

Registreringer av lakselus på laks, sjørret og sjørøye i 2000

Pål Arne Bjørn
Bengt Finstad
Roar Kristoffersen

NINA oppdragsmelding 698



NINA Norsk institutt for naturforskning

Registreringer av lakselus på laks, sjørret og sjørøye i 2000

Pål Arne Bjørn
Bengt Finstad
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

Det 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 befæringsrapporter, 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. 2001. Registreringer av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye i 2000. - NINA Oppdragsmelding 698: 1-40.

Trondheim, juni 2001

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-1238-2

Forvaltningsområde:
Naturovervåking
Environmental monitoring

Rettighetshaver ©:
NINA•NIKU
Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:
Torbjørn Forseth

Montering og layout:
Synnøve Vanvik

Sats: NINA•NIKU

Kopiering: Norservice

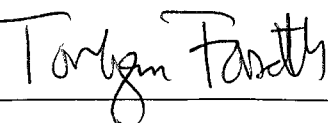
Opplag: 200

Kontaktadresse:
NINA•NIKU
Tungasletta 2
N-7485 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00
Telefax: 73 80 14 01

Tilgjengelighet:

Prosjekt nr.: 13305, 13315, 13316, 13317

Ansvarlig signatur:



Oppdragsgiver:

Direktoratet for naturforvaltning. Statens nærings- og distriktsutviklingsfond, Region Troms (SND). Fylkesmannen i Troms, Miljøvern-avdelingen. Fiskeridirektoratet. Statens dyrehelsetilsyn, Fylkesveterinæren for Troms og Finnmark. Troms fiskeoppdretterlag. Senja sjøfarmer AS.

Referat

Bjørn, P.A., Finstad, B. & Kristoffersen, R. 2001. Registreringer av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye i 2000. – NINA Oppdragsmelding 698: 1-40.

Årets undersøkelse dekket en rekke sjøørret- og sjørøye-vassdrag over et stort geografisk område og med varierende oppdrettsaktivitet. Resultatene viste at infeksjonstrykket varierte mellom vassdragene i tid og rom. Det var en tendens til at de sørligste vassdragene ble infisert tidligere enn de nordligste, og også at intensiteten og konsekvensene var av høyere omfang der. I enkelte av vassdragene var lakselusangrepet også i 2000 av et slikt omfang at lakselus fortsatt må sees på som en betydelig trussel mot lokale bestander av sjøørret og sjørøye. Variasjonen mellom vassdragene tyder på at smitten kan være av lokal karakter, og at enkelte systemer er mer utsatt enn andre. Langtidsundersøkelsen fra Vikvassdraget viste at infeksjonstrykket også var høyt sommeren 2000, og kan tyde på at tiltak i oppdrettsnæringen ikke har greid å redusere smittepresset på lokale sjøørretbestander.

Infeksjonspresset under smoltutvandringen til laks sommeren 2000 var imidlertid lavt både i Trondheimsfjorden, Malangen og i Altafjorden. Parallele innsamlinger av vill sjøørret og sjørøye fra littoralsonen i Altafjorden og på lokaliteter i sør-Troms, viste også at infeksjonspresset på sjøørret var lavt på disse lokalitetene i denne perioden. 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. Lakselus kan derfor potensielt være et problem også for utvandrende laksesmolt i nordlige fjordområder.

Undersøkelsene bør 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 (1993-2000), 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. 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. 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.

Årets undersøkelser understreker imidlertid at enkelte oppdrettsanlegg har en betydelig risiko for infeksjon, sannsynligvis som følge av lokalitetsspesifikke faktorer. Dersom det står mye fisk på slike lokaliteter, viser beregninger av lusa reproduksjonspotensiale at disse anleggene kan være betydelige smitekilder, mens andre anlegg representerer en ubetydelig smitekilde. Likeledes viser undersøkelsen av sammenhengen mellom lus på vill sjøørret og sjørøye og graden av oppdrettseksposering at det er en generell sammenheng selv om den ikke er entydig.

Undersøkelsen viser imidlertid også at vill sjøørret og sjørøye blir adskillig høyere infisert med lus enn oppdrettslaks selv i samme fjordsystem. Relativt lave lusenivå på oppdrettslaksen i et område betyr ikke nødvendigvis at det samme er tilfelle hos vill laksefisk, og de få langtidsdataene som finnes indikerer ikke at tiltakene i oppdrettsnæringen har greid å redusere infeksjonspresset på lokale bestander av sjøørret i tilstrekkelig grad. Laksesmolten slapp imidlertid i år ut fra fjordene med liten lusinfeksjon. Dette kan ha sammenheng med at tiltak i næringen har fokusert spesifikt på å holde infeksjonstrykket lavt under utvandringsperioden til laksesmolt, men kan også skyldes naturlige variasjoner mellom år. Årets, eller tilsvarende feltundersøkelser, bør derfor følges opp også i framtiden for å vurdere om tiltakene i oppdrettsnæringen er tilstrekkelig, og for å generere nødvendig kunnskapsgrunnlaget for å forvalte lakselusproblematikken 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, Havbruksstasjonen, 9005 Tromsø.

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

Abstract

Bjørn, P.A., Finstad, B. & Kristoffersen, R. 2001. Registrations of salmon lice on Atlantic salmon, sea trout and Arctic charr in 2000. – NINA Oppdragsmelding 698: 1-40.

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 watercourses became infected earlier than the northernmost, and that the infection pressure was higher in the southernmost areas. In some of the watercourses, the infection pressure of salmon lice on fish was very high, and must still be considered as a major threat against local populations of sea trout and Arctic charr. The large variation between the watercourses further indicate a local derived infection pressure, and that some systems suffer a higher risk of infection than others. The long term investigation in the Vik system, indicated that the risks of infection was high also in the summer of 2000, and indicate that the fish farming industry have not succeeded in reducing the infection pressure on local populations of sea trout and Arctic char.

Fjord migrating smolts of Atlantic salmon, however, had a low risk of salmon lice infection during their fjord migration in the late spring/early summer of 2000 both in the Trondheimsfjord, the Malangsfjord and the Altafjord system. 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. 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 (1993-2000), shows that some individuals are heavily infected with mature female lice, which may indicate a generally increased infection pressure in the marine phase of Atlantic salmon. Infection with younger lice stages, on the other hand, varies more between the localities, and there is a tendency that salmon ascending areas with intense farming activity may

suffer a high risk of infection from lice copepodids. In areas without fish farming, infective copepodids deriving from ascending wild Atlantic salmon, may infect both farmed and wild salmonids. 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.

This years investigation underlines that some fish farms also suffer a considerable risk of salmon lice infection, probably mostly due to factors specific to the farming locality. If such a locality holds large quantities of fish, calculations of the reproduction capacity of the lice shows that these localities can be major sources of infection, while others represent only minor sources of infective copepodids. The correlation between lice on wild sea trout and Arctic char and the exposure to fish farming activity, also shows that there seems to be a connection, although not clear-cut.

However, the investigation also shows that wild sea trout and Arctic charr becomes severely more infected than farmed salmon on neighbouring localities, even in the same fjord system. 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 reduced the latest years. Atlantic salmon, however, migrated to the sea with low infections in 2000. This may be connected with the effects of the treatments in the fish farms because the industry has specially aimed to keep the infection level down in the critical time when smolts of Atlantic salmon migrates to sea, but can also be due to environmental variations. 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., Aquaculture Research Station, NO-9005 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 fjord-systemer. I sesongen 2000 har disse undersøkelsene fortsatt og blitt utvidet og er et samarbeidsprosjekt mellom NINAs «Nasjonale overvåkningsprogram» og prosjektet «Risiko, forvaltning og bekjempelse av lus på oppdrettet og vill laksefisk» ved Norges Fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø. Undersøkelsen har blitt finansiert av Direktoratet for naturforvaltning, Statens nærings- og distriktsutviklingsfond, Region Troms (SND), Fylkesmannen i Troms, Miljøvern avdelingen, Fiskeridirektoratet, Statens dyrehelsetilsyn, Fylkesveterinæren for Troms og Finnmark, Troms fiskeoppdretterlag og Senja sjøfarmer AS.

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. 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 krokgarnfangster, og til fiskerne som muliggjorde innsamlingen av postsmolt fra Trondheimsfjorden. Eilert Halsnes og Jan Evjen ved NFH (FF Hyas) takkes for en iherdig innsats ved innsamlingen av postsmolt fra Malangsfjorden og Altafjorden. Lakse-smolten fra Trondheimsfjorden har blitt bearbeidet av Jan Gunnar Jensås. Lakse-smolten fra Malangsfjorden og Altafjorden og sjørretmaterialet fra Nordland, Troms og Finnmark har blitt bearbeidet av Stig Sandring, Per Even Langseth og Maja Johnsen.

Trondheim, juli 2001

Bengt Finstad og Pål Arne Bjørn
prosjektledere

Innhold

Referat.....	3
Abstract.....	4
Forord.....	5
1 Innledning	6
2 Materiale og metoder	7
3 Resultater og diskusjon	13
3.1 Intensitet og konsekvenser av infeksjonen på ville sjørret og sjørøyebestander i områder med varierende oppdrettsaktivitet.....	13
3.1.1 Intensitet av lakselus på vill sjørret og sjørøye.....	13
3.1.2 Utviklingsstadier til lakselus på vill sjørret og sjørøye.....	15
3.1.3 Konsekvenser av lakselusinfeksjon på vill sjørret og sjørøye.....	15
3.1.4 Diskusjon.....	15
3.2 Infeksjonsintensitet og konsekvenser av infeksjonen på utvandrende laksesmolt i fjord-områder med varierende oppdrettsaktivitet.....	24
3.2.1 Resultater	24
3.2.2 Diskusjon.....	24
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.	26
3.3.1 Registreringer av lakselus på tilbakevandrende atlantisk laks ved ulike sjøstasjoner langs norskekysten.	26
3.3.2 Lakselusregistreringer på villaks og rømt oppdrettsfisk fra høstfisket i utvalgte fjord- og kystlokaliteter.....	26
3.3.3 Diskusjon.....	26
3.4 Lakselusinfeksjonen på laks i oppdrettsanlegg i utvalgte fjord og kystlokaliteter.....	28
3.4.1 Resultater	28
3.4.2 Diskusjon.....	29
3.5 Sammenhengen mellom lus på oppdrettet og vill laksefisk i utvalgte fjord og kystlokaliteter.....	31
3.5.1 Resultater	31
3.5.2 Diskusjon.....	32
4 Oppsummerende diskusjon.	36
5 Referanser	37

1 Innledning

Lakselus, som er en naturlig forekommende marin parasitt hos laksefisk, har som følge av oppdrettsnæringen fått en dramatisk økning i vertstiltgang langs kysten av Norge. 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 lakselusmiddel 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 sjørret, 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, Bjørn et al. i trykk, Bjørn & Finstad, innsendt). Foreløpige resultater 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).

Eksperimentelle studier har vist at både laks, sjørret og sjørøye er mottakelig for lakselus (Bjørn & Finstad 1998) og at høye infeksjoner fører til fysiologiske forstyrrelser hos postsmolt av laksefisk (Grimnes & Jakobsen 1996, Bjørn & Finstad 1997). 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 anleggsproduert sjørret (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 sjørret mindre enn 150 gram. Det betyr m.a.o. at dersom en sjørret 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 inntreffer ved 0,7 luselarver pr. gram fiskevekt, og at mindre forstyrrelser kan inntre ved 0,3 luselarver pr. gram fiskevekt (Bjørn 1996, Bjørn & Finstad 1997, Bjørn et al., i trykk). 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 stress-

reaksjon (Nolan et al. 1999). Det er derfor sannsynlig at lakselusinfeksjoner registrert på vill sjørret 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. i trykk). 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; Holst 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 1999 heter det at få delmål i handlingsplanen er oppnådd så langt (Anonym 2000). Langtidsregistreringer av lakselus på villfisk er en viktig resultatindikator for handlingsplanen og nevnes som et delmål som delvis er oppnådd (Anonym 2000). 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 1999 viser lite oppløftene tall. Forekomstene var fortsatt høye både på utvandrende laksesmolt (Holst & Jakobsen 1998, Holst & Jakobsen 1999, Finstad et al. 2000) og på vill sjørret i nordlige deler av Ryfylket i Rogaland, i midtre deler av Hardangerfjorden, i Vesterålen og også i sørlige deler av Troms (Kålås et al. 1999, Grimnes et al. 2000, Bjørn et al. 2000). I 1999 var f.eks. situasjonen for sjørreten i Vikvassdraget i Nordland adskillig verre enn året før, og det ble observert betydelig prematur tilbakevandring av fisk med infeksjonsnivåer som ville vært dødelig eller skapt osmoregulatoriske problemer ved fortsatt sjøoppdrett (Grimnes et al. 2000, Bjørn et al. i trykk). En foreløpig indeks for oppdretts-eksponering indikerte at det var en viss positiv sammenheng mellom graden av oppdrettsaktivitet og lakselusinfeksjon på vill sjørret i nordre Nordland og Troms (Bjørn et al. 2000). Likeledes viste resultater fra registreringer av lus på oppdrettslaks i Lofoten og Vesterålen at nivået på enkelte anlegg var høyt (M. Johnsen, pers. med. 2001). For nordre Nordland og Troms viste resultatene fra 1999 at tiltakene for å redusere lusmengden på oppdrettslaks ikke har vært tilstrekkelig og at infeksjonspresset på ville bestander av sjørret og sjørøye faktisk ble

forverret fra 1998 til 1999 (Grimnes et al. 2000, Bjørn et al. 2000).

Det er derfor viktig at overvåking av lus på villfisk styrkes og benyttes aktivt i evaluering og videre planlegging av tiltak i oppdrettsanlegg (Anonym 1999b, Anonym 2000). Det er i tillegg viktig å koordinere overvåkingen både på vill og oppdrettet laksefisk i prioriterte områder for å kunne vurdere om tiltakene som iverksettes er rette og tilstrekkelige. For å få dette til, forutsettes det at tilstrekkelige midler stilles til rådighet og at arbeidet profesjonaliseres (Anonym 2000).

Dette prosjektet har hatt som målsetting å foreta en nasjonal overvåking av lus på vill og oppdrettet fisk i prioriterte områder langs Norskekysten og er et samarbeidsprosjekt mellom NINAs «Nasjonale overvåkningsprogram» og prosjektet «Risiko, forvaltning og bekjempelse av lus på oppdrettet og vill laksefisk» ved Norges Fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø. Prosjektet består av følgende delprosjekt:

- Del 1: Intensitet og konsekvenser av infeksjonen på ville sjørret 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.
- Del 4: Lakselusinfeksjonen på oppdrettslaks i anlegg i utvalgte fjord- og kystlokalteter.
- Del 5: Sammenhengen mellom lus på oppdrettet og vill laksefisk i utvalgte fjord og kystlokalteter.

2 Materiale og metoder

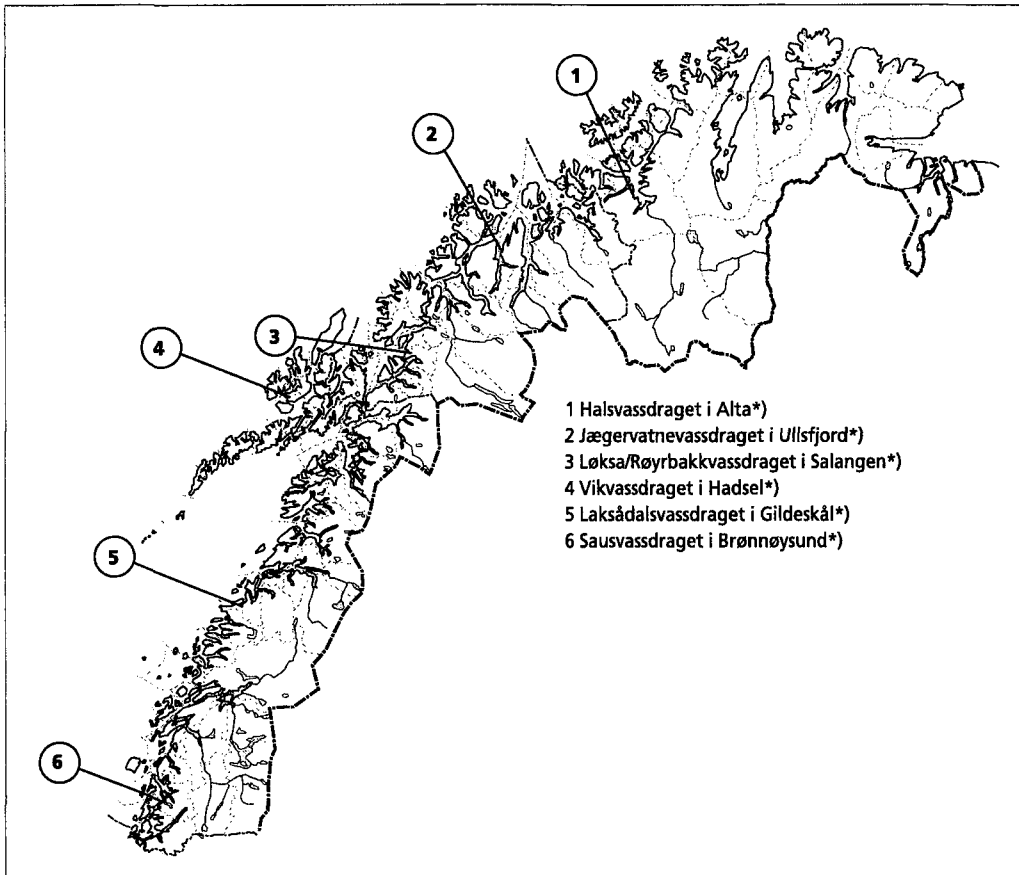
Del 1: Intensitet og konsekvenser av infeksjonen på ville sjørret og sjørøyebestander i områder med varierende oppdrettsaktivitet.

Lakselusinfeksjonen på sjørret og sjørøye fanget i sjø og brakkvann/ferskvann ble undersøkt på seks hovedlokalteter med varierende oppdrettsbelastning i Nordland, Troms og Finnmark (**figur 1**). Følgende tre lokaliteter ble undersøkt i Nordland: Sausvassdraget i Brønnøysund, Laksådalsvassdraget i Gildeskål og Vikvassdraget i Hadsel. I Troms ble Løksebotten/Røyrbakkvassdraget i Salangen og Jægervassdraget i Ullsfjord undersøkt, mens Halsvassdraget i Alta ble undersøkt i Finnmark.

På disse 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. 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 littoralsona der mye av sjørreten og sjørøya oppholder seg under næringsvandringa i sjøen (egne observasjoner). Garnene ble overvåket, og fisken ble raskt tatt ut. Etter at vekt og totalengde var notert, ble fisken lagt individuelt i plastposer og frosset ned for videre bearbeiding på laboratoriet. Dette forhindrer et betydelig tap av skjell og lus. I brakkvannsestuariene ble det benyttet en begrenset garnserie med maskevidder på 18, 22 og 26 mm, og fisket ble enten gjennomført med forankring eller ved drivgarn på full flo. I ferskvann ble det benyttet elektrisk fiskeapparat på faste stasjoner like over høyvannsmarket.

Den registrerte forekomsten av lus på bestandene av vill sjørret og sjørøye blir vurdert i forhold til antatt normal lusinfeksjon både historisk sett (Boxhall 1974) og i områder uten oppdrett (Tingley et al. 1997, Mo & Heuch 1998; Schram et al. 1998, Bjørn et al. i trykk, Bjørn & Finstad innsendt). Videre blir 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. i trykk) 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. i trykk, Bjørn & Finstad innsendt), 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.



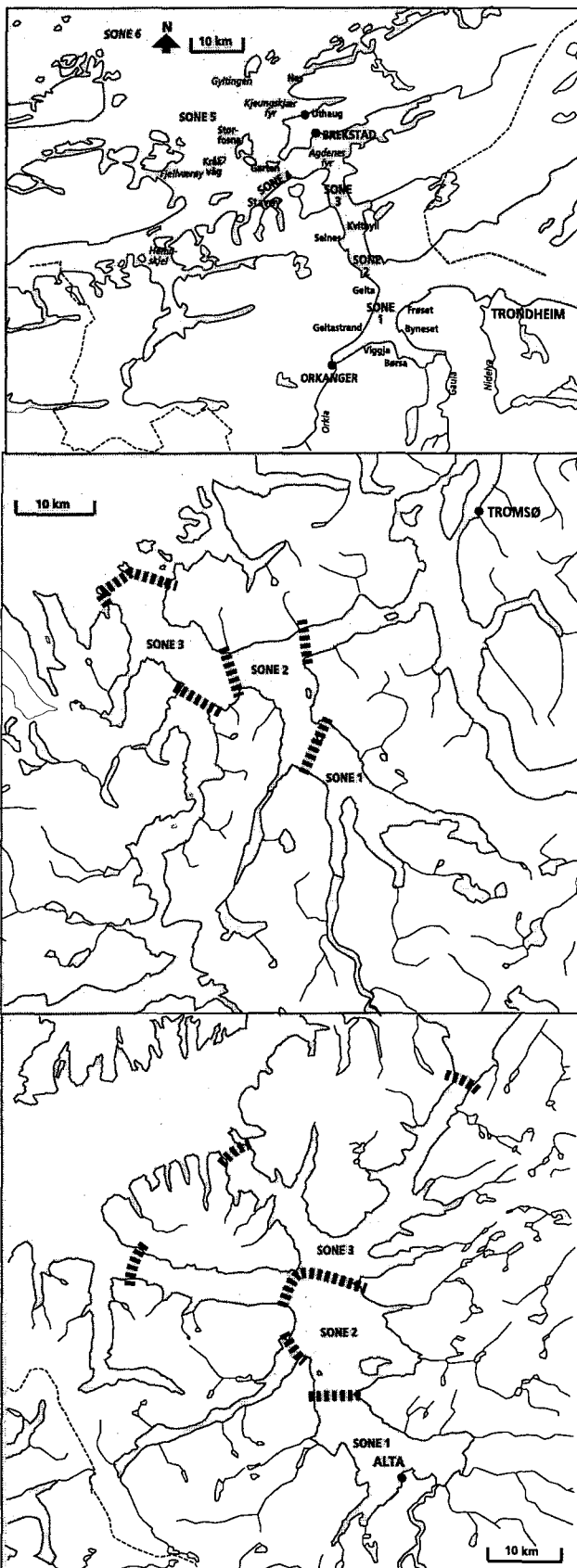
Figur 1. Kart over sjørret og sjørøyelokalitetene som ble undersøkt sommeren 2000. Sjørret og sjørøye fra lokalitetene ble fanget med garn i sjøen eller med garn/elfiskeapparat i ferskvann gjentatte ganger gjennom hele sommeren, fortrinnsvis både i juni, juli og august, og undersøkt for grad av lakselusinfeksjon. Se tabell 1 for navn på lokalitetene og for grad av oppdrettseksposering.

2. **Moderat infeksjon:** Korrelasjonsanalyser indikerer at mindre osmoregulatoriske forstyrrelser hos sjørret etter hvert (ved preadulte og adulte lus) vil inntrer ved ca 0,3 luslarver pr. gram fiskevekt (Bjørn og 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.
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. i trykk), 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 trålsoneene hvert år, men antall soner og uker med tråling varierer mellom år (se Grimnes et al. 2000). Trålingen i Trondheimsfjorden ble i år vekselvis gjennomført i sone 3 og i sone 5 i uke 20, 21 og 22. Begge sonene ble trålt samtidig kun i uke 21, og det ble tatt to til tre trålhal i hver av sonene.

I tillegg til dette gjennomførte vi i 2000 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 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 ueksposert, mens de ytre strøkene er eksponert for oppdrett. Den indre delen av Malangsfjorden er også unntatt for oppdrettsaktivitet, mens det er



Figur 2. Kart over postsmolt-lokalitetene med de ulike trålsone som ble undersøkt med partrål eller FISH-LIFT forsommeren 2000. Utvandrende laksesmolt ble fanget i uke 20-22 i Trondheimsfjorden (partrål), i uke 23 og uke 26 i Malangsfjorden og i uke 24 og 27 i Altafjorden (FISH-LIFT) og undersøkt for forekomst av lakselus.

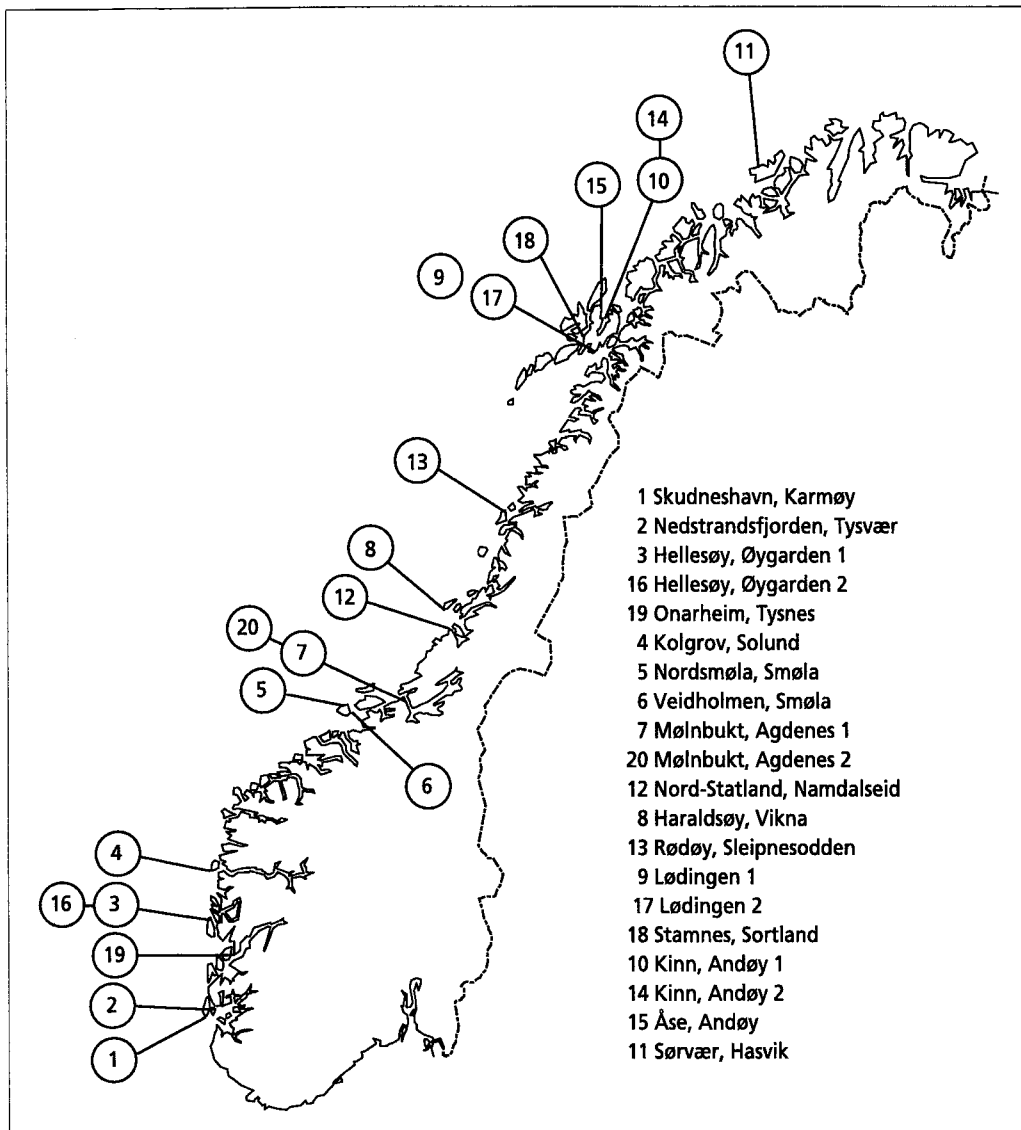
noe oppdrett i de ytre delene. Oppdrettsaktiviteten sør for Malangen (Sør-Troms) er imidlertid relativt høy. Indre Malangen betraktes derfor som uekspontert, mens midtre og ytre områder betraktes som middels ekspontert. Altafjorden er en intensiv oppdrettsfjord, og det drives oppdrettsaktivitet også helt innerst i fjorden. I midtre del av fjorden er aktiviteten betydelig, mens de ytre deler (Stjernesundet og Kvalsundet) ikke har oppdrettsvirksomhet.

Trålingene i Malangs- og Altafjorden ble gjennomført med F/F «Johan Ruud» og «Hyas» fra Norges Fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø. Tidsrommene var uke 23 og 26 og uke 24 og 27 i henholdsvis Malangs- og Altafjorden. 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 og Marianne Holm ved Havforskningsinstituttet ble trålen bygd ved NFH og tilpasset og testet på de nevnte forskningsfartøylene, og den har vist seg ypperlig til å fange smolt i nordlige fjordområder med stort innslag av annen pelagisk marin fisk (sild og lodde). Med unntak av selve trålteknologien, har trålingen, handteringen og bearbeidingen av laksesmolten fra Trondheims-, Malangs- og Altafjorden vært likt gjennomført. Det er imidlertid anslått et skjelltap på 40-50 % i gjennomsnitt på smolten fra Trondheimsfjorden (Grimnes et al. 2000), slik at lakselusinfeksjonen her blir underestimert. Konsekvensene av infeksjonen i de forskjellige fjordsystemene blir vurdert på bakgrunn av kjente fysiologiske effekter av lakselusinfeksjon på laksesmolt (Grimnes & Jakobsen 1996, Holst & Jakobsen 1999, Finstad et al. 2000).

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

3.1 Registreringer av lakselus på tilbakevandrende atlantisk laks ved ulike sjøstasjoner langs norsk-kysten

Lakselus ble registrert på voksen atlantisk laks tatt i kilenot/krokgarn i juni og juli ved ulike sjøstasjoner langs norsk-kysten (figur 3). Registreringen i 2000 ble med få unntak gjort ved de samme sjøstasjonene og av de samme fiskerene som tidligere år (1993, -94, -95, -96, -97, -98, -99). Fiskerene har fått tilsendt likt informasjonsmateriale som gjør at registreringene er sammenlignbare. Det ble telt lus innen tre kategorier: 1) larver (chalmusstadier), 2) halv voksne (preadulte) og voksne (adulte) stadier uten egg og 3) voksne hunnlus med eggstrenger. Videre ble fisken lengdemålt, og vill- og oppdrettsfisk ble skilt ved en vurdering av laksens ytre av fiskeren selv. Videre ble også skjellprøver tatt for en nærmere bedømmelse av dette forholdet.



Figur 3. Sjøstasjonene hvor lakselusregistreringer på voksen laks på innvandring ble foretatt sommeren (juni og juli), og høsten (august og september) 2000. På høst-lokalitetene (lokalitet nr. 15, 16, 17 og 18) ble det i tillegg skilt mellom rømt oppdrettslaks og villaks.

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

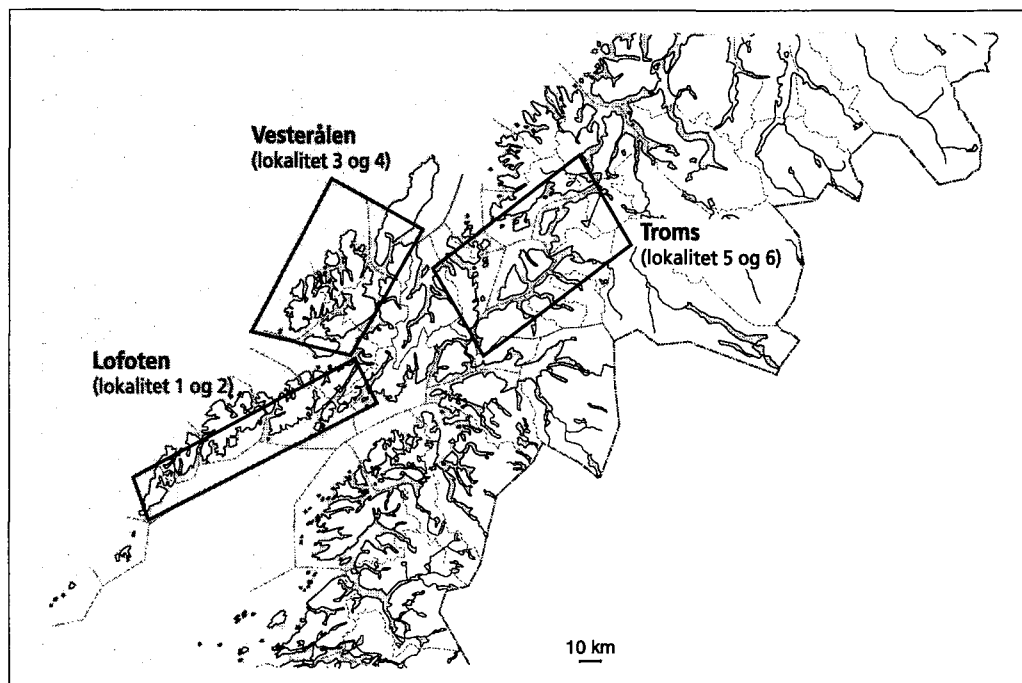
Ved åtte av kilnotstasjonene som omfatter fire fjord- og fire kystlokaliteter, ble nøtene stående i sjøen i august og september. Det ble imidlertid kun fanget laks på fire av lokalitetene. Kilnotfanget laks fra høstfisket ble undersøkt for antall og stadier av lus, og skjellprøver ble tatt for å avgjøre 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.

Del 4: Lakselusinfeksjonen på oppdrettslaks i anlegg i utvalgte fjord og kystlokaliteter.

En grunnleggende oversikt over mengden lakselus som produseres i oppdrettsanlegg og spredningsveier for disse spesielt om våren er av avgjørende betydning for å forstå

og løse lakselusproblematikken hos både oppdrettet- og vill laksefisk. Oppdretternes egne lusetellinger varierer trolig endel med hensyn til detaljer i metode og kvalitet. Det betyr igjen at slike data samlet inn via Statens Dyrehelsetilsyn gir en viss usikkerhet i vurderingene av sammenhengen mellom lus på vill og oppdrettet fisk. Derfor synes det nødvendig med en gjennomgang og kvalitetssikring av kartleggingen av infeksjonsnivået og populasjonsdynamikk hos lus på oppdrettsfisk innenfor prioriterte områder. For å skaffe sikre data fra et prioritert område, valgte vi ut to oppdrettsanlegg i Lofoten, to i Vesterålen og to i Sør-Troms hvor en spesialisert fiskehelsestudent ved Norges Fiskerihøgskole reiste rundt og registrerte og stadiebestemte lus på oppdrettslaks (**figur 4**). Dette arbeidet foregikk i nært samarbeid med oppdretterne som deltok og hjalp til med stor velvilje. Lus på oppdrettsfisken ble registrert ved to tidspunkt etter anbefalt metodikk (Anonym 2000). Første runde var i slutten av mai (like før smolt av anadrom laksefisk vandrer ut) og den andre i begynnelsen av august (under sjøoppholdet til sjøørret og sjørøye og innvandrende laks).

Figur 4. Kart over oppdrettsområdene (Lofoten, Vesterålen og sør-Troms) der oppdrettslaks ble undersøkt for forekomst av lakselus i mai og august 2000. Det ble registrert lus på to oppdrettslokaliteter i hvert område.



For å beregne reproduksjonspotensialet av lakselus hos oppdrettslaks i disse anleggene ble gjennomsnittlig antall hunnlus på hver fisk i anlegget multiplisert med anslag over antall egg pr. lus (min. 200 – maks. 800; Pike & Wadsworth 1999) og antall fisk i anlegget. Med basis i reproduksjonsundersøkelser hos lakselus (Pike & Wadsworth 1999, Heuch et al. 2000b) ble det antatt at all moden hunnlus både med og uten eggstrenger ville gyte én gang i løpet av de første to-tre ukene etter registrering. Estimatenes av reproduksjonspotensiale omfatter derfor m.a.o. kun en treukersperiode etter tidspunktet for lusetelling i anleggene.

Del 5: Sammenhengen mellom lus på oppdrettet og vill laksefisk i utvalgte fjord og kystlokaliteter

I tillegg til de seks hovedlokalitetene (jf. del 1) ble fisk fra ytterligere åtte bi-lokaliteter i Troms og nordre Nordland (**figur 5**) undersøkt for lakselus for en nærmere studie av sammenhengen mellom oppdrettsaktivitet og forekomst av lus på vill sjørret og sjørøye. Innsamlingen av materialet fra bi-lokalitetene ble gjennomført over en intensiv 14-dagers periode i begynnelsen av august. Feltarbeidet startet fra nord og ble avsluttet i sør slik at alle lokalitetene ble dekket innenfor en relativt kort tidsperiode. Fangst og behandling av fisk foregikk etter samme metodikk som på hovedlokalitetene, men det ble kun fisket i sjøen i nærområdet til de undersøkte vassdragene. For hovedlokalitetene ble resultatene fra den feltperioden som lå nærmest tidspunktet for prøvfisket på bi-lokalitetene benyttet som sammenligningsgrunnlag (d.v.s. Vikvassdraget: uke 32, Altafjorden, Ullsfjorden og Løksebotten: uke 33, Laksådalsvassdraget: uke 34, Sausvassdraget i Brønnøysund: uke 36). Informasjon om antall

oppdrettslokaliteter med en- eller flersjøvinters laks i nærheten av alle villfisk-lokalitetene ble innhentet fra Fiske- og fiskeridirektoratet, region Finnmark, Troms og Nordland. 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_s) beregnet for hver enkelt 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:

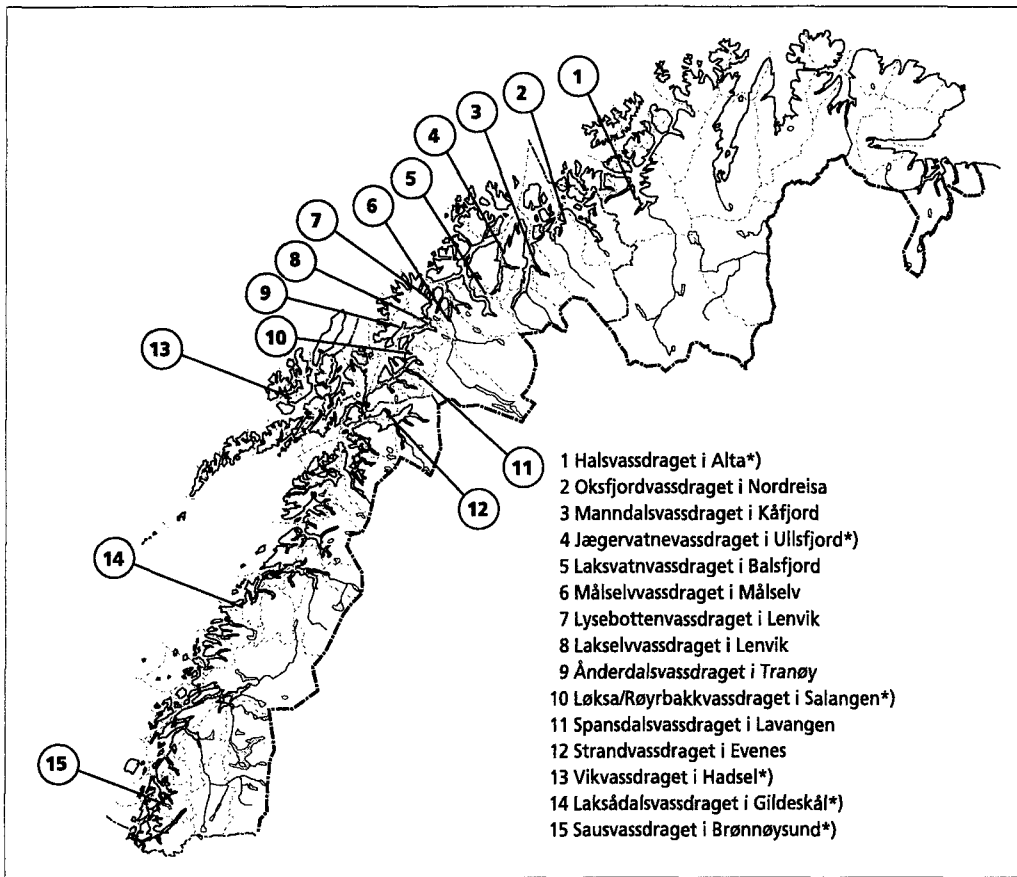
$$X_s = \sum_{n=1}^1 (1/k) \times L$$

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_s , jo høyere er graden av oppdrettseksposering.

I tillegg foretok vi en mer detaljert sammenligning av dynamikken i mengde og stadiefordeling av lakselus gjennom sesongen hos vill sjørret og oppdrettslaks i to områder der villfisk- og oppdrettslokaliteten ligger mindre enn 4 km fra hverandre.

Bearbeiding og presentasjon av materialet

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



Figur 5. Kart over bi- og hoved lokalitetene i nordre Nordland og Troms der forekomsten av lakselus ble undersøkt på sjørret og sjørøye i sjøen i månedskiftet juli/ august 2000. Fisken ble fanget i sjøen i nærheten av vassdragene. Se tabell 1 for navn på lokalitetene og for grad av oppdretts-eksponering. Hovedlokaliteter er merket med *

Tabell 1. Indeks for oppdrettseksponering (X_j) for alle undersøkte villfisklokaliteter (både hoved- og bilokaliteter) i Nordland, Troms og Finnmark. *) = hovedlokaliteter

Lokalitet	Indeks for oppdrettseksponering (X_j)
1 Halselvassdraget i Alta*)	24,3
2 Oksfjordvassdraget i Nordreisa	0
3 Mannaldsvassdraget i Kåfjord	22,1
4 Jægervatnevassdraget i Ullsfjord *)	9,6
5 Laksvatnvassdraget i Balsfjord	0
6 Målselvassdraget i Målselv	0
7 Lysebottenvassdraget i Lenvik	9,9
8 Lakselvassdraget i Lenvik	9,7
9 Ånderdalsvassdraget i Tranøy	25,2
10 Løksa/Røyrbakkvassdraget i Salangen *)	55,7
11 Spansdalsvassdraget i Lavangen	0,4
12 Strandvassdraget i Evenes	0
13 Vikvassdraget i Hadsel*)	61,6
14 Laksådalsvassdraget i Gildeskål*)	16,9
15 Sausvassdraget i Brønnøysund*)	27,3

Tidligere undersøkelser har indikert at det er liten forskjell i lakselusinfeksjonen mellom sjørret og sjørøye fanget på samme lokalitet og til samme tid, og at endringene i infeksjonen med fiskens størrelse følger mye av det samme mønsteret hos begge artene (Bjørn et al. i trykk, Bjørn & Finstad innsendt). 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. Dersom slike forskjeller ble oppdaget, ble en multiplisert sammenligningstest benyttet for å lokalisere forskjellene (Zar 1984). På grunn av lavt antall fisk og lus på flere bilokaliteter, samt på grunn av tilnærmet normalfordelte lusedata fra oppdrettslaksen, ble imidlertid en ANOVA-undersøkelse etterfulgt av en Tuckey post-hoc test benyttet for å påvise eventuelle signifikante forskjeller mellom slike lokaliteter.

For å justere for effekten av fiskestørrelse på mulige negative fysiologiske konsekvenser av lakselusinfeksjon, ble et parameter kalt **relativ intensitet** (dvs. antall lus pr. gram fiskevekt) beregnet for hver enkelt vill sjørret og sjørøye under 150 gram (postsmolt) i henhold til Bjørn et al. (i trykk). Disse tallene ble benyttet til å beregne frekvensen av sjørret og sjørøye fra hovedlokalitetene

innen fem ulike infeksjonsklasser som beskrevet tidligere. Med hensyn til laks, ble mer enn 11 luslarver antatt å ha dødelig effekt på en 15 grams vill postsmolt (Finstad et al. 2000), og andelen av fisk med slike høye infeksjoner ble beregnet for de tre undersøkte fjordsystemene.

Sammenhengen mellom abundans av lus hos villfisk fra de ulike lokalitetene og indeks for oppdrettseksposering (X_a) ble analysert ved lineær regresjon. 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).

3 Resultater og diskusjon

3.1 Intensitet og konsekvenser av infeksjonen på ville sjørret og sjørøyebestander i områder med varierende oppdrettsaktivitet.

3.1.1 Intensitet av lakselus på vill sjørret og sjørøye.

Prevalens og gjennomsnittlig intensitet av lakselus på vill sjørret 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 24-26 i juni) var infeksjonen relativt lav på alle lokalitetene utenom Laksådalsvassdraget i Nordland, hvor fisken hadde de signifikant høyeste infeksjonene (Multippel sammenligningstest; $p < 0,05$). På de andre lokalitetene, fra Brønnøysund i sør til Alta i nord, var fisken i gjennomsnitt infisert med mindre enn 10 lus på de fleste lokalitetene. Prevalens varierte derimot betydelig. Over 70 % av fisken fra Vikbotten i Hadsel kommune i Nordland var infisert, mens ingen fra Altafjorden hadde lus på dette tidspunktet.

I juli (uke 28-30) ble gjennomsnittlige intensiteter fra 3 til 12 lus registrert på fisken både fra Saus-, Løkse-, Jæger- og Halselvassdraget. Det var små forskjeller mellom disse lokalitetene og heller ingen markant infeksjonsøkning fra juni. I Vikvassdraget i Hadsel i Nordland var imidlertid infeksjonen signifikant høyere enn i juni (Kruskal-Wallis; $p < 0,05$) og skilte seg dermed ut fra de andre lokalitetene. I begge undersøkelsesukene i juli ble det også fanget postsmolt av sjørret som hadde vandret tilbake til ferskvann og som var kraftig infisert med lus.

Fisken fra Sausvassdraget i Brønnøysund hadde lite lus også på høsten, og det var ingen signifikante forskjeller i løpet av sommeren (Kruskal-Wallis; $p > 0,05$). Det samme var tilfelle for Jægervatnvassdraget i Ullsfjord i Troms, og med unntak av funn av en ekstremt hardt infisert fisk i juni, var det ingen signifikante forskjeller i lusbelastning over tid (Kruskal-Wallis; $p > 0,05$). På noen av de andre lokalitetene økte infeksjonsbelastningene imidlertid signifikant fra juli til august (Kruskal-Wallis; $p < 0,05$). 80 % av fisken som ble fanget utenfor Løksa/Røyrbakkvassdraget i Troms i august hadde lus. Disse var i gjennomsnitt infisert med 26,5 lus, og opp mot 60 parasitter ble registrert på noen enkeltindivider. Samtidig ble det fanget fisk i estuariet som var betydelig infisert med lus. I Vikvassdraget i Nordland hadde all fisk som ble fanget i august (uke 32 og 34) lus, og gjennomsnittlig intensitet i sjøen var mellom 44 og 50 lus. I begge ukene ble det i tillegg funnet høyt infisert tilbakevandret fisk i nedre del av Vikelva. I Laksådalsvassdraget i Gildeskål var infeksjonen i august (uke 34) også betydelig. 94 % av fisken var infisert

Tabell 2. Infeksjonsintensitet (antall lus per infisert fisk) og relativ intensitet (antall lus/fiskens vekt i gram) på sammenslåtte grupper av sjørret og sjørøye fanget med standard flytegarn i sjøen og eventuelt i brakkvann/ferskvann utenfor Sausvassdraget i Brønnøysund, Laksådalsvassdraget i Gildeskål, Vikvassdraget i Hadsel, Løksa/Røyrbakkvassdraget i Salangen, Jægervassdraget i Ullsfjord og Halselvassdraget i Alta. n er antall fisk fanget, SV er saltvann, FV er ferskvann, Prev er andel infisert fisk i prosent, snitt ± SD er gjennomsnittlig mengde lus og standard avvik og v/x er varians over gjennomsnitt.

Sausvassdraget, Brønnøysund, Nordland

Uke	Hab	n	Vekt(g) ± SD	Prev (%)	Snitt ± SD	Median	IQR	min	max	v/x	Relativ Intensitet			
											Median (n)	IQR	min	max
24	SV	20	196,1 ± 259,2	15	10,3 ± 9,1	9		2	20	8	0,015 (3)	-	0,01	0,03
28	SV	8	439,1 ± 394,6	37,5	3,0 ± 2,6	2		1	6	2,3	0,0046 (3)	-	0	0,01
36	SV	15	165,2 ± 68,9	20	1,3 ± 0,6	1		1	2	0,2	0,012 (3)	-	0,01	0,01

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
24	SV	7	513,3 ± 437,3	85,7	71,5 ± 96,0	38,5	128,5	2	252		0,098 (5)	0,37	0,003	0,47
34	SV	17	275 ± 227,5	94,1	28,0 ± 24,4	24,5	33,8	3	89		0,099 (16)	0,25	0,007	0,65

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	14	239,2 ± 432,3	71,4	4,7 ± 6,6	2,5	2,8	1	23	9,3	0,02 (10)	0,03	0,003	0,26
	FV	1		100	-						-			
28	SV	13	95,8 ± 36,5	92,3	21,2 ± 9,5	20	12,3	10	45	4,3	0,23 (12)	0,17	0,081	0,53
	FV	7	60,7 ± 24,5	57	16,3 ± 12,2	17	22,7	3	28	9,1	0,25 (4)	0,37	0,03	0,5
30	SV	15	170,2 ± 122,8	100	35,3 ± 27,2	31	27	3	117	21	0,17 (15)	0,31	0,034	1,03
	FV	12	90,2 ± 66,1	83,3	48,4 ± 50,3	22,5	88,5	1	134	52	0,51 (10)	1,24	0,004	2,11
32	SV	14	216,9 ± 121,2	100	49,9 ± 30,8	46,5	46,5	8	111	19	0,18 (14)	0,63	0,038	0,96
	FV	10	106,3 ± 45,2	90	55,2 ± 41,0	72	84	1	102	30	0,36 (9)	0,8	0,013	1,38
34	SV	11	126,0 ± 27,7	100	44,1 ± 43,7	33	25	13	164	43	0,26 (11)	0,28	0,1	1,5
	FV	3	57,3 ± 9,2	33,3	-						-			

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
25	SV	24	231,7 ± 195,6	20,8	6,4 ± 4,6	5	8,5	1	13	3,4	0,0089 (5)	0,01	0,005	0,019
	FV	4	581,7 ± 302,7	50	3,0 ± 1,4			2	4	0,6	-			
29	SV	33	302,6 ± 205,9	69,7	5,9 ± 5,9	4	6	1	25	5,7	0,021 (23)	0,024	0,001	0,075
	FV	1		0	6,4 ± 4,6						-			
33	SV	10	152,8 ± 91,4	80	26,5 ± 22,3	24,5	46	4	59	18,7	0,11 (8)	0,52	0,016	0,73
	FV	3	119,3 ± 52,4	50	42,5 ± 9,2			36	49	1,9	-			

Jægervassdraget i Ullsfjord, Troms

Uke	Hab	n	Vekt(g) ± SD	Prev (%)	Snitt ± SD	Median	IQR	min	max	v/x	Relativ Intensitet			
											Median (n)	IQR	min	max
25	SV	12	235,4 ± 224,5	25	42,3 ± 53,4			2	103	0,5	0,32 (3)	-	0	0,52
	FV	0			± SD						-			
29	SV	9	200,1 ± 256,3	100	5,6 ± 3,1	5	6	2	10	1,7	0,027 (8)	0,06	0,01	0,09
	FV	0			± SD						-			
33	SV	10	133 ± 51,9	50	7,4 ± 12,7	2	15,5	1	30	21,7	0,014 (5)	0,01	0	0,21
	FV	9	98,7 ± 55,5	22,2	2 ± 1,4			1	3		-			

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	425 ± 378,5	0							-			
29	SV	37	285,5 ± 340,2	8,1	12 ± 13			4	27	14	0,016 (3)	-	0	0,24
33	SV	26	198,1 ± 175,4	88,4	18,9 ± 18,6	14	22	1	78	18,3	0,078 (23)	0,13	0	0,68

med gjennomsnittlig 28 lus, og enkeltindivider med opptil 90 lus ble fanget. Den samme utviklingen ble funnet hos fisk i Altafjorden, hvor 88 % av sjørøret som ble fanget i sjøen utenfor Halselvvassdraget i august var infisert. Gjennomsnittlig intensitet her var ca. 19 lus, men enkeltindivider med opptil 78 lus ble også registrert.

3.1.2 Utviklingsstadier til lakselus på vill sjørøret og sjørøye.

Fisken utenfor Sausvassdraget var allerede i juni infisert med eldre lus, men også med larver (**figur 6**). De samme hovedtrekkene ble funnet i august og september. I Gildeskål og i Vikbotten i Nordland dominerte larvestadier i juni, men det ble også funnet noe eldre lus på fisken. I Vikvassdraget var det en tendens til at fisken som vandret tilbake til ferskvann var infisert med flere lus i eldre stadier enn fisk som samtidig ble fanget i sjøen. Der var det også en tendens til en økende forekomst av adulte stadier på slutten av sommeren, selv om nyinfeksjon også hele tiden ble registrert. På lokalitetene i Troms ble det kun funnet et fåtall larver i tidlige stadier i juni (egne observasjoner), mens det i Altafjorden i Finnmark som nevnt ikke ble funnet lus på fisken. I juli ble det imidlertid funnet både preadult og adult lus på lokaliteten i Løksebotten og i Ullsfjorden, mens det i Altafjorden hovedsakelig ble funnet nypåslåtte copepoditter og chalimuslarver (egne observasjoner). I august var innslaget av nypåslåtte larver på fisken fra Løksebotten og Altafjorden betydelig, mens nyinfeksjon på fisken fra Ullsfjorden var lav.

3.1.3 Konsekvenser av lakselusinfeksjon på vill sjørøret og sjørøye.

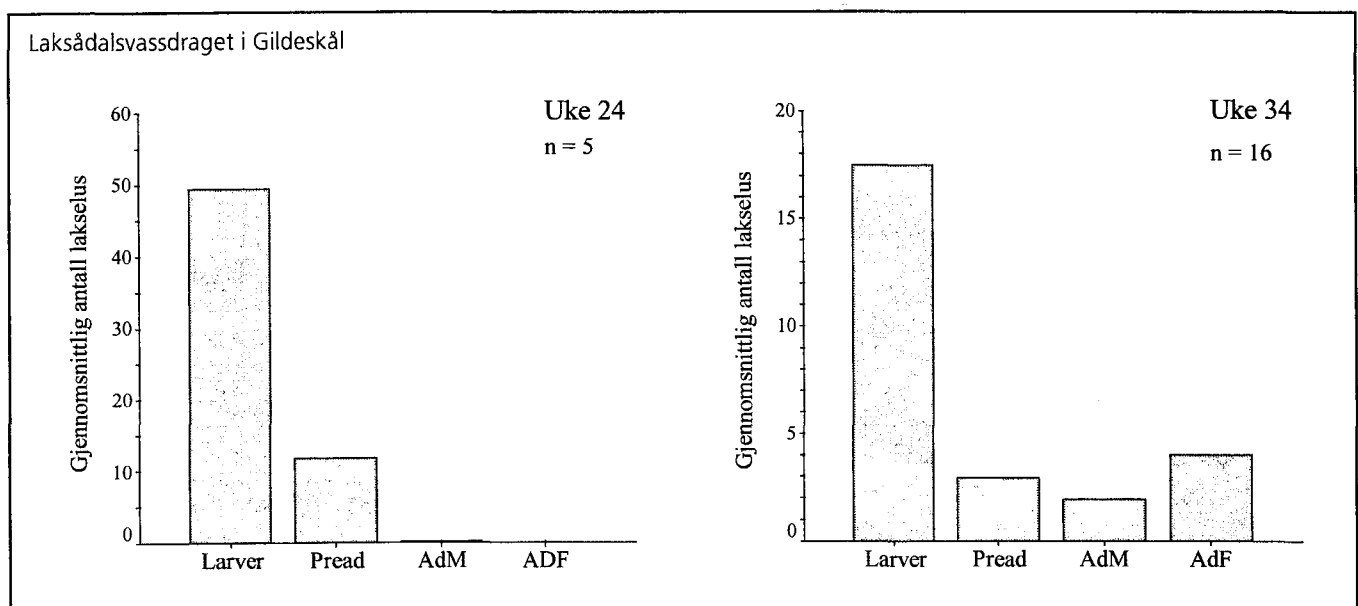
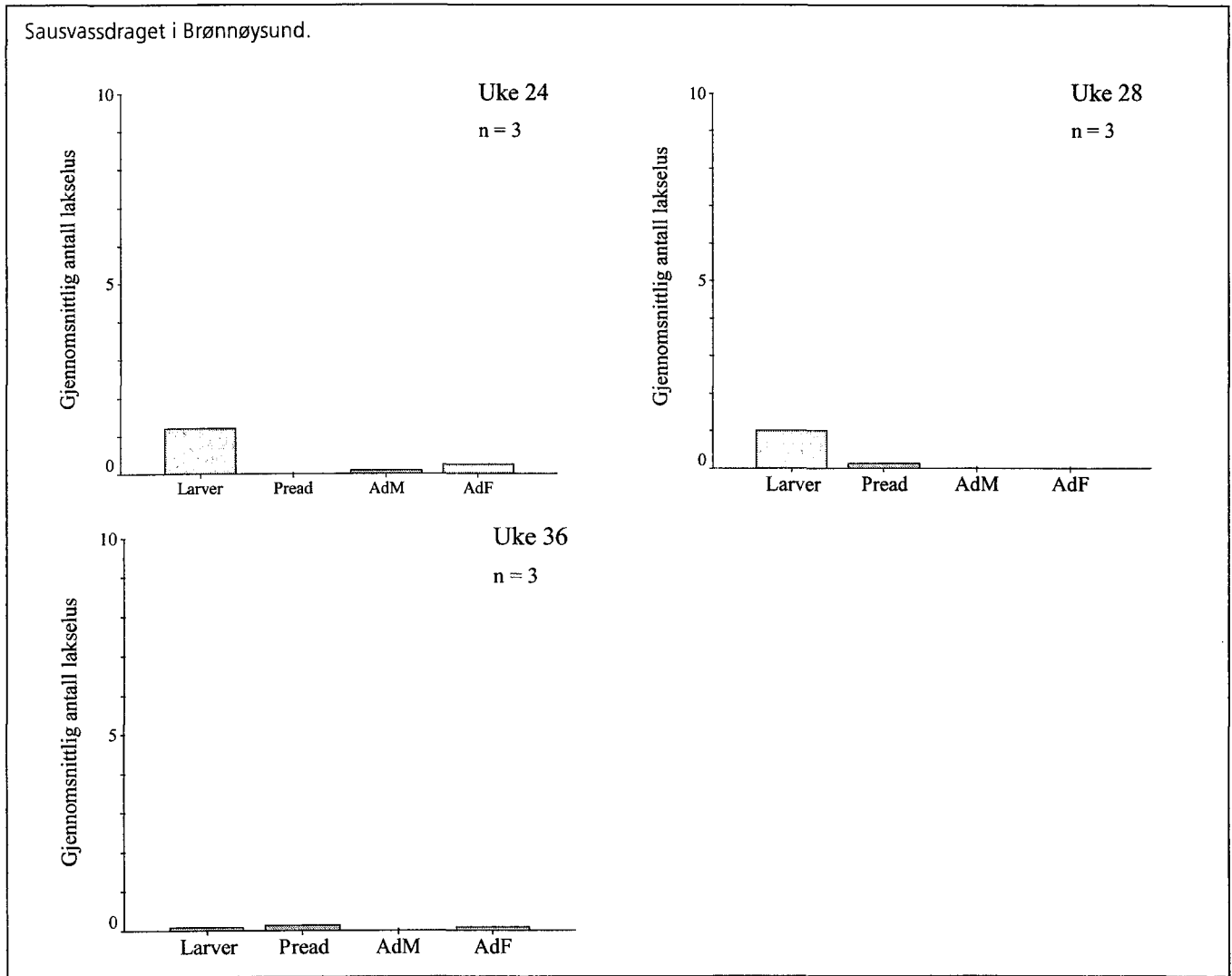
Estimatene av relativ intensitet av lakselus hos vill sjørøret og sjørøye fulgte naturlig nok mye av det samme mønsteret som infeksjonsintensiteten (**tabell 2**). Generelt hadde fisken lite lus pr. vektenhet i juni på alle lokalitetene, og på fisken fra Sausvassdraget og Laksådalsvassdraget i Nordland og fra Jægvassdraget i Troms var det kun små endringer over tid. I Vikvassdraget i Nordland og Løksa/Røyrbakkvassdraget i Troms økte imidlertid relativ intensitet signifikant over tid (Kruskal-Wallis; $p < 0,05$), og økningen var også markant i Altafjorden i Finnmark. Vikvassdraget skilte seg generelt negativt ut med en signifikant høyere lusbelastning pr. vektenhet enn de andre systemene (multipel sammenligningstest; $p < 0,05$), og i uke 30 og 32 var det en tendens til at de høyeste estimatene ble registrert hos fisk som hadde vandret tilbake til ferskvann.

Postmolt mindre enn 150 gram fra Sausvassdraget var ubetydelig infisert med lus gjennom hele sesongen (**figur 7**), og all fisk herfra hadde infeksjonsbelastninger på et antatt normalt nivå (**tabell 3**). I Laksådalsvassdraget i Gildeskål hadde postsmolten betydelig høyere relative

intensiteter av lus, og 50-80 % av fisken hadde moderate til høye infeksjonsbelastninger i begge undersøkelsesukene (**tabell 3**). I Vikvassdraget var postsmolten ubetydelig belastet med lakselus tidlig i juni. Relativ intensitet økte imidlertid merkbart fra begynnelsen av juli, og de høyeste belastningene ble registrert sist i juli og i begynnelsen av august (**figur 7**). Mellom 30 og 40 % av postsmolten hadde da høy til letal infeksjonsbelastning (**tabell 3**). Det ble imidlertid ikke påvist noen signifikante forskjeller mellom fisk som vandret tilbake til ferskvann og de som ble fanget i sjøen (Mann-Whitney; $p < 0,05$), selv om de høyeste intensitetene ble registrert på fisk i ferskvann. En tilsvarende økning i relativ intensitet over tid ble funnet hos postsmolt fra Løksebottenvassdraget (Kruskal-Wallis; $p < 0,05$) (**figur 7**), og ca. 30 % av postsmolten hadde høy til letal infeksjonsbelastning i august (**tabell 3**). Lusbelastningen hos postsmolten i Ullsfjorden (Jægvatnet) var gjennomgående lav gjennom hele sesongen, med unntak av en kraftig infisert sjørøye og enkelte individer så vidt i gruppen med moderat infeksjon (egne observasjoner). I Halselvvassdraget var postsmolten ubetydelig infisert med lus i juni, mens 53 og 12 % av fisken hadde henholdsvis moderat og høy lusbelastning i august.

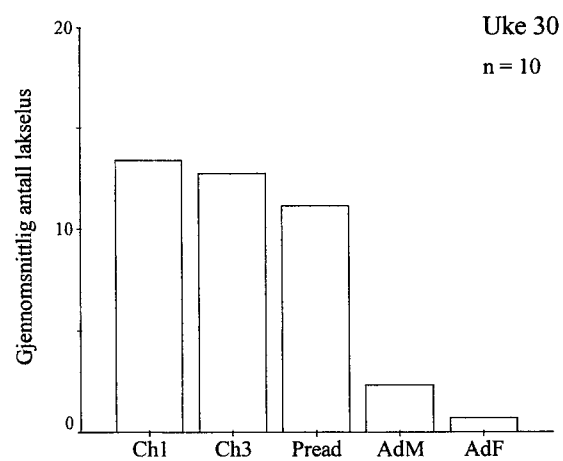
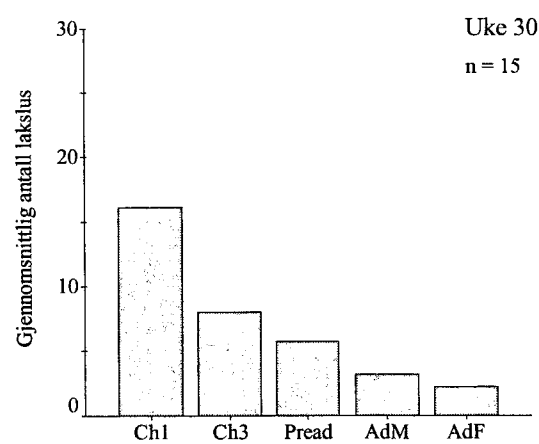
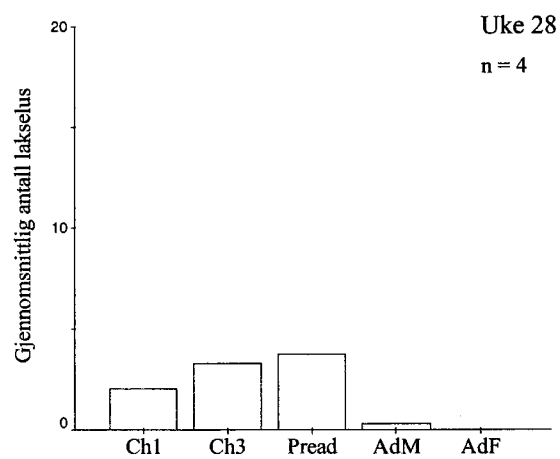
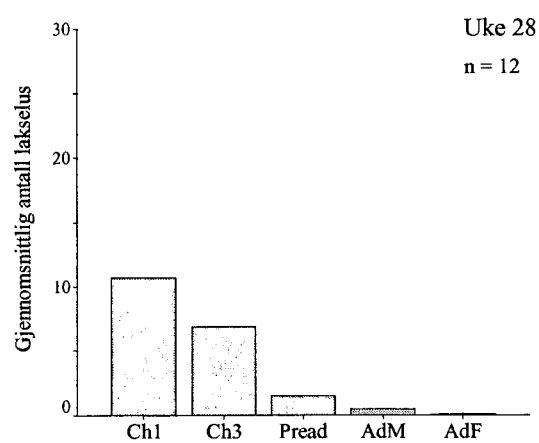
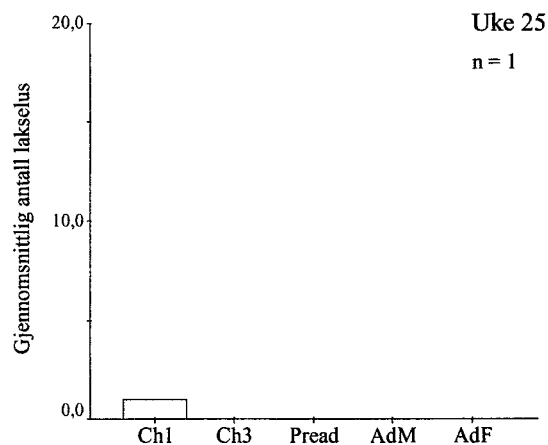
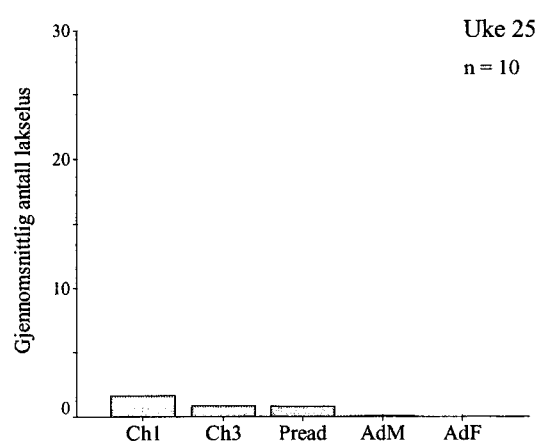
3.1.4 Diskusjon

Resultatene fra år 2000 viste at forekomsten av lakselus på ville bestander av sjørøret og sjørøye, og dermed også konsekvensene av infeksjonen, varierte mye mellom de undersøkte lokalitetene. Tidlig på sesongen var det generelle bildet lave intensiteter, men ved Laksådalsvassdraget i Gildeskål var fisken hardt infisert allerede i juni. Fiskene i fangsten fra denne lokaliteten var imidlertid større enn fra Saus- og Vikvassdraget, og undersøkelser fra nordnorske vassdrag har vist at større veteraner av sjørøye og sjørøret vandrer tidligere ut enn smolt og mindre veteranvandrere (Berg & Johnsen 1989, Finstad & Heggberget 1993, 1995, Rikardsen et al. 1997). En mulig årsak til den høyere infeksjonen ved Laksådalsvassdraget kunne derfor være at fisken her hadde oppholdt seg lenger tid ute i sjøen. Det ble imidlertid funnet eldre stadier av lus hos veteranvandrere også utenfor både Saus- og Vikvassdraget allerede tidlig i juni. På bakgrunn av utviklingstiden til lakselus (Johnson & Albright 1991) er det derfor sannsynlig at veteranvandrere fra alle disse tre lokalitetene hadde vært på næringsvandring i sjøen i flere uker før første feltperiode. Kunnskapen om vandringsmønsteret til sjørøye og sjørøret i sjøen er begrenset, men undersøkelser bl.a. fra Vardnesvassdraget på Senja og Halselvvassdraget i Finnmark indikerer at mesteparten av fisken fra vassdrag i Nord Norge beiter innenfor tre km fra elva (Berg & Johnson 1989; Finstad & Heggberget 1995). Totalt sett tyder dette på at den høye infeksjonen ved Laksådalsvassdraget reflekterer et adskillig større lokalt smittepress her enn i de to andre undersøkte områdene i Nordland allerede tidlig på sommeren.

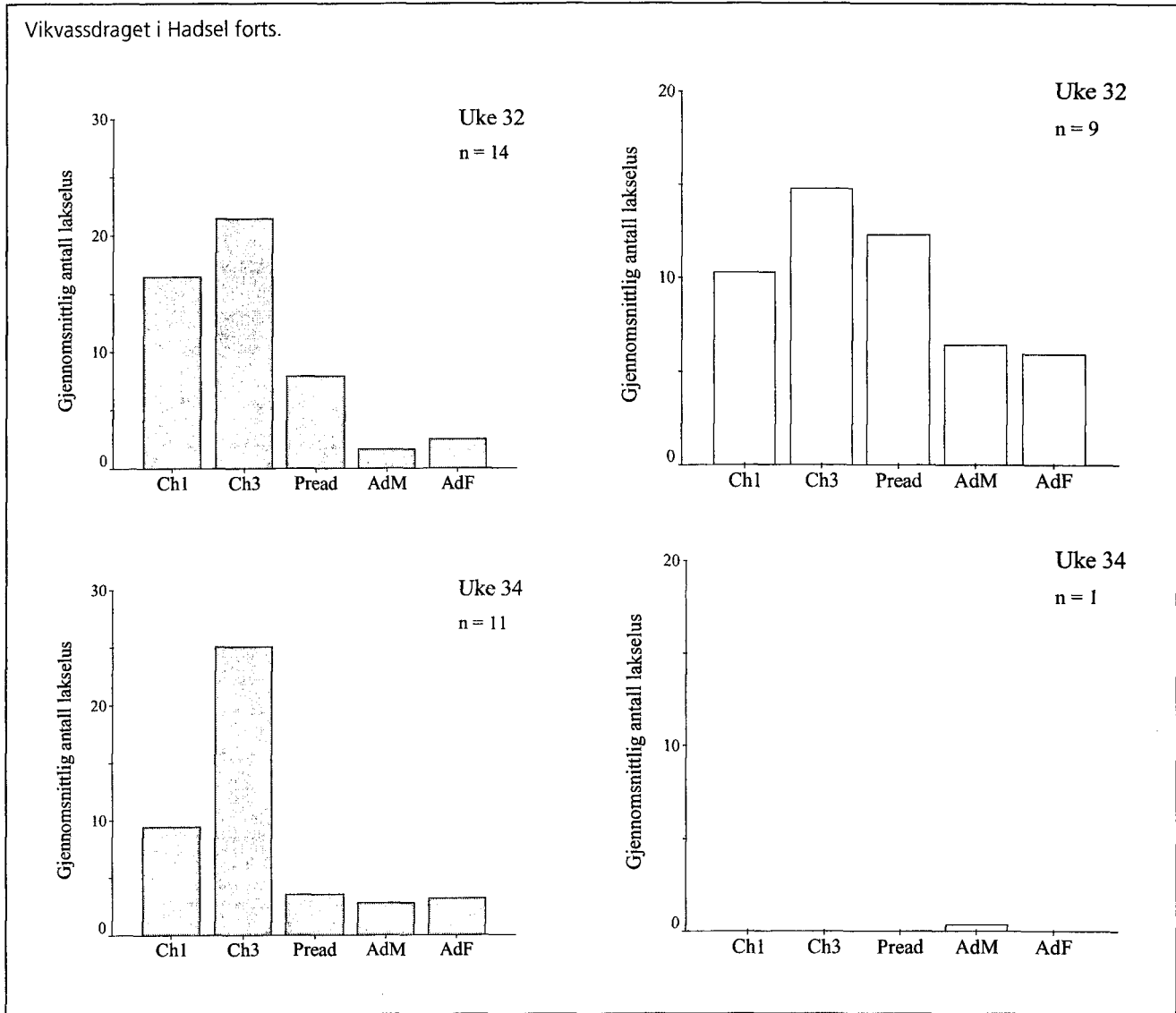


Figur 6. Utviklingsstadier av lakselus hos sjørøret og sjørøye fanget gjennom sesongen 2000 på lokaliteter ved Halselvassdraget i Alta (vassdrag nr 1), Jægervatnvassdraget i Ullsfjord (nr 4), Løksa/Røyrbakkvassdraget i Salangen (nr 10), Vikvassdraget i Hadsel (nr 13), og Sausvassdraget i Brønnøysund (nr 15). 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.

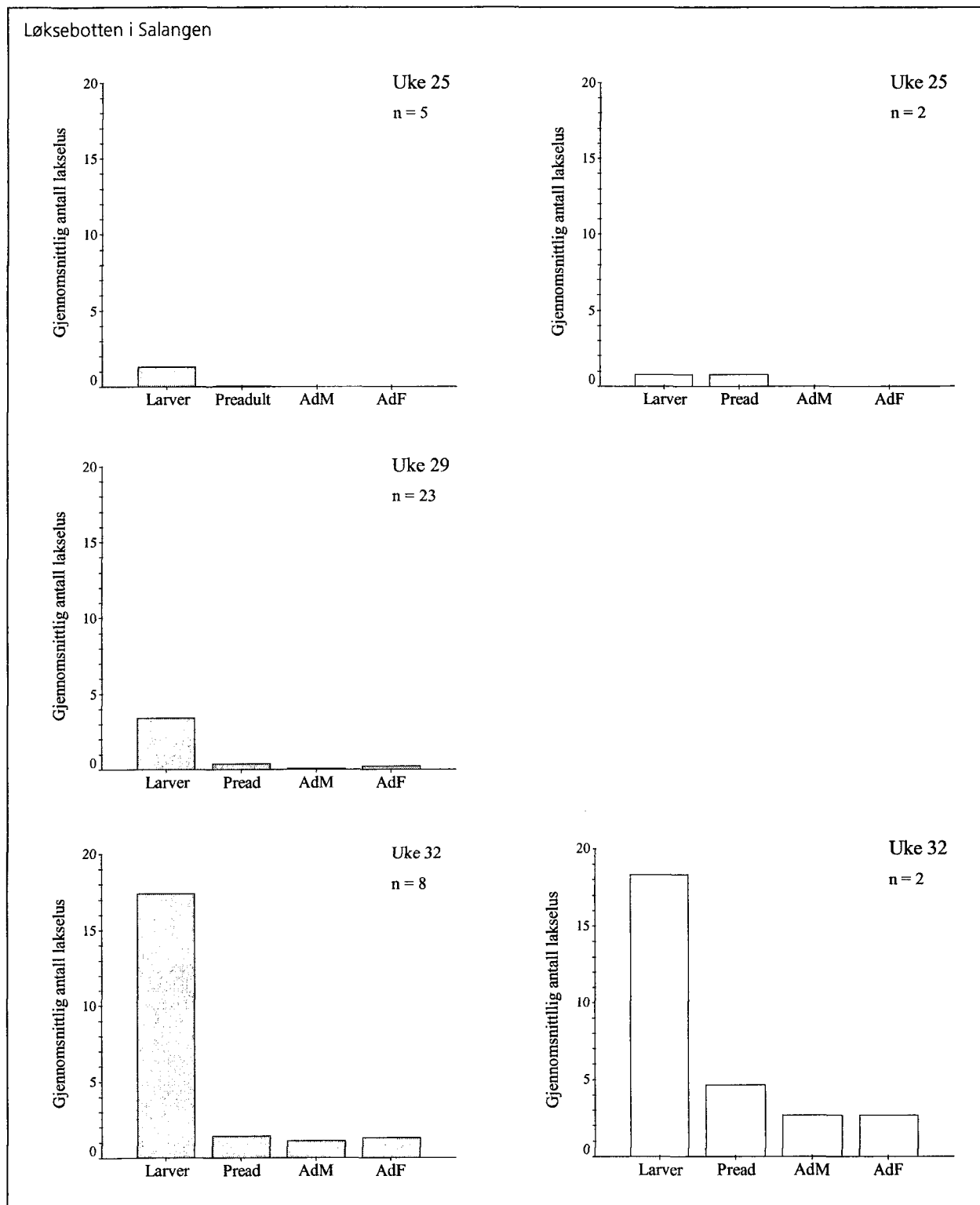
Vikvassdraget i Hadsel



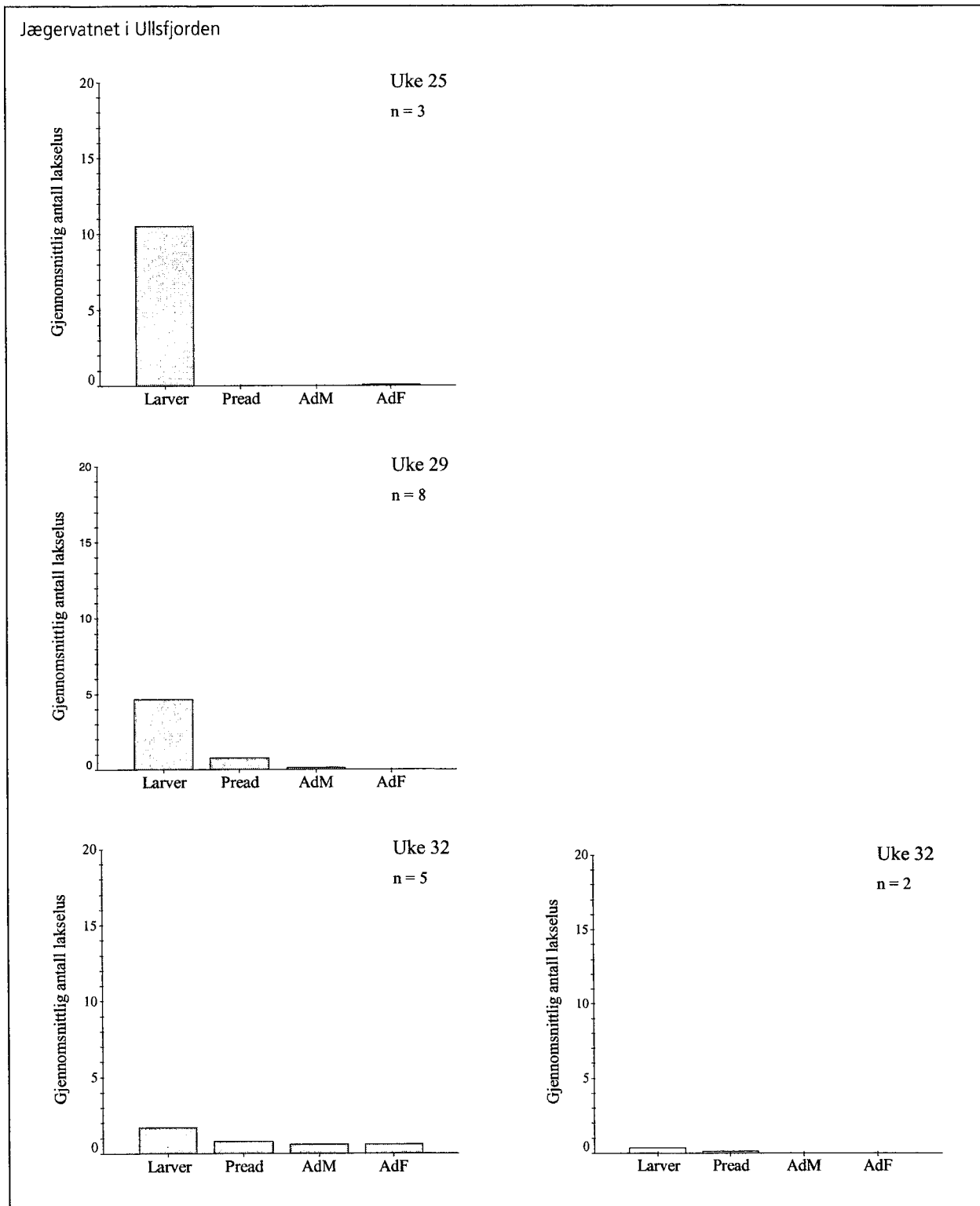
Figur 6 forts.



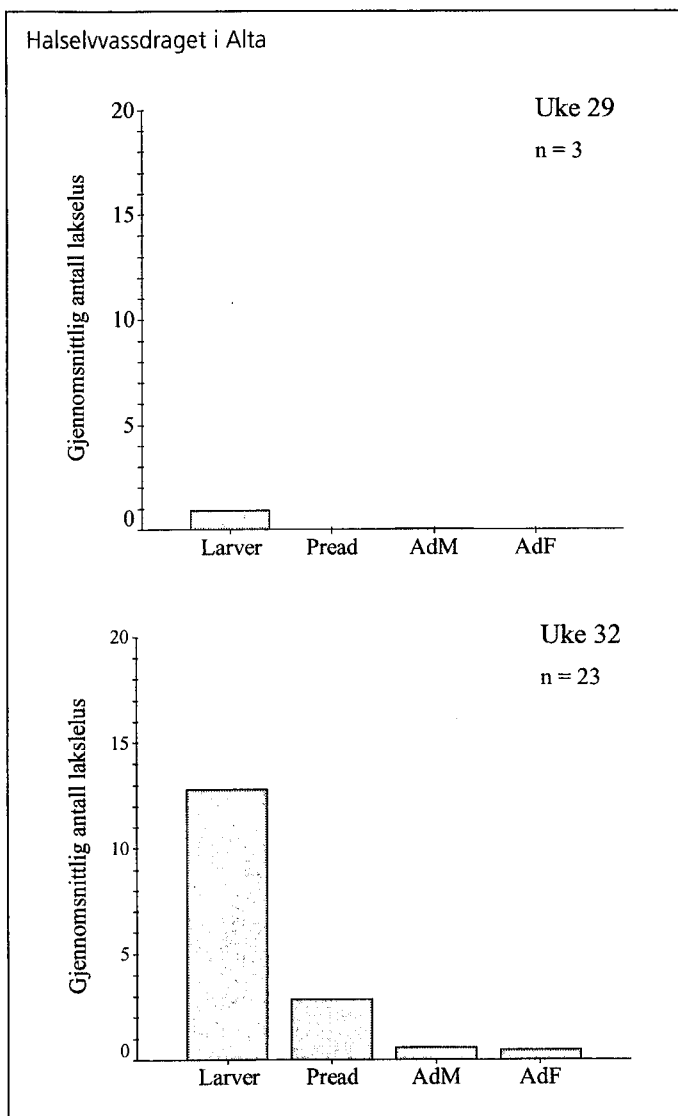
Figur 6 forts.



Figur 6 forts.



Figur 6 forts.



Figur 6 forts.

En såpass høy infeksjon på et tidlig tidspunkt kan ha negative konsekvenser for bestanden av anadrom fisk i Laksådalsvassdraget. 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 kjønnsmodning hos voksen fisk (Bjørn, upublisert). I juni hadde rundt 50 % av fisken i Gildeskål det vi har definert som moderate mengder lakselus pr. vekt enhet, men eventuelle effekter 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 &

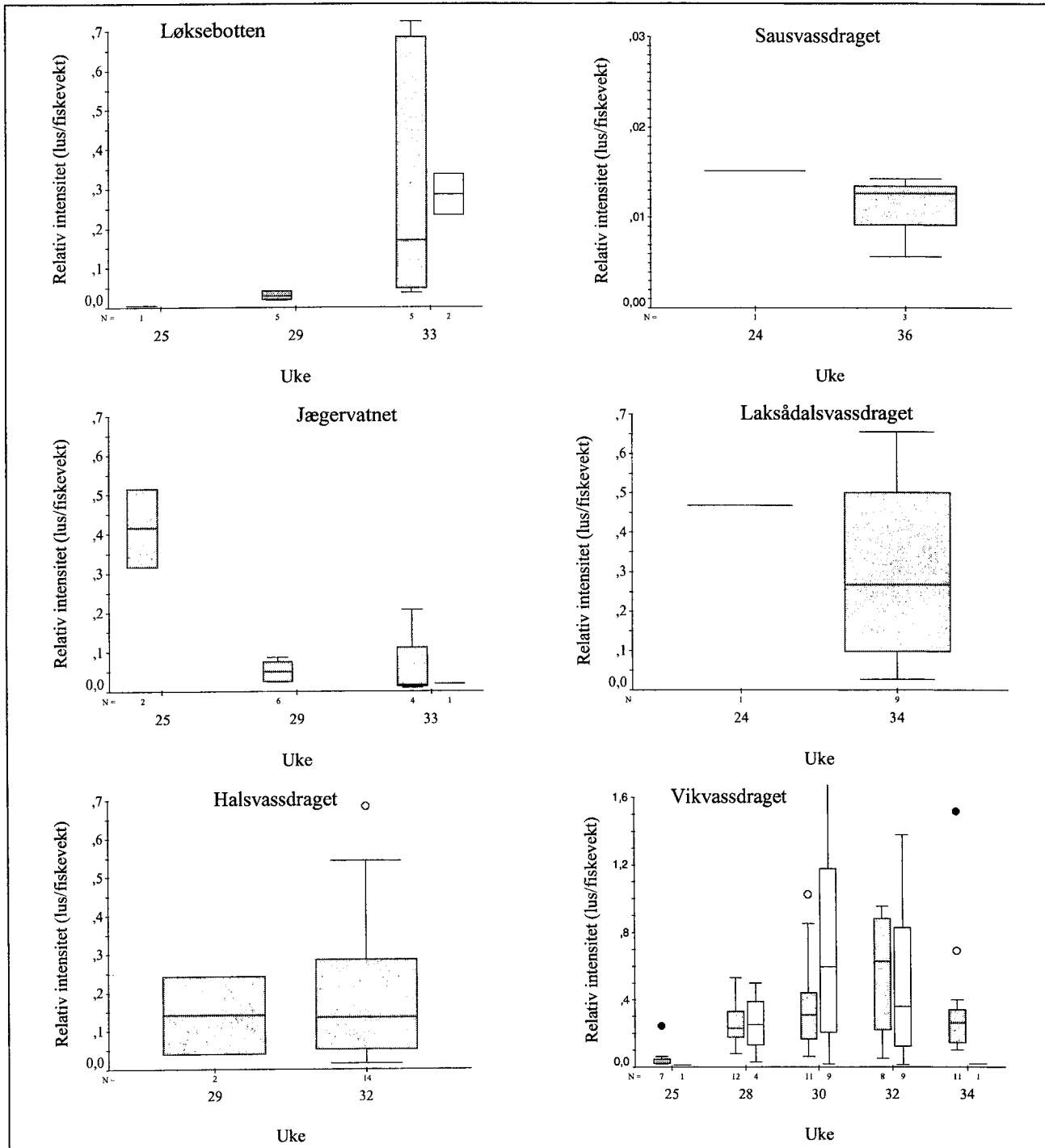
Pottinger 1989). I eksperimentelle studier har lakselusinfisert sjøørret fått signifikant lavere kondisjonsfaktor enn uinfisert kontrollfisk (Bjørn & Finstad 1997), og dette kan være forårsaket av maladaptive stressresponser (Pickering et al. 1991, Pickering 1992, 1993) og dehydrering av fisken. Etterhvert som de eldre stadiene øker beiteområdet på fisken slik at sår dannes (Kabata 1974), er det sannsynlig at den indirekte stress-effekten i kombinasjon med direkte fysiske skader kan resultere i en sammensatt stress-effekt som kan gi betydelige fysiologiske forstyrrelser (McDonald & Milligan 1997, Bjørn et al. i trykk). På bakgrunn av dette er det sannsynlig at infeksjoner på det nivået som ble funnet på fisken utenfor Laksådalsvassdraget i juni kan påvirke bestanden negativt. Videre tyder den høye infeksjonsbelastningen også i august, samt lusregistreringer på et komplementært fiskefelle-prosjekt i Laksådalsvassdraget (se Kanstad Hansen 2001) på at smittepresset kan ha vært betydelig gjennom store deler av sommeren, slik at de mulige negative effektene kan ha vært langvarige.

Lakselusinfeksjonen på fisken utenfor Sausvassdraget stod i kontrast til dette og lå på et antatt normalt nivå gjennom hele sesongen (Boxhall 1974, Mo & Heuch 1998, Schram et al. 1998, Bjørn et al. i trykk, Bjørn & Finstad innsendt). Lakselusa har derfor sannsynligvis ikke hatt noen negative effekter på sjøørreten i dette området i løpet av sommeren 2000.

Ved Vikvassdraget i Vesterålen økte infeksjonsnivået signifikant over tid både ved en økning i antallet eldre lus som utviklet seg på fisken og en kontinuerlig nyinfeksjon. Nærmere 40 % av fisken hadde i juli betydelige mengder lakselus, og enkelte individer hadde belastninger helt opp mot svært høyt eller letalt nivå. Samtidig ble det registrert prematur tilbakevandring til ferskvann av fisk med relativt mye preadult og adult lus. Slik adferd har tidligere blitt satt i sammenheng med svært høye larvebelastninger og stress etter få dager i sjøen (Birkeland 1996a, Bjørn et al. i trykk). Årets og tidligere resultater fra Vikvassdraget (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 muligens ført til osmoregulatoriske forstyrrelser (Bjørn & Finstad 1997). Seint i august fant vi imidlertid kun et fåtall fisk på elva. Disse hadde eldre lusskader, var magre og bar preg av å ha oppholdt seg lenge i ferskvann. Birkeland (1996a) har 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 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 relativt kort i Nord-Norge i forhold til lengre sør i landet (Berg & Johnson 1989, Finstad & Heggberget 1995, Rikardsen 1997), vil en tilbakevandring til ferskvann allerede i juni/juli medføre at en betydelig periode av sjøoppholdet går tapt. Dette vil igjen ha en negativ effekt på

veksten og dermed også reproduksjon og vinteroverlevelse. Sommeren 2000 sett under ett hadde i tillegg mellom 20 og 40 % av fisken i Vik relative intensiteter av lus innen kategoriene høyt, svært høyt eller dødelig nivå, og slike infeksjoner vil føre til store fysiologiske forstyrrelser (Bjørn & Finstad 1997, Bjørn et al. i trykk). Det meste av fisken var imidlertid infisert med moderate mengder larver og eldre lus, men som nevnt kan selv relativt få eldre lus påvirke individene negativt (Nolan et

al. 1999). 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 både i 1998 og 2000 var betydelig redusert i forhold til i 1997 og 1999, (Grimnes et al. 1998, 1999, 2000, denne studien) var belastningen likevel på et slikt nivå at prematur tilbakevandring til ferskvann og muligens også fysiologiske forstyrrelser og direkte parasittindusert dødelighet kan ha forekommet.



Figur 7. 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 sjørret, samt noe sjørøye, på lokaliteter i sjø og ferskvann i Nordland (*Saus, Gilde og Vik), Troms (Løksa og Jæger) og Finnmark (Alta). R.tett er relativ tetthet, SV er saltvann og FV er ferskvann.

Uke	R. tett.	Saus	Gilde	Vik	Løksa		Jæger		Alta	
		SV	SV	SV	FV	SV	FV	SV	FV	SV
24-26 (juni)	1	100	50	73		100		75		100
	2		50	27				13		
	3							12		
	4									
	5									
28-30 (juli)	1	100		4	26	80		50		
	2			60	37	20		50		100
	3			29	21					
	4			7	5					
	5					11				
32-34 (aug.)	1		20		100	43	33	88	100	35
	2		50	73		29	33	12		53
	3		30	18		14	33			12
	4			9		14				
	5									
36 (sept.)	1	100								
	2									
	3									
	4									
	5									

I juni ble det kun funnet relativt få larver av lakselus hos fisk fra de to lokalitetene i Troms, Løksebotn og Ullsfjord, mens fisk fra Altafjorden ikke hadde lus. Det lave infeksjonsnivået av kun larver kan bety at fisken nettopp hadde vandret ut i sjøen ved fangst. Veterantvanderne hadde imidlertid også lite lus (egne observasjoner), og på bakgrunn av normal utvandringstid (Berg & Johnson 1989) er det sannsynlig at fisken fra alle disse lokalitetene hadde vært på næringsvandring i flere 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 året før (Bjørn et al. 2000) ikke fanget fisk i ferskvann av slike mengder at det tyder på at prematur tilbakevandring hadde funnet sted. I august økte imidlertid infeksjonsbelastningen markant særlig gjennom nye påslag av larver på lokalitetene i Løksebotn og Altafjorden.

I de nordligste fylkene tyder dermed resultatene på at infeksjonspulsen kom seinere og var mindre enn i 1999

(Grimnes et al. 2000, Bjørn et al. 2000). Konsekvensene av infeksjonen var følgelig også mindre alvorlige, men resultatene fra Løksebotn og Altafjorden i august viste at også i 2000 kan lakselus ha hatt en viss negativ effekt på deler av bestandene. I år med gunstige temperatur- og ernæringsforhold oppholder spesielt umoden sjørret 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 sjørretene både fra Løksebotn og Altafjorden var i august foruroligende høyt. Ved fortsatt sjøopphold utover høsten ville trolig nesten 30 % av de minste sjørretene fra Løksebotn fått fysiologiske problemer (Bjørn & Finstad 1997), mens ytterligere nesten 30 % kunne oppleve mindre forstyrrelser. I Altafjorden ville over halvparten av fisken være utsatt for mindre forstyrrelser, mens enkelte sannsynligvis ville få direkte problemer med salt- og vannbalansen (Bjørn & Finstad 1997).

I Ullsfjorden var det derimot en ubetydelig økning i relativ intensitet av lakselus hos fisken over tid. Det store flertallet av fisk hadde relative intensiteter på mindre enn 0,1 lus pr. gram fiskevekt, men enkelte individer med moderat og høy belastning ble også registrert. Det kan derfor ikke utelukkes at noen få fisk kunne vært negativt påvirket av lus. Fraværet av en tydelig infeksjonspuls i august tyder imidlertid på at lakselus ikke er noe betydelig problem for sjørøret og sjørøye i Ullsfjorden, og dette er sammenfallende med konklusjonene fra undersøkelsene både i 1998 (Bjørn et al. 1999) og 1999 (Bjørn et al. 2000).

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

3.2.1 Resultater

Totalt ble det fanget 238 utvandrende postsmolt av laks i Trondheimsfjorden i 2000; 44 og 79 ble tatt i sone 3 i henholdsvis uke 20 og 21 (**tabell 4**). I sone 5 ble det fanget 100 postsmolt i uke 21 og 15 postsmolt i uke 22. Gjennomsnittslengden på smolten var fra 13,1 til 13,6 cm og gjennomsnittsvekten varierte mellom 16,4 og 18,1 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 kun fanget 1 postsmolt som var infisert med en enkelt lakseluslarve (sone 5). I uke 22 ble det imidlertid fanget betydelig flere infiserte postsmolt i sone 5. Prevalensen her var 73 %, og gjennomsnittlig intensitet var 1.7 lus pr. fisk. Det var kun larver som ble funnet på fisken, og to av postsmoltene hadde opptil fire larver. Den relative intensiteten var dermed også forholdsvis lav med en middelvei på 0.1 larver pr. gram fiskevekt. Belastninger over 0.2 og maksimalbelastninger på 0.26 ble imidlertid funnet på to av laksesmolten fra Trondheimsfjorden.

Fra Malangen ble det totalt fanget 93 postsmolt på utvandring i fjordsystemet (**tabell 4**). I første prøvafiskeuke (uke 23, juni) ble det utelukkende trålt i indre og midtre sone, og kun et fåtall fisk ble fanget. Disse ble alle tatt i indre sone, enkelte bare noen få kilometer fra elveutløpet. Gjennomsnittslengden på fisken var 13,6 cm og gjennomsnittsvekta var 23,1 gram. Det ble ikke registrert lus på denne fisken. I andre prøvafiskerunde (uke 26, juni/juli), ble det trålt i både indre, midtre og ytre sone. Totalt ble det fanget 83 smolt fordelt på 37 fra indre, 44 fra midtre og 2 fra ytre sone. Det ble ikke

registrert lus på fisken fra noen av sonene i Malangsfjorden.

I Altafjorden ble det trålt etter utvandrende laksesmolt i uke 24 (juni) og i uke 27 (juli). Totalt ble det fanget 163 smolt (**tabell 4**), og 153 av disse ble undersøkt for forekomst av lakselus. På tross av relativt høy innsats i uke 24 (juni), hovedsaklig i indre og midtre sone, ble det ikke fanget laks på utvandring i noen av sonene. I begynnelsen av juli (uke 27) ble det på tross av stor innsats i indre soner av Altafjorden ikke fanget mer enn 9 smolt her. Disse hadde en gjennomsnittslengde på 13,3 cm og en gjennomsnittsvekt på 20.7 gram og var ikke infisert med lus. I midter deler av Altafjorden ble det fanget et relativt høyt antall smolt, selv på få tråltrekk. Gjennomsnittslengden på fisken var 13,9 cm og gjennomsnittsvekten var 24.1 gram. Det ble imidlertid heller ikke her registrert lus på fisken.

3.2.2 Diskusjon

Sommeren 2000 var utvandrende laksesmolt i Trondheimsfjorden lite infisert med lakselus sammenlignet med enkelte tidligere år (Finstad et al. 2000). Kun i uke 22 ble det funnet lus på fisken ytterst i fjorden, og her var hele 73 % av fisken infisert. De fleste hadde imidlertid lave belastninger, men enkelte individer med opptil 4 larver ble funnet. 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. Hitra og Frøya utenfor Trondheimsfjorden er likevel et område med intensiv oppdrettsnæring. Produksjon av lakseluslarver i anlegg her kan bidra til et økt smittepress også i fjordsystemet innenfor. NINAs langtidsundersøkelse fra Trondheimsfjorden viser da også 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).

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. Slike nivåer ble ikke funnet på smolten fra Trondheimsfjorden i år 2000, og det er derfor lite sannsynlig at direkte parasittindusert dødelighet har funnet sted under fjordutvandringen. Nyere studier på større laks indikerer imidlertid at selv adskillig færre voksne lus kan føre til fysiologiske forstyrrelser hos infisert fisk gjennom den integrerte stressresponsen (Nolan et al. 1999). Det kan derfor ikke utelukkes at selv så få som fire luslarver kan påvirke fisken 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. i trykk) av lusas effekt på ville populasjoner av laksefisk.

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.

Trondheimsfjorden, Sør-Trøndelag

Uke	Sone	n	Lengde ± SD	Vekt (g) ± SD	Prev (%)	Snitt ± SD	Median	IQR	min	max	Relativ Intensitet				
											v/x	Median	IQR	min	max
20	3	44	13,6 ± 1,2	17,2 ± 5,9	0										
	5	-													
21	3	79	13,3 ± 1,5	18,1 ± 8,0	0										
	5	100	13,2 ± 1,7	17,5 ± 10,8	1	1									0,06
22	3	-													
	5	15	13,1 ± 1,5	16,4 ± 6,1	73,3	1,73 ± 1,19	1	1	1	4	0,8	0,1	0,08	0,03	0,26

Malangsfjorden, Troms

Uke	Sone	n	Lengde ± SD	Vekt (g) ± SD	Prev (%)	Snitt ± SD	Median	IQR	min	max	Relativ Intensitet				
											v/x	Median	IQR	min	max
23	1	10	13,6 ± 1,1	23,1 ± 5,2	0										
	2	-													
	3	-													
26	1	37	13,4 ± 1,0	22,6 ± 4,7	0										
	2	44	13,3 ± 1,3	22,7 ± 5,8	0										
	3	2	13,2 ± 2,3	21,1 ± 9,7	0										

Altafjorden, Finnmark

Uke	Sone	n	Lengde ± SD	Vekt (g) ± SD	Prev (%)	Snitt ± SD	Median	IQR	min	max	Relativ Intensitet				
											v/x	Median	IQR	min	max
24	1	0													
	2	0													
	3	0													
27	1	9	13,3 ± 1,0	20,7 ± 4,5	0										
	2	144	13,9 ± 0,9	24,1 ± 4,6	0										
	3	-													

Lakselusregistreringer gjort på utvandrende laksesmolt fra sterkt oppdrettsbelastede fjordsystem som Sognefjorden og Nordfjorden viser 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). Disse resultatene viser at infeksjonsnivået kan være av et dramatisk omfang lengre sør i landet, og at det synes å være en sammenheng også mellom lakselusinfeksjon på utvandrende laksesmolt og intensiv oppdrettsaktivitet.

Under det første toktet i de nordnorske fjordene Malangen og Altafjorden ble det primært trålt i de indre delene. Kun i Malangen ble det fanget et fåtall smolt på utvandring, og disse var fri for lus. Under det andre toktet

i Malangen ble det trålt i tre soner utover fjorden. Fangstene var bedre, men det ble heller ikke da funnet lus på noen laksesmolt. 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 en meters dyp. Lengre ut var vannmassene godt mikset med et brakt skikt i overflaten (ca. 10-15 ‰). I de ytre sonene hadde smolten sannsynligvis oppholdt seg i mer marint pregede fjordområder en god stund og samtidig beveget seg inn i områder med en viss oppdrettsaktivitet, men likevel var de ikke infisert av lus. På lokaliteten i Løksebotten sør for Malangen ble det kun funnet et fåtall lus på sjørørret og sjørøye i juni måned (uke 25). Videre fant vi ikke lus på sjørørret fra Målselvfjorden i Malangen, og også svært lite på sjørørret utenfor Lysebottenvassdraget i Malangen i august. 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 2000 pga. et lavt infeksjonspress fra infektive copepoditter under utvandningsperioden for laksefisk

I andre trålrunde i Alta ble det fanget et relativt høyt antall laksesmolt i midtre deler av Altafjorden, men lite i de indre. Samtlige fisk var fri for lakselus. Det drives en intensiv oppdrettsvirksomhet i de midtre delene av Altafjorden, og det nærmeste anlegget befinner seg kun noen få kilometer fra de tråltransektene der hovedmengden av smolten ble fanget. Målinger av salinitet viste at vannet fortsatt var brakt i overflaten (ca. 15 ‰), men fra omlag en meters dyp og nedover var saliniteten høyere enn 25 ‰. Samtidig med at trålingen etter laksesmolt ble gjennomført i pelagialen i Altafjorden, ble det fanget sjørørret og sjørøye i littoralsonen på begge sider av Altafjorden. Fraværet av lus på all fisken 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 fjord-systemet med minimalt med lus sommeren 2000.

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 6 (Åse, Andøy) til 28 (Onarheim, Tysnes) med et totalsnitt på $16,8 \pm 7,0$ lus pr fisk (**tabell 5**). Andelen oppdrettsfisk i fangstene var størst (57 %) ved Onarheim (Tysnes) som ligger i Hardangerfjorden. Ved stasjonene Kinn (Andøy 2), Nordsmøla (Smøla), Veidholmen (Smøla), Lødingen 2 og Hellesøy 2 (Øygarden) var andelen oppdrettslaks henholdsvis 40, 31, 28, 25 og 24. % Bortsett fra Onarheim (Tysnes) var det ikke noen systematiske forskjeller i larvepåslag hos fisk tatt ved de ulike sjøstasjonene. Prosentandelen laver (45 %) var imidlertid størst her og kan tyde på nypåslag av larver etter at laksen har kommet inn i dette fjord-systemet. Prosentandelen larver ved de ulike stasjonene lå fra 5 % (Haraldsøy, Vikna) til 45 % (Onarheim, Tysnes) med et totalsnitt på $18,6 \pm 9,5$ lus pr fisk.

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 100 % (**tabell 6**). Totalantallet av lus lå fra 5 (på villfisk - Åse, Andøy) til 46 (på rømt oppdrettslaks, Lødingen 2). Ved samtlige stasjoner (bortsett fra Stamnes, Sortland) lå totalantallet av lus høyest på rømt oppdrettslaks. Larvepåslaget på laksen var lavt ved alle stasjonene, mens det var kjønnsmodne hunnlus som utgjorde den største andelen av lusa.

3.3.3 Diskusjon

Karakteristisk for tilbakevandrende laks er at antall eldre stadier av lusa viser liten variasjon i forhold til innvandringseiene langs kysten. Registreringer fra kilenot- og krogarn fanget laks langs norskekysten i juni og juli viser i 2000 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 2000 var det igjen Onarheim ved Tysnes i Hardangerfjorden (Hordaland) som skilte seg ut med høye infeksjoner av lakseluslarver og en stor andel av rømt oppdrettsfisk sammenliknet med andre stasjoner. Hardangerfjorden er det området langs norskekysten med høyest tetthet av oppdrettsanlegg og størst produksjon av oppdrettslaks. Selv en snittinfeksjon på under 1 lus per oppdrettsfisk, vil gi grunnlag for en enorm produksjon av lakseluslarver (Heuch & Mo, i trykk) i dette området. Registreringer på kilenotfanget laks i 1997, 1998, 1999 og 2000 (Grimnes et al. 1998, 1999, 2000) og årlig på sjørørret 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 Hellesøy i Øygarden og fjordlokaliteten ved Onarheim inne i Hardangerfjorden, ligger begge i oppdrettsintensive områder, to lokalitetene som i flere år har vist stor forskjell i infeksjonintensitet og i andel larver av infeksjonen, dvs. kystnær infeksjon. Ved Hellesøy var andelen larver kun 12.5 % i snitt mot hele 45 % inne i Hardangerfjorden i 2000. Dette viser at oppholdstid i områder med et høyt kystnært smittepress har 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.

Tabell 5. Abundans av lakselus på Atlantisk laks fanget med kilenot eller krokgarn langs norskekysten i juni og juli 2000. 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.

Sted	Prev	n	snitt	median	min	maks	% larver	% oppdrett
1 Skudneshavn, Karmøy	98	103	25 \pm 98	12	0	1 000	21 \pm 26	8
2 Nedstrandfjorden, Tysvær	91	49	24 \pm 29	20	0	170	29 \pm 30	14
3 Hellesøy 1, Øygarden	88	166	9 \pm 9	6	0	76	9 \pm 20	5
16 Hellesøy 2, Øygarden	97	152	17 \pm 11	14	0	69	16 \pm 21	24
19 Onarheim, Tysnes	87	220	28 \pm 48	16	0	438	45 \pm 35	57
4 Kolgrov, Solund	100	196	12 \pm 9	10	1	64	9 \pm 14	13
5 Nordsmøla, Smøla	100	150	22 \pm 11	20	5	82	19 \pm 7	31
6 Veidholmen, Smøla	100	215	26 \pm 14	24	3	73	22 \pm 14	28
7 Mølnbukt, Agdenes 1	99	147	12 \pm 8	10	0	50	14 \pm 18	6
20 Mølnbukt, Agdenes 2	95	1125	13 \pm 11		0	76	29	4
12 Nord-Statland, Namdalseid	97	183	9 \pm 8	7	0	58	23 \pm 28	1
8 Haraldsøy, Vikna	100	34	14 \pm 7	11	4	35	5 \pm 12	18
13 Rødøy, Sleipnesodden	98	160	12 \pm 9	10	0	53	26 \pm 20	6
9 Lødingen 1	92	73	9 \pm 8	8	0	57	5 \pm 12	11
17 Lødingen 2	92	48	18 \pm 24	8	0	140	26 \pm 31	25
18 Stamnes, Sortland	99	218	24 \pm 8	23	0	43	20 \pm 8	8
10 Kinn, Andøy 1	100	152	23 \pm 13	20	6	95	11 \pm 13	5
14 Kinn, Andøy 2	83	18	20 \pm 29	11	0	115	13 \pm 28	40
15 Åse, Andøy	90	42	6 \pm 5	6	0	28	22 \pm 33	2
11 Sørvær, Hasvik	80	148	10 \pm 10	7	0	43	19 \pm 17	7

Tabell 6. Abundans av lakselus på villaks (V) og rømt oppdrettslaks (O) fra høstfisket i august og begynnelsen av september ved forskjellige kilnot og krokgarnstasjoner 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
15-Åse, Andøy	F	25	V	100	71	1 \pm 7	1 \pm 2	2 \pm 4	5 \pm 10
			O	100	24	2 \pm 4	4 \pm 4	9 \pm 6	16 \pm 11
17-Lødingen 2	F	18	V	100	9	3 \pm 4	5 \pm 6	6 \pm 4	14 \pm 12
			O	100	2	9 \pm 3	7 \pm 1	30 \pm 0	46 \pm 1
18-Stamnes, Sortland	F	37	V	100	27	5 \pm 2	10 \pm 4	17 \pm 6	33 \pm 9
			O	100	16	5 \pm 2	9 \pm 4	16 \pm 7	30 \pm 10
16-Sæle, Øygarden	K	26	V	100	41	2 \pm 3	6 \pm 4	9 \pm 5	16 \pm 10
			O	100	14	4 \pm 3	6 \pm 4	8 \pm 5	18 \pm 12

Rømt oppdrettsfisk utgjør betydelige mengder av kilenotfangstene ved flere av sjøstasjonene. I sommerfisket (juni og juli) var det igjen Onarheim ved Tysnes i Hardangerfjorden som skilte seg ut med 57 % rømt oppdrettsfisk. Ved stasjonene Kinn (Andøy 2), Nordsmøla (Smøla), Veidholmen (Smøla), Lødingen 2 og Hellesøy 2 (Øygarden) var andelen oppdrettslaks henholdsvis 40, 31, 28, 25 og 24 %. Rømt oppdrettsfisk utgjør en stor gruppe fisk

som kan ha rømt som postsmolt og mer eller mindre fulgt samme vandringsrute som villfisk eller være nylig rømt fisk fra et anlegg med store lakselusproblemer eller fra et nylig avluttet anlegg. Selv om maksimumsinfeksjonene på enkelte årsklasser av rømt oppdrettsfisk kan være høyere enn på villfisk (Jacobsen & Gaard 1997), var det ikke mer lus på rømt fisk sammenliknet med villfisk.

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, i trykk). 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 100 %. Totalantallet av lus lå fra 5 (villfisk - Åse, Andøy) til 46 (rømt oppdrettslaks, Lødingen 2). Ved samtlige stasjoner (bortsett fra Stamnes, Sortland) lå totalantallet av lus høyest på rømt oppdrettslaks. Larvepåsaget på laksen var lavt ved alle stasjonene, 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 krokgarnfiske (sjøfiske). Oppdrettsfisken går imidlertid opp i større antall utover høsten og utgjør hele 22-35 % (1989-97) av gytebestanden i elver langs hele norskekysten (Lund 1998, Fiske & Lund 1999). Det er først og fremst kjønnsmoden oppdrettsfisk som vandrer opp i elvene. Rømt oppdrettsfisk som fanges i kilenøtene kan imidlertid nylig ha rømt fra et anlegg, den kan være mer eller mindre kjønnsmoden og den kan ha rømt fra et anlegg med mye lus eller et anlegg som nylig har avluset. Fisk som rømmer midtvinters er antatt å være svært lite vandringvillig, 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 vinteravluste oppdrettsanlegg og bidra til en våroppblomstring av lakselus.

3.4 Lakselusinfeksjonen på laks i oppdrettsanlegg i utvalgte fjord og kystlokaliteter.

3.4.1 Resultater

Gjennomsnittlig antall lakselus (abundans) hos oppdrettslaks fra anlegg i Lofoten, Vesterålen og Sør-Troms varierte signifikant mellom anlegg både i mai og i august (ANOVA; $p < 0,05$), og også over tid innen alle anlegg (Student t-test; $p < 0,05$) (**tabell 7**). På forsommeren var infeksjonen relativt lav i samtlige anlegg. Høyeste registrerte abundans i ett anlegg var kun 2 lus, høyeste infeksjon hos en enkeltfisk var 7 lus og prevalens varierte fra 15 til 90 %. På seinsommeren (uke 32) var imidlertid en større andel av oppdrettslaksen infisert, og i halvparten av anleggene var prevalens nærmere 100 %. Abundans varierte fortsatt mye mellom anleggene. I august hadde f.eks. laksen i anlegg nr. 3 i Vesterålen bare litt over 1 lus pr. fisk i gjennomsnitt. Tilsvarende tall for naboanlegget (nr. 4) var på over 14 lus, og det ble samtidig påvist enkeltlaks med nærmere 50 preadulte og adulte lus. Tilsvarende forskjeller ble også funnet mellom anlegg i Lofoten og Sør-Troms.

Tidlig på sesongen (uke 22) ble lave antall av både larver og voksen lus funnet i alle de undersøkte anleggene (**figur 8**). Med unntak av ett anlegg, der adulte hanner og hunner med eggstrenger dominerte luspopulasjonen, var forholdet mellom larver og eldre stadier rundt 1:1. På seinsommeren hadde laksen i fire av de seks anleggene betydelig mer eldre stadier av lus enn i uke 22. På anlegg nr. 4 hadde lusmengden økt spesielt mye, og her var det preadulte stadier som dominerte populasjonen. På alle anlegg utenom ett var forekomst og andel modne hunnlus også økt betraktelig i forhold til tidligere på sesongen.

Estimatene av reproduksjonspotensialet av lakselus innen hvert enkelt anlegg varierte mye som følge av at både mengden modne hunnlus og antall fisk var forskjellig mellom anleggene. På våren var reproduksjonspotensialet, og dermed også smittepresset, relativt lavt (**tabell 8**). Likevel ble det beregnet at enkelte anlegg hadde et reproduksjonspotensiale på flere titalls millioner lakselus-egg i løpet av en periode på ca. tre uker. På sein-

sommeren var reproduksjonspotensialet totalt sett økt betraktelig. Lusmengden i enkelte anlegg kunne da teoretisk gi opphav til flere 100-talls millioner nauplius-larver i løpet av august måned. Anlegg nr. 4 hadde et særlig høyt potensiale til å produsere lakselus fordi det stod mye fisk i anlegget med store antall modne hunnlus, mens andre anlegg igjen var ubetydelige smittekilder (for eksempel anlegg nr. 2).

3.4.2 Diskusjon

Forekomsten av lakselus på oppdrettslaks fra Lofoten til Sør-Troms varierte både innad i anlegg over tid og mellom anleggene, og det var vanskelig å finne klare forskjeller mellom regioner. Det var likevel en lav abundans i alle anleggene på våren og en generell økning i infeksjonen utover sommeren. I august hadde laksen i enkelte anlegg såpass høye infeksjoner at det kunne ha negative drifts-økonomiske konsekvenser. Lakselus er nå erkjent som en av de viktigste sykdomsfaktorene i norsk og internasjonal oppdrettsnæring (Pike & Wandsworth 1999). De reelle tapstallene er vanskelige å beregne, men det er antatt at de direkte og indirekte kan komme opp i ca. 500 millioner NOK bare på nasjonalt nivå (Pike & Wandsworth 1999).

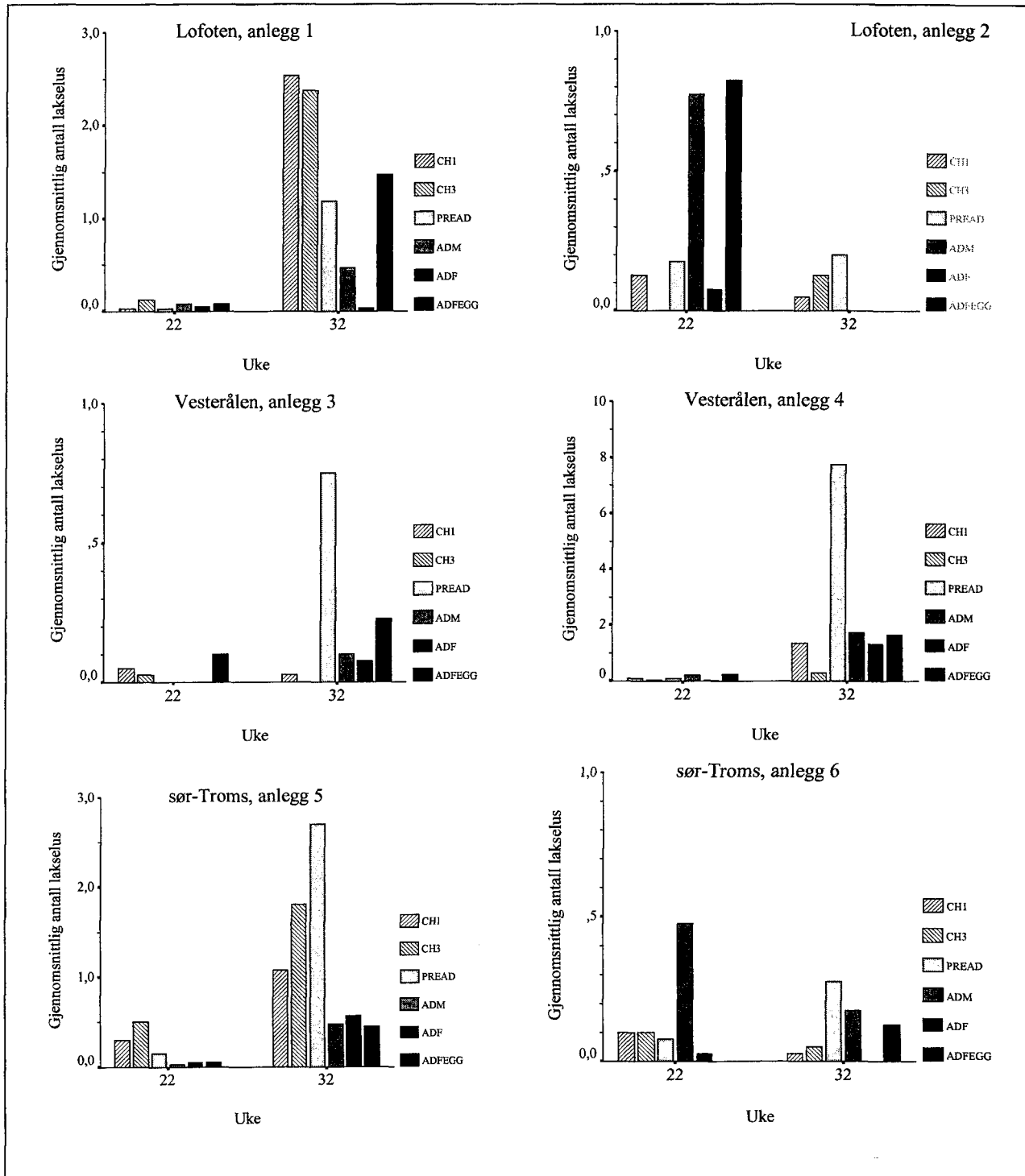
En basisforståelse av dynamikken i prevalens og intensitet i lakselusinfeksjonen på oppdrettslaks i merd er nødvendig for å bekjempe lusproblemene på en optimal måte. På tross av dette er det publisert få studier innen dette feltet (Pike & Wadsworth 1999). Selvinfeksjon har for eksempel

blitt sett på som den viktigste infeksjonsmekanismen i Canada (Hogan & Trudeau 1989). I Skottland har man vist at synkronisert brakklegging av alle lokalitetene i fjorder har hatt en positiv effekt, og at smitte mellom anleggene innen fjorder derfor kan være av stor betydning (Grant & Treasurer 1993). Smitte mellom forskjellige skotske fjorder synes imidlertid å være av mindre betydning, i hvert fall når det gjelder transmisjon til vill laksefisk (Tully et al. 1999).

I Norge er få vitenskapelig innsamla data om lusmengden i oppdrettsanlegg tilgjengelige. Tellingene som oppdretterne selv har gjennomført indikerer at infeksjonsnivået på våren er gjennomgående lavt, selv om det varierer mellom anlegg og også mellom år (Anonym. 2000). I forbindelse med to nasjonale forskningsprosjekt (Heuch et al. 2000a, Heuch & Mo 2001) ble forekomsten av lakselus registrert i oppdrettsanlegg langs hele kysten, deriblant åtte oppdrettsanlegg i Lofoten og Vesterålen i 1999 (M. Johnsen, NFH, under arbeid). Resultatene fra Lofoten og Vesterålen viste at infeksjonene var gjennomgående lave om våren også dette året, og at både prevalens og intensitet økte utover sommeren samtidig med at enkelte lokaliteter var spesielt utsatt. De sammenfallende funnene i 1999 og 2000 indikerer dermed at det generelt er et lavt infeksjonspress i mai i nordre Nordland og Sør-Troms. Dette stemmer for såvidt også overens med data samlet inn av oppdretterne selv (Anonym. 2000) med den forskjellen at de rapporterer om adskillig færre larver enn det vi fant. Det har sannsynligvis sammenheng med at antallet av de minste stadiene lett kan bli underestimert.

Tabell 7. Abundans av lakselus hos oppdrettslaks på oppdrettslokalitetene i Nordland (lok 1-4) og Troms (lok 5 og 6) i uke 22 (mai) og 32 (august) registrert etter anbefalte metodikker på to sammenslåtte merder (Anon 2000). Andel infisert laks (prev), gjennomsnittlig antall lus og standardavvik (SD) på all fisk (abund), min, max og varians over gjennomsnitt (s^2/x) er oppgitt.

Sted	Uke	lok	Prev	Abund	Sd	min	max	s^2/x
Lofoten	22	1	30	0,38	0,63	0	2,0	1,05
		2	90	1,98	1,35	0	6,0	0,92
	32	1	100	8,06	4,72	1	22,0	2,77
		2	30	0,38	0,67	0	3,0	1,19
Vesterålen	22	3	15	0,18	0,45	0	2	1,79
		4	45	0,65	0,83	0	3,0	1,07
	32	3	55	1,18	1,52	0	7,0	1,96
		4	100	14,1	10,9	2	48	8,40
Sør-Troms	22	5	53	1,08	1,56	0	7,0	2,26
		6	55	0,76	0,86	0	3,0	0,96
	32	5	98	7,08	9,03	0	53	11,53
		6	40	0,65	1,05	0	5,0	1,62



Figur 8. Utviklingsstadier av lakselus på oppdrettslaks på oppdrettslokalitetene i Lofoten, Vesterålen og sør-Troms. 40 laks fra to sammenslåtte merder er undersøkt i mai (uke 22) og i august (uke 32) på hver lokalitet. CH1 = første og andre chalimusstadie; CH2 = andre og tredje chalimusstadie; Preadult = preadult lus av begge kjønn; ADM = voksen hannlus; ADF = voksen hunnlus; ADFEGG = voksen hunnlus med eggstrenger.

Tabell 8. Antall lakselusproduksjon på oppdrettslaks i Lofoten (anlegg 1 og 2), Vesterålen (anlegg 3 og 4), og sør-Troms (anlegg 5 og 6) i mai (uke 22) og august (uke 32) 2000. AdF = gjennomsnittlig antall Adulte hunn lus med og uten eggstrenger på fisken; Prod = Antatt reproduksjonspotensiale til Adulte hunn lus i anleggene fra registreringsdato og i kommende tre ukers periode. Reproduksjonspotensialet er beregnet ut fra totalt antall en eller flersjøvinters fisk i anlegget multiplisert med gjennomsnittlig antall hunner per fisk og anslått min og maks antall egg per hunn (200-800 egg per lus). Verdiene representerer min og maks beregnet reproduksjonspotensiale fra anlegget gitt i hele millioner luselarver.

Uke	Anl. 1		Anl. 2		Anl. 3		Anl. 4		Anl. 5		Anl. 6	
	AdF	Prod	AdF	Prod	AdF	Prod	AdF	Prod	AdF	Prod	AdF	Prod
22	0,13	1,5-6,0	0,90	5,3-21,4	0,10	0,9-3,8	0,25	15-2	0,10	10,3-41,4	0,02	0,7-2,6
32	1,50	17,4-69,5	0,00	0	0,30	2,9-11,6	2,98	183-736	1,00	103,6-414,0	0,13	4,3-17,2

I august var oppdrettslaksen betydelig infisert med lus i enkelte anlegg. Chalimuslarver og preadult lus dominerte, men andelen modne lus hadde også økt i forhold til på våren. Et slikt mønster tyder på at infeksjonspresset økte betydelig utover sommeren. Lustallene samlet inn fra ulike anlegg under Nasjonale luseprosjekt (Heuch et al. 2000; Heuch & Mo 2001) tyder også på at mengden lus økte utover sommeren og høsten. Enkelte anlegg er imidlertid mer utsatt enn andre, og hadde akkumulert et såpass høyt antall mobile lus i løpet av sommeren at det sannsynligvis vil føre til økonomiske tap for oppdretterne i tillegg til at lusbelastninga er betenkelig ut fra et fiskevelferdsmessig synspunkt

Generasjonstiden hos lakselus er temperaturavhengig (Pike & Wadsworth 1999, Boxaspen & Næss 2000). Heuch et al. (2000) har vist at utviklingen fra egg til voksen og produksjon av det første eggstrengsparet tok fire ganger så lang tid ved 7.2 som ved 12.2 °C. Selv relativt få lus på fisken i oppdrettsanleggene på forsommeren vil derfor representere et høyt reproduksjons- og smittepotensial etterhvert som temperaturen stiger utover sommeren, spesielt tatt i betraktning av det store antallet oppdrettslaks i kystnære områder (Heuch & Mo, i trykk)

Teoretisk reproduksjonspotensiale av lus innen anleggene ble estimert om våren og seinsommeren ut fra gjennomsnittlig antall modne hunn lus på fisken, data over antall fisk i anleggene og gjennomsnittsmengden egg hver hunn lus gyter. Dette potensialet var relativt lavt på våren på grunn av små mengder modne hunn lus. Estimaten varierte imidlertid mye mellom anleggene, både som følge av forskjeller i antall fisk på lokalitetene og forskjellig antall lus på fisken. På seinsommeren var potensialet imidlertid generelt økt og nådde et betydelig nivå på enkelte anlegg. I første halvdel av august kunne ett av anleggene produsere et sted mellom 180 og 740 millioner larver, men det minst infiserte anlegget representerte en ubetydelig smittekilde. Tar man hensyn til den totale mengden oppdrettsfisk langs kysten av Nord-Norge, viser disse tallene at det totale smittepresset kan bli betydelig (Heuch & Mo, i trykk). Oppdretterne har lenge registrert

en økning av lusmengden på fisken utover høsten (Anonym 1999b, 2000), og enkelte fiskeveterinærer har beskrevet nærmest årvisse infeksjonspulser av copepoditter på seinsommeren og høsten (C. Koren, pers. medd. 2000). På vill fisk har det også enkelte år blitt registrert et kraftig påslag av lus seinhøstes (Grimnes et al. 1999). Det er sannsynlig at disse høstpulsene primært har sammenheng med økt smittespredning fra oppdrettsanlegg eller rømt oppdrettslaks, siden innkommende vill laks da er vandret opp i ferskvann (Hansen et al. 1993), og siden andelen modne hunn lus generelt er lav på vill sjørørret og sjørøye (Birkeland 1996a, Bjørn et al. 2000; Bjørn et al. i trykk).

3.5 Sammenhengen mellom lus på oppdrettet og vill laksefisk i utvalgte fjord og kystlokaliteter

3.5.1 Resultater

Undersøkelsene av bi-lokalitetene i Troms og nordre Nordland viste at mengden lakselus på sjørørret og sjørøye varierte mye langs kysten (**tabell 9**) (ANOVA; $p < 0,05$). På lokalitetene utenfor Laksvatn i Balsfjord og Målselvasvassdraget i Malangen ble det, med unntak av ett adult individ, ikke funnet lus på fisken. I motsatt retning skilte fisken fra Ånderdalsvassdraget i Lenvik og Strandvassdraget i Bogen seg ut med høye lusinfeksjoner (Tuckey, post-hoc test; $p < 0,05$).

Stadiefordelingen av lakselus varierte likeledes mellom vassdragene (**figur 9**). Fisk utenfor Ånderdalsvassdraget hadde den høyeste infeksjonen av larver i tillegg til relativt mange eldre stadier. På den andre siden ble det funnet få eller ingen larver på fisk fanget ved Lysebotten, Mandalsvassdraget, Laksvatnvassdraget og Målselv.

Tabell 9. Abundans av lakselus hos samlet materiale av sjørret og sjørøye på bilokalitetene i Troms og Nordland. Navn og nummer på vassdrag, fangststed (SV = saltvann), antall fisk (n), andel infisert fisk (prev), gjennomsnitt (snitt), middelverdi (median) og variasjonsmål (se tabell 1 for nærmere forklaring) og gjennomsnittsvekt og standardavvik for all fanget fisk.

Bilokalitet (nr)	Hab	n	Prev	Snitt	Sd	median	IQR	min	max	s ² /x	Vekt ± SD
Oksfjord (2)	SV	22	86,4	5,3	4,7	3,0	6,0	1	19	4,0	111,7 ± 46
Mannndal (3)	SV	10	60,0	8,5	10,6	4,5	15,0	1	28	13,2	169,4 ± 229
Laksvatn (5)	SV	11	18,0	1,0				1	1		399 ± 250
Målselv (6)	SV	7	0								
Lysebotten (7)	SV	15	66,7	4,0	3,0	3,5	5,3	1	10	2,3	193,7 ± 160
Lakselva (8)	SV	25	84,0	11,7	15,2	6,0	16,0	1	54	19,7	105,2 ± 86,4
Ånderdalen (9)	SV	17	88,2	36,4	34,4	31,0	52,0	2	120	32,5	293,4 ± 215
Spansdalen (11)	SV	18	88,9	13,7	10,7	13,0	18,5	2	34,0	8,38	180,4 ± 212
Strand (12)	SV	10	70,0	24,0	20,6	21,0	30,0	4	63	17,7	154,0 ± 87

Relativ intensitet av lakselus på sjørret og sjørøye langs kysten av Troms og nordre Nordland var også signifikant forskjellig mellom lokalitetene (Kruskal-Wallis; $p < 0,05$) (**figur 10**), og også målt på denne måten hadde fisk fra Tranøybotten på Senja (Ånderdalen) den største lusbelastningen.

Det var en tendens til en positiv sammenheng mellom graden av oppdrettseksposering (målt gjennom indeks for oppdrettseksposering, X_p) (lineær regresjonsanalyse; $r^2 = 0.33$, $p < 0,05$) og abundans av lakselus på vill sjørret og sjørøye på forskjellige lokaliteter i Finnmark, Troms og Nordland (**figur 11**). Fisk fanget utenfor Laksvatn (vassdrag 5), Målselv (6), Lysebotten (7), Oksfjord (2) og Jægervatnet (4), som alle i ingen eller liten grad er eksponert for oppdrettsaktivitet, hadde lave infeksjoner. Fisken fra det mest eksponerte området, Vikbotten (vassdrag 13), hadde til sammenligning mye mer lus. Sammenhengen var imidlertid langt fra entydig. Fisken utenfor Strandvassdraget (vassdrag 12) hadde f.eks. betydelige mengder lus på tross av at det er hele 60 kilometer til nærmeste oppdrettsanlegg. I motsatt retning hadde fisken fra Sausvassdraget (vassdrag 15) ubetydelig med lus, mens fisken fra Tranøybotten (vassdrag 9) var mer enn 20 ganger mer infisert på tross av omtrent samme oppdrettsindeks.

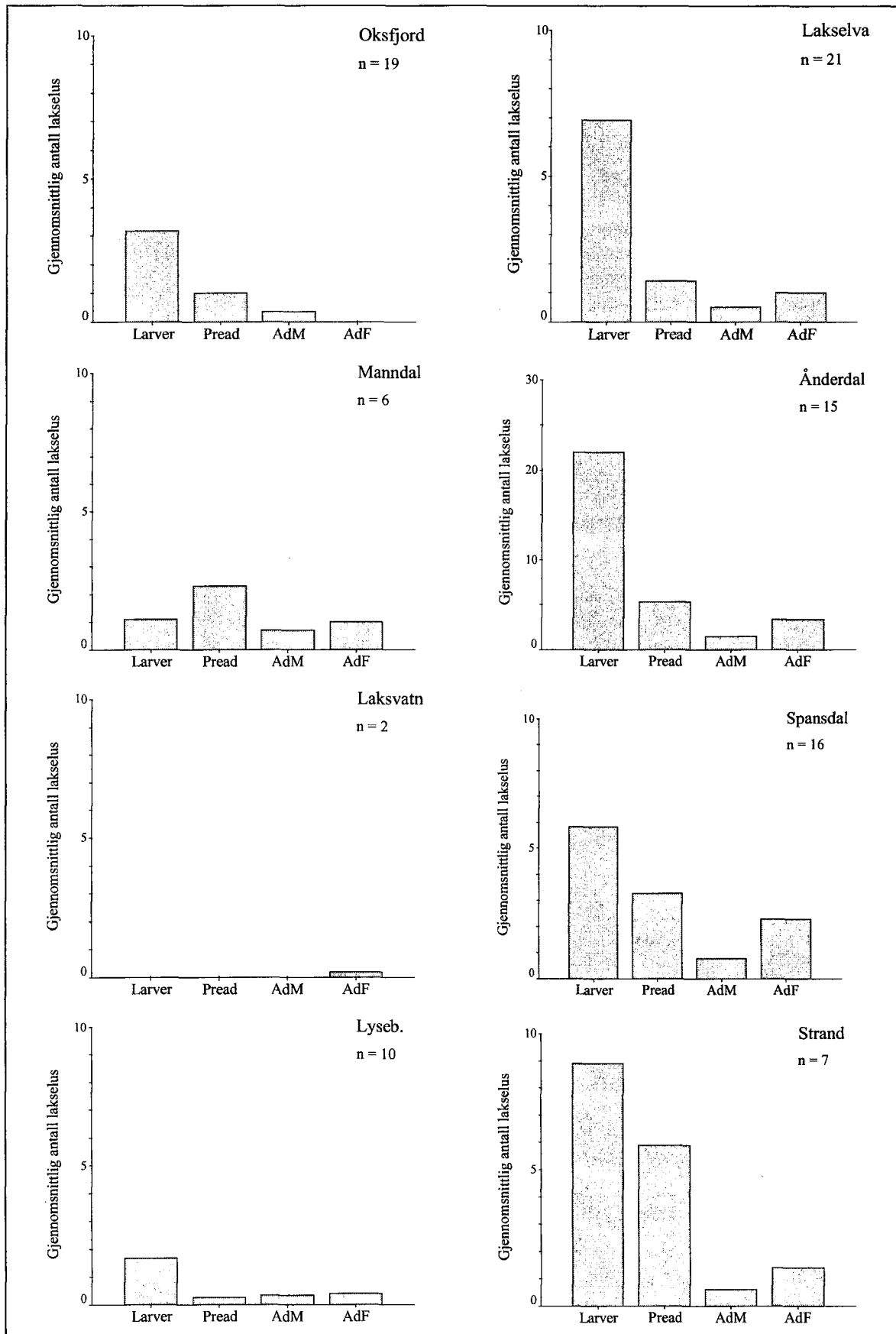
På to lokaliteter i henholdsvis nordre Nordland og Troms ble lakselusas populasjonsdynamikk sammenlignet hos laks i oppdrettsanlegg og vill sjørret og sjørøye fanget i samme område. I Nordland hadde både oppdrettslaks og villfisk lave infeksjoner på forsommeren (uke 22 og 25), mens det utover i sesongen ble funnet en betydelig økning hos begge kategorier av fisk (**figur 12**). I august så imidlertid påslaget av luselarver ut til å være klart størst hos villfisken, i og med at det ble funnet i gjennomsnitt ca. 10 ganger flere av disse hos vill sjørret enn hos oppdrettslaksen. Samtidig var antallet preadulte og adulte

lus omtrent det samme hos de to typene av fisk. På lokaliteten i Troms hadde både vill sjørret og oppdrettslaks generelt færre lakselus enn i Nordland. Oppdrettslaksen hadde lave infeksjoner både vår og høst, men det ble registrert en del modne hunnlus med eggstrenger i uke 32 (**figur 13**). Vill sjørret var i august betydelig høyere infisert enn oppdrettslaksen. Det var spesielt en høyere andel larver som skapte forskjellene, men vill sjørret hadde også flere eldre stadier av lus.

3.5.2 Diskusjon

Resultatene for sommeren 2000 viste at det var relativt stor og signifikant variasjon i infeksjonsnivået hos sjørret på ulike lokaliteter i landsdelen. Det samme mønsteret ble funnet i 1999, og det var til dels de samme områdene som hadde henholdsvis høye og lave infeksjoner de to årene (Bjørn et al. 2000). Fisken utenfor de lite eksponerte vassdragene i Troms var svært lavt infisert med lus. På den andre siden var fisk fra lokalitetene i Tranøybotten, Vikbotten og Løksebotten hardere infisert, og det var særlig et høyere antall larver på høsten som trakk opp infeksjonsnivået.

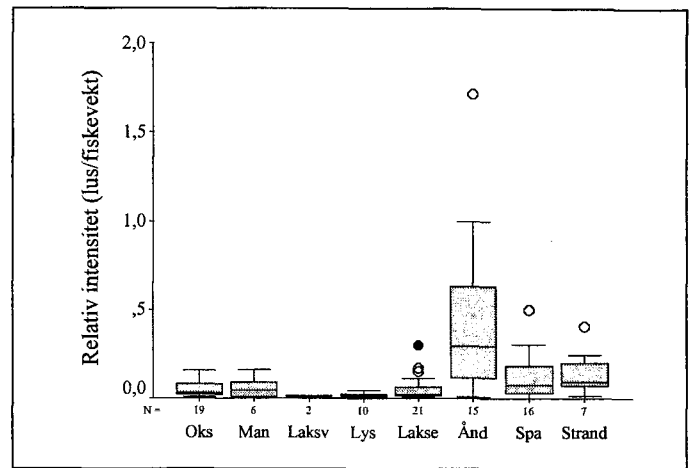
Indeks for oppdrettseksposering ble modifisert etter Bjørn et al. (2000) ved å kun ta med antall anlegg innen en radius på 20 km fra fangstlokalitetene mot 30 km tidligere, og i tillegg inkludere antall oppdrettslaks i hvert enkelt anlegg. En lineær regresjonsanalyse mellom denne indeksen og abundans av lakselus hos villfisk viste en signifikant positiv sammenheng, men også at denne bare kunne forklare ca. 33 % av variasjonen i forekomst av lakselus mellom de ulike lokalitetene. Spesielt problematisk er det at fisken ved enkelte ueksponerte vassdrag, som f.eks. Strandvassdraget i Bogen som ligger hele 60 km fra nærmeste anlegg, hadde relativt mye lus, mens det ved Sausvassdraget i Brønnøysund var svært lite lus på



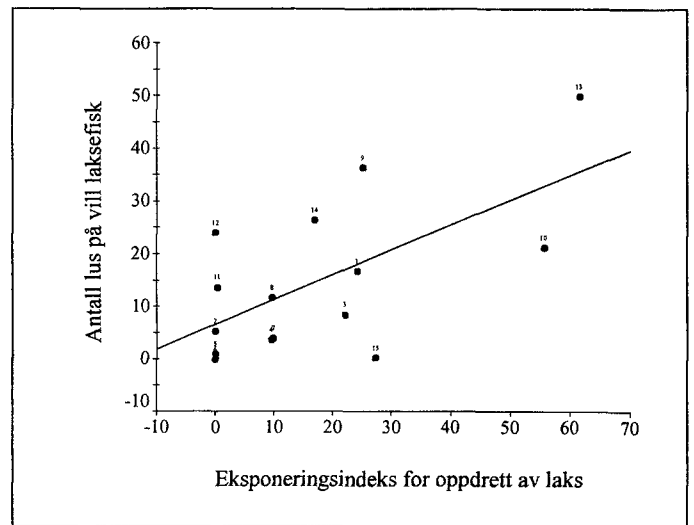
Figur 9. Utviklingsstadier av lakselus hos sjørret og sjørøye fanget i månedsskiftet juli/ august 2000 på bilokalitetene i nordre-Nordland og Troms. Fisken er fanget i saltvann (grå søyler). n = antall fisk med lus. Se tabell 1 og Figur 5 for nærmere beskrivelse av lokalitetene. Legg merke til at skalaen er forskjellig mellom figurene.

fisken selv om oppdrettsaktiviteten i Velfjorden er betydelig. Tidligere undersøkelser har også poengtert at sammenhengen mellom oppdrettsvirksomhet og forekomst av lus på vill laksefisk langt fra er entydig. Det ble f.eks. ikke funnet en slik positiv sammenheng på to undersøkte lokaliteter i Troms i 1998 (Bjørn et al. 1999). Det er åpenbart at disse forholdene modifieres av en rekke faktorer som kan variere mye både i tid og rom, slik som f.eks. mengden modne hunner av lakselus i anleggene, grad av ferskvannsavrenning, temperatur og strømforhold. I tillegg har man til nå med direkte metoder ikke greid å identifisere opphavet til luse-copepodittene som infiserer henholdsvis vill og oppdrettet laksefisk langs kysten. Totalt sett mangler derfor fortsatt konservative vitenskapelige bevis på en positiv sammenheng mellom oppdrett av laks og økt smitte av lakselus til vill laksefisk i områder med intensiv oppdrettsvirksomhet. På den annen side er det etter hvert betydelige indikasjoner på at lusesmitte fra oppdrettsanlegg, spiller en betydelig rolle i luseepidemiene (Tully & Whelan 1993, Tully et al. 1999, Bjørn et al. i trykk, Heuch & Mo 2001, Bjørn & Finstad, innsendt), og det støttes også av denne undersøkelsen.

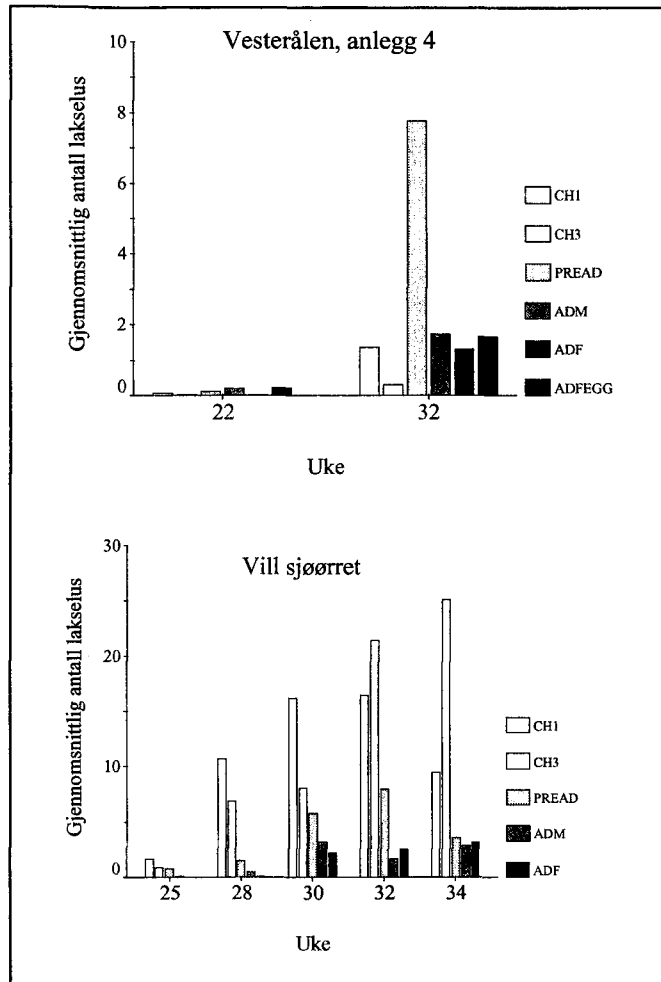
Våre undersøkelser tyder imidlertid også på at vill sjørørret blir betydelig mer infisert med lakselus enn oppdrettslaksen selv i samme fjordsystem, og også at det i enkelte områder er mer lus både på oppdrettet og vill laksefisk enn i andre. På lokaliteten i Vesterålen var det på våren lite lus på oppdrettsfisken, og tilsvarende lite på villfisken. Smittepresset på villfisken så deretter ut til å øke utover sommeren og resulterte i høye belastninger av luse-larver i august (uke 32). Samtidig ble det funnet mange modne hunner på oppdrettsfisken, men relativt få larver. Det kan bety at oppdrettsanlegget har relativt liten grad av selvinfeksjon, men at det kan overføre smitte til vill fisk som dermed i mye større grad blir infisert. Lignende resultater ble funnet i Troms. Mengden lus økte på vill sjørørret utover høsten ved et stort larvepåslag, mens oppdrettsfisken i betydelig mindre grad ble infisert av luse-larver. Totalt sett hadde likevel både oppdrettsfisk og villfisk i Sør-Troms lavere infeksjoner enn i Nordland. Årsakene til slike variasjoner er komplekse, men vil som nevnt både være knyttet til miljøforhold, lokalisering av anlegg i forhold til strøm og habitatvalg til vill laksefisk og til bekjempelsesrutiner i anlegget. Større multidisiplinære satsninger må derfor initieres for å klarlegge, forvalte og bekjempe risikoen og konsekvensene av lus på vill laksefisk



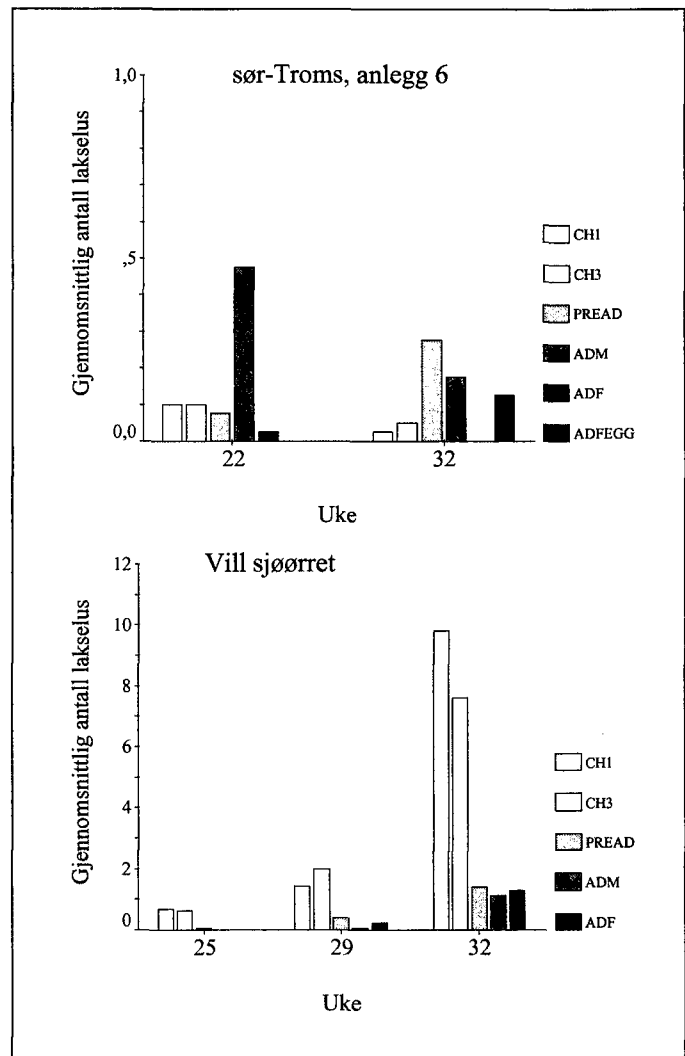
Figur 10. Relativ intensitet av lakselus (antall lus per gram fiskevekt) hos sjørørret og sjørøye < 150 g fanget i sjø (grå søyler) på bi-lokalitetene (se figur 5 og tabell 1 for nærmere forklaringer). N = antall infiserte fisk.



Figur 11. Plott av graden av oppdrettseksposering (X_s , se Tabell 1 og Figur 1 og 5 for beskrivelse og nummer på lokalitetene) mot abundans av lakselus på sammenslåtte materialer av vill sjørørret og sjørøye fra de undersøkte lokalitetene i Finnmark, Troms og Nordland sommeren 1999 ($r^2 = 0,33$; $p < 0,05$).



Figur 12. Antall og utviklingsstadier av lakselus på oppdrettslaks og på vill sjørret og sjørøye like i nærheten av hverandre og innen samme fjordssystem i Vesterålen. Se Figur 8 for beskrivelse av utviklingsstadiene.



Figur 13. Antall og utviklingsstadier av lakselus på oppdrettslaks og på vill sjørret og sjørøye like i nærheten av hverandre og innen samme fjordssystem i sør-Troms. Se Figur 8 for beskrivelse av utviklingsstadiene.

4 Oppsummerende diskusjon

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. i trykk). 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 i tillegg kun 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). Det er vist at det er de hardest infiserte individene som vandrer tilbake til ferskvann, men det er også mulig at hardt infisert sjørret kan dø før de rekker å oppsøke ferskvann for avlusning (Bjørn et al. i trykken). 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 (Anonym 2000).

Årets undersøkelse dekket en rekke sjørret- og sjørøye-vassdrag over et stort geografisk område og med varierende oppdrettsaktivitet. Resultatene viste at infeksjonstrykket varierte mellom vassdragene i tid og rom. Det var en tendens til at de sørligste vassdragene ble infisert tidligere enn de nordligste, og også at intensiteten og konsekvensene var av høyere omfang. I enkelte av vassdragene var lakselusangrepet også i 2000 av et slikt omfang at lakselus fortsatt må sees på som en betydelig trussel mot lokale bestander av sjørret og sjørøye. Variasjonen mellom vassdragene tyder på at smitten kan være av lokal karakter, og at enkelte systemer er mer utsatt enn andre. Langtidsundersøkelsen fra Vikvassdraget (Grimnes et al. 1998, 1999, 2000, denne studien), viste at infeksjonstrykket også var høyt sommeren 2000, og kan tyde på at tiltak i oppdrettsnæringa ikke har greid å redusere smittepresset på lokale sjørretbestander.

Infeksjonspresset under smoltutvandringen til laks sommeren 2000 var imidlertid lavt både i Trondheimsfjorden, Malangen og i Altafjorden. Parallell innsamlinger av vill sjørret og sjørøye fra littoralsonen i Altafjorden og på lokaliteter i sør-Troms, viste også at infeksjonspresset på sjørret var lavt i på disse lokalitetene i denne tidsperioden. 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 lokaliteter i fjordsystemet (Finstad et al. 2000). Det samme ser vi fra postsmoltundersøkelser i fjorder lengre sør (Holst et al. 2001), og fra undersøkelser på sjørret i Nord-Norge (Grimnes et al. 1998, 1999, 2000, Bjørn et al. 2000, denne studien). Lakselus kan derfor potensielt være et problem også for utvandrende laksesmolt i nordlige fjordområder. I Altafjorden har det enkelte år blitt registrert epidemiske lakselusangrep på sjørret og sjørøye allerede tidlig i juli (Finstad 1993; Finstad et al. 1994, Bjørn & Finstad, innsendt). Andre år har pulsen først kommet i august og også vært betydelig mindre (Finstad et al. 1994, denne studien). 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. I tillegg indikerer årets undersøkelse fra Altafjorden at postsmolten kan utnytte og oppholde seg adskillig lengre i Finnmarksfjordene enn tidligere antatt. 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.

Lakselusmitte kan imidlertid i tillegg til smitte fra oppdrettsanlegg 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 (1993-2000), viser som tidligere år at enkelte individer er betydelig infisert med kjønnsmoden lus, noe som kan knyttes opp mot et generelt høyere infeksjonspres 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, i trykk), men bidraget fra rømt oppdrettslaks bør overvåkes sterkere ettersom tiltakene i næringen virker (Heuch & Mo, i trykk).

Årets undersøkelser understreker imidlertid at enkelte oppdrettsanlegg har en betydelig risiko for infeksjon, sannsynligvis som følge av lokalitetsspesifikke faktorer. Dersom det står mye fisk på slike lokaliteter, viser beregninger av lusas reproduksjonspotensiale at disse anleggene kan være betydelige smitekilder, mens andre anlegg representerer en ubetydelig smitekilde. Likeledes viser undersøkelsen av sammenhengen mellom lus på vill sjørret og sjørøye og graden av oppdrettseksponering, at

det er en generell sammenheng, dog ikke entydig. Også disse resultatene viser at enkelte vassdrag er betydelig utsatt for lusesmitte, mens andre utsettes for ubetydelig smitte, selv med oppdrettsanlegg like i nærheten. Det er derfor sannsynlig at lokalisering av oppdrettsanlegg i henhold til en smittemodell kan redusere infeksjonen på vill og oppdrettet laksefisk betydelig. Undersøkelsen viser imidlertid også at vill sjøret og sjørøye blir adskillig høyere infisert med lus enn oppdrettslaks selv i samme fjordsystem. Relativt lave lusenivå på oppdrettslaksen i et område, betyr ikke nødvendigvis at det samme er tilfelle hos vill laksefisk, og de få langtidsdataene som finnes indikere ikke at tiltakene i oppdrettsnæringen har greid å redusere infeksjonspresset på lokale bestander av sjørøret i tilstrekkelig grad. Laksesmoltet slapp imidlertid i år ut fra fjordene 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 naturlige variasjoner mellom år. Årets eller tilsvarende feltundersøkelser bør derfor følges opp også i framtiden for å vurdere om tiltakene i oppdrettsnæringen er tilstrekkelig, og for å generere nødvendig kunnskapsgrunnlaget for å forvalte lakselusproblematikken på vill og oppdrettet 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 1999b. Nasjonal handlingsplan mot lus på laksefisk. - Resultatrapport 1998. Reviderte mål for perioden 1999-2001. 1-59 s.
- Anonym 2000. Nasjonal handlingsplan mot lus på laksefisk. - Resultatrapport 1999.
- 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 sjøørret og sjørøye i Troms sommeren 1998. - Foreløpig prosjektrapport til Fylkesmannen i Troms, Miljøvern avdelingen. 15 s.
- Bjørn P.A., Kristoffersen R. & Finstad B. 2000. Lakselus på vill sjøørret og sjørøye i Troms sommeren 1999. - Rapport til Fiskehelse og Miljøgruppa i Troms, Fiskeridirektoratet, region Troms, 34 s.
- Bjørn, P.A., Finstad, B. & Kristoffersen, R. (i trykk). Salmon lice infection of wild sea trout and Arctic char in marine and freshwaters: the effects of salmon farms. - Aquacult. Res.
- Bjørn, P.A., Finstad, B. (innsendt). 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.
- 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 sjøørret i Rogaland sommeren 1998. - Miljørapport nr. 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, sjøørret 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, sjøørret og sjørøye. - NINA Oppdragsmelding 356: 1-32.
- Finstad, B. & Heggberget, T.G. 1995. Seawater tolerance, migration, growth and recapture rates of wild and hatchery-reared Arctic charr (*Salvelinus alpinus* (L.)). - Nordic J. Freshw. Res. 71: 229-236.
- Finstad B., Bjørn P.A. & Nilsen S.T. 1995. Survival of salmon lice, *Lepeophtheirus salmonis* Krøyer, on Arctic charr, *Salvelinus alpinus* L., in fresh water. - Aquacult. Res. 26: 791-795.
- Finstad, B. 1996. Registreringer av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye. - NINA Oppdragsmelding 395: 1-27.
- Finstad, B. & Grimnes, A. 1997. Registreringer av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye i 1996. - NINA Oppdragsmelding 485: 1-27.
- Finstad, B. & Grimnes, A. 1997. Registreringer av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye i 1996. - NINA Oppdragsmelding 485: 1-27.
- Finstad B., Bjørn P.A., Grimnes A., & Hvidsten N.A. 2000. Laboratory and field investigations of salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis* Krøyer) infestation on Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) postsmolts. - Aquacult. Res. 31: 1-9.
- Fiske, P. & Lund, R.A. 1999. Rømt oppdrettslaks i sjø- og elvefisket i årene 1989-1998. - NINA Oppdragsmelding 603: 1-23.
- Grant, A.N. & Treasurer, J.W. 1993. The effects of fallowing on caligid infestations on farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in Scotland. - pp. 256-260 in. Boxhall, G.A. & Defaye D., eds. Pathogens of Wild and farmed Fish: Sea lice Chichester: Ellis Horwood.
- 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, sjøørret og sjørøye i 1997. - NINA Oppdragsmelding 525: 1-33.
- Grimnes, A., Finstad, B. & Bjørn, A. P. 1999. Registreringer av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye i 1998. - NINA Oppdragsmelding 579: 1-33.
- Grimnes, A., Finstad, B. & Bjørn, P.A. 2000. Registreringer av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye i 1998. - NINA Oppdragsmelding 634: 1-33
- Hansen, L.P., Jonson, N. & Jonsson, B. 1993. Oceanic migration in homing Atlantic salmon. - Animal Behaviour 45: 927-941.
- Hansen, Ø.K. 2001. Oppvandring av sjøvandrende laksefisk i Laksådalsvassdraget, Gildeskål kommune i år 2000 - med registreringer av lakselus. - Rapport Nordnorske ferskvannsbioologer. 19 s.
- Heuch, P.A., Finstad, B. & Bjørn, P.A. 2000a. Lakselusproduksjon på oppdrettslaks og frittstående laksefisk, og skadevirkninger på lokale sjøørretbestander. Sluttrapport til NFR. 22 s.
- Heuch, P.A., Nordhagen, J.R. & Schram, T.A. 2000b. Egg production in the salmon louse (*Lepeophtheirus salmonis* (Krøyer)) in relation to origin and water temperature. - Aquacult. Res. 31: 805-814.
- Heuch, P.A. & Mo, T.A. 2001. Spredning av lakselus fra oppdrettsanlegg. - Sluttrapport til NFR. 52 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.
- Hogans, W.E. & Trudeau, D.J. 1989. Preliminary Studies on the Biology of Sea Lice, *Caligus elongatus*, *Caligus curtus* and *Lepeophtheirus salmonis* (Copepoda: Caligoida). Parasitic on Cage-cultured Salmonids in

- the Lower Bay of Fundy. Ottawa: - Department of Fisheries and Aquatic Sciences 1715: pp. 14.
- Holst, J.C. & Hvidsten, N.A. 1992. Partrål som prøve-takingsmetode 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.
- 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 & Sreck, C.B., eds. Fish Stress and Health in Aquaculture. Society for Experimental Biology. Seminar Series: 62. Cambridge, University Press.
- Mo T.A. & Heuch P.A. 1998. Occurrence of *Lepeophtheirus salmonis* (Copepoda: Caligidae) on sea trout (*Salmo trutta*) in the inner Oslo Fjord, south-eastern Norway. - ICES J. Marine Sci. 55: 176-180.
- Nolan, D.T., Reilly, P. & Wendelaar Bonga S.E. 1999. Infection with low numbers of the sea louse *Lepeophtheirus salmonis* induces stress-related effects in postsmolt Atlantic salmon (*Salmo salar*). - Can. J. Fish. Aquat. Sci. 56: 947-959.
- Pike A.W. & Wadsworth S.L. 1999. Sealice on Salmonids: Their Biology and Control. - Advances in Parasitology 44: 233-337.
- Pickering, A.D. & Pottinger, T.G. 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. & Whealan 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, Pool, W.R. & Whelan, K.F. 1999. Spatial and temporal variation in the infestation of sea trout (*Salmo trutta* L.) by the caligid copepod *Lepeophtheirus salmonis* (Krøyer) in relation to sources of infection in Ireland. - Parasitology 119: 41-51.
- Wootton R., Smith J.W. & Needham E.A. 1982. Aspect of the biology of the parasitic copepods *Lepeophtheirus salmonis* and *Caligus elongatus* on farmed salmonids, and their treatment. - Proceeding of the Royal Society of Edinburgh 81B: 185-197.
- Zar J.H. (1984) Biostatistical analysis. Second Edition. - Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey. p 1-718.

NINA oppdragsmelding 698

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-1238-2

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