproblematikken på vill og oppdrettet laksefisk. Vi bør imidlertid konsentrere oss om de indikatorsystemene der vi har gode langtidsdata på sjørret, sjørøye og på ut- og innvandrende laks, og helst utvide disse til også sjørret i sjø og ferskvann på Vestlandet. Imidlertid bør det understrekes at det fortsatt er et behov for nye og grunnleggende studier av lakselusas 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 oppdretta laksefisk.

5 Referanser

- Anonym 1997. Nasjonal handlingsplan mot lus på laksefisk. 297 s.
- Anonym 1999a. Til laks åt alle kan ingen gjera. - Norges Offentlige Utredninger. NOU 1999: 9.
- 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.
- Berg, O.K., & Jonsson, B. 1990. Growth and survival of the anadromous trout, *Salmo trutta*, from the Vardnes River in 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. & Jakobsen, P. 1994. Omfanget av lakselus på vill laksefisk i fylkene nordland, nord- og sør-Trøndelag, Møre & Romsdal, Sogn & Fjordane og Hordaland i 1993. - Rapport til Direktoratet for Naturforvaltning. 14 s.
- 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 & 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.
- 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. 1996. The effects of salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis* Krøyer) infestation on sea trout (*Salmo trutta* L.) post smolts. - MSc thesis. The Norwegian College of Fishery Science, University of Tromsø. p 1-39.
- 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 sjørret og sjørøye i Troms sommeren 1998. - Foreløpig prosjektrapport til Fylkesmannen i Troms, Miljøvernvedlingen. 15 s.
- Bjørn P.A., Kristoffersen R. & Finstad B. 2000. Lakselus på vill sjørret 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. (2001). 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. 2001. Registreringer av lakselus på laks, sjørret og sjørøye i 2000. - NINA Oppdragsmelding 698: 1-40.
- Bjørn, P. A. (2002). The physiological and ecological effects of salmon lice, *Lepeophtheirus salmonis* Krøyer, infection on anadromous salmonids. - Dr. scient. Thesis. Norwegian College of Fishery Science, University of Tromsø, Norway.
- 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.
- 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*. - *Journal of Fish Diseases* 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.
- Boxhall, 1974. Infections with parasitic copepods in North Sea marine fishes. - *J. Mar. Biol. Assoc., UK* 54: 355-372.
- Elnan, S.D. & Gabrielsen, S.E. 1999. Overvåkning av lakselus på sjørret i Rogaland sommeren 1998. - Miljørapport 2-1999: 1-31.
- Finstad, B. 1993. Økologiske og fysiologiske konsekvenser av lus på laksefisk i fjordsystem. - NINA Oppdragsmelding 213: 1-18.
- 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., Bjørn, P.A., Nilsen, S.T. & Hvidsten, N.A. 1994a. Registreringer av lakselus på laks, sjørret og sjørøye. - NINA Oppdragsmelding 287: 1-35.
- Finstad, B., Johnsen, B.O & Hvidsten, N.A. 1994b. Prevalence and mean intensity of salmon lice, *Lepeophtheirus salmonis* Krøyer, infection on wild Atlantic salmon, *Salmo salar* L., postsmolts. - *Aquacult. Fish. Manage.* 25: 761-764.
- Finstad, B. 1995. Registreringer av lakselus på laks, sjørret 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, sjørret og sjørøye. - NINA Oppdragsmelding 395: 1-27.
- Finstad, B. & Grimnes, A. 1997. Registreringer av lakselus på laks, sjørret og sjørøye i 1996. - NINA Oppdragsmelding 485: 1-27.
- Finstad, B. & Grimnes, A. 1997. Registreringer av lakselus på laks, sjørret 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. 1996a. 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, sjørret og sjørøye i 1997. - NINA Oppdragsmelding 525: 1-33.
- Grimnes, A., Finstad, B. & Bjørn, A.P. 1999. Registreringer av lakselus på laks, sjørret og sjørøye i 1998. - NINA Oppdragsmelding 579: 1-33.
- Grimnes, A., Finstad, B. & Bjørn, P.A. 2000. Registreringer av lakselus på laks, sjørret og sjørøye i 1999. - NINA Oppdragsmelding 634: 1-33.
- Heuch, P.A., Finstad, B. & Bjørn, P.A. 2000. Lakselusproduksjon på oppdrettslaks og frittsvømmende laksefisk, og skadevirkninger på lokale sjørretbestander. - Sluttrapport til NFR. 22 s.
- 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.
- 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, P.J., Birkeland, K., Grimnes, A., Nylund, A. & Urdal, K. 1992. Undersøkelser av lakselusinfeksjoner på sjøaure og laksesmolt i 1992. - Rapport Zoologisk Institutt, Universitetet i Bergen. 38 s.
- 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.
- Kabata, Z. 1974. Moth and mode of feeding of Caligidae (Copepoda), parasites of fishes, as determined by light and scanning electron microscopy. - J. Fish. Res. Bd. Can. 31: 1583-1588.
- Karlsbakk, E., Hodneland, K., Kålås, S. & Nylund, A. 1995. Lakselus på vill laksefisk i fylkene Nordland, Nord- og Sør-Trøndelag, Møre & Romsdal, Sogn & Fjordane og Hordaland i 1994. - Rapport til Direktoratet for Naturforvaltning. 14 s.
- 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. 2001. 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. 2001. 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. & Schreck, 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 post-smolt 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. 1989. Stress responses and disease resistance in salmonid fish: effects of chronic elevation of plasma cortisol. - Fish Physiol. Biochem. 7: 253-258.
- 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. & Whelan K.F. 1993 Production of nauplii of *Lepeophtheirus salmonis* (Krøyer) (Copepoda: Caligidae) from farmed and wild salmon and its relation to the infestation of wild sea trout (*Salmo trutta* L.) off the west coast of Ireland in 1991. - Fish. Res. 17: 187-200.

- 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. 2002. Physiological impact of salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*) on swimming performance of Atlantic salmon (*Salmo salar*). – J- Fish. Biol., submitted.

NINA Oppdragsmelding 737

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-1309-5

NINA Hovedkontor
Tungasletta 2
7485 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 73 80 14 01