

## Registreringer av lakselus på laks, sjørørret og sjørøye i 2003

Pål Arne Bjørn  
Bengt Finstad  
Roar Kristoffersen





Norsk institutt for naturforskning

## Registreringer av lakselus på laks, sjørret og sjørøye i 2003

Pål Arne Bjørn

Bengt Finstad

Roar Kristoffersen

## NINA publikasjoner

### NINA utgir følgende faste publikasjoner:

#### NINA Fagrapport

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

#### NINA Oppdragsmelding

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

#### NINA Project Report

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

#### NINA Temahefte

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.

#### NINA Fakta

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

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

Bjørn, P.A., Finstad, B. & Kristoffersen, R. 2004. Registreringer av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye i 2003. - NINA Oppdragsmelding 853. 28pp

Trondheim, november 2004

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-1501-2

Rettighetshaver ©:

Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:

Bengt Finstad

NINA

Ansvarlig kvalitetssikrer:

Odd Terje Sandlund

NINA

Kopiering: Norservice

Opplag: 150

Kontaktadresse:

NINA

Tungasletta 2

N-7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefax: 73 80 14 01

<http://www.nina.no>

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 13305 Lakselus

Ansvarlig signatur:



Forskningssjef

Oppdragsgiver:

Direktoratet for naturforvaltning

## Referat

Bjørn, P.A., Finstad, B. & Kristoffersen, R. 2004. Registreringer av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye i 2003. - NINA Oppdragsmelding 853. 28pp.

Resultatene fra 2003 viste at infeksjonstrykket varierte noe mellom vassdragene i tid og rom, men at det generelt var moderat til høy infeksjon i alle undersøkelsesområdene. Dette til tross for at oppdretterne generelt har blitt dyktige til å bekjempe lakselus. Vi vet imidlertid at tettheten av oppdrettsanlegg er høy langs store deler av kysten. Den totale biomasse av laks kan derfor være så høy at "lovlige" luseantall per fisk ikke er tilstrekkelig til å redusere infeksjonspresset til et bærekraftig nivå. Dette kan være årsaken til de til dels høye infeksjonsnivåene vi ser på sjøørreten i Sognefjorden, Eresfjorden, Hitra, og Vik i Vesterålen.

Lett forhøyede infeksjoner ble også funnet fra indikatorvassdraget i Finnmark (Altafjorden) utover sommeren. I Troms og Finnmark avluser de fleste oppdretterne på seinhøsten. Dette kan se ut til å resultere i lave infeksjonsnivåer og lavt smittepress på våren og forsommeren, men ofte en markant økning utover sommeren og høsten. Dette kan bety at oppdrettsnæringen bør ha økt fokus på å bekjempe lakselus også i løpet av sommeren. Alternativt kan også smitte fra andre kilder være viktig, for eksempel fra innvandrende vill laks.

Infeksjonspresset under smoltutvandringen hos laks sommeren 2003 var imidlertid relativt lavt i de store norske laksefjordene, Altafjorden og i Trondheimsfjorden i forhold til det som tidligere er funnet på Vestlandet. Infeksjonen på utvandrende laksesmolt i Trondheimsfjorden var imidlertid noe av det høyeste som har blitt observert siden overvåkingen ble startet i 1992. Det er sannsynlig at dette har hatt negativ effekt på høyt infiserte individer. I Altafjorden var smolten i 2003, som tidligere år, helt uinfisert med lakselus. Parallelle innsamlinger av vill sjøørret og sjørøye fra littoralsonen i Altafjorden, og på Hitra utenfor Trondheimsfjorden, viste imidlertid at infeksjonspresset på sjøørret var høyt under utvandningsperioden til laksesmolt. Risikoen for- og konsekvensene av infeksjonen på utvandrende laksesmolt vil avhenge både av intensiteten i pulsen og om den sammenfaller med smoltutvandringen. Generelt lavere sjøtemperaturer på våren og forsommeren i Finnmark, kan resultere i at infeksjonsøkningen og smoltutvandringen som oftest ikke sammenfaller og at laksemolten kan vandre uinfisert ut fra fjordsystemene i denne delen av landet. I tillegg har oppdretterne hatt sterk fokus på å holde infeksjonsnivået nede akkurat under utvandningsperioden for vill laksesmolt. Dette kan generelt ha ført til at situasjonen for laksesmolt er forbedret langs norskekysten.

For sjøørreten er situasjonen mindre oppløftende. Langtidsovervåkingen på sjøørret fra Sognefjorden i sør til Alta i nord viser fortsatt et for høyt infeksjonstrykk. På de fleste av overvåkningslokalitetene greier vi heller ikke å se betydelige forbedringer gjennom perioden den nasjonale handlingsplanen mot lus på laksefisk har vært virksom. Det kan derfor synes å være vanskelig å redusere infeksjonsnivået til godt under 10 lus på sjøørreten, og dermed nå målet i handlingsplanen om "ingen negativ effekt" (Heuch et al. 2005). I områder med intensiv oppdrettsvirksomhet bør grenseverdiene derfor vurderes å senkes ytterligere. I tillegg bør man ha økt fokus på lakselusbekjempelse også gjennom sommersesongen.

Tilsvarende feltundersøkelser som er gjennomført i 2003 bør derfor følges opp også i fremtiden for å vurdere om tiltakene i oppdrettsnæringen er tilstrekkelig, og for å generere nødvendig kunnskapsgrunnlag for å kunne forvalte lakselusproblematikken på vill og oppdrettet laksefisk. Vi bør konsentrere oss om de indikatorsystemene der vi har gode langtidssdata på sjøørret, sjørøye og på utvandrende laksesmolt.

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

Bengt Finstad, Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7485 Trondheim.  
Pål Arne Bjørn, Norsk institutt for fiskeri- og havbruksforskning AS, 9291 Tromsø.  
Roar Kristoffersen, Norges fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø, Breivika, 9037 Tromsø.

## Abstract

Bjørn, P.A., Finstad, F. & Kristoffersen, R. 2004. Registrations of salmon lice on Atlantic salmon, sea trout and Arctic charr in 2003. – NINA Oppdragsmelding 835. 28pp.

Results from 2003 showed that the lice infection pressure varied between the different monitoring stations in time and space and that the overall pattern was moderate to high infection in all areas. This is in spite of the fact that the fish farmers have improved their implementation of delousing strategies in fish farms. The density of fish farms is high all along the coast. The total biomass may therefore be so high that the “legal” lice numbers per fish not will be sufficiently low to reduce the infection pressure to sustainable levels. This may be the reason for the relatively high infection levels seen on sea trout in Sognefjorden, Eresfjorden, Hitra and Vik in Vesterålen.

Slightly increased infections were also found in Altafjorden (Finnmark) during the summer period. In Troms and Finnmark, most of the fish farmers delouse during late autumn. This may result in the low infection pressure during spring and early summer, but also lead to pronounced infection pressure during late summer and autumn. Therefore, fish farmers must increase their focus on delousing this part of the year. Another source of infection may be from ascending wild salmonids.

The infection pressure during the postsmolt phase of Atlantic salmon in 2003 was relatively low in Altafjorden and Trondheimsfjorden compared to earlier findings from the fjords in Western Norway. However, the infection rate on postsmolts in Trondheimsfjorden in 2003 was one of the highest observed since the monitoring was initiated in 1992. The high infection seen on some postsmolts will certainly affect their survival. In Altafjorden, the postsmolts were, as in earlier years, not infected with salmon lice. Parallel captures of wild sea trout and Arctic charr in the littoral zone in Altafjorden and at Hitra outside the Trondheimsfjord showed that the infection pressure on sea trout and Arctic charr was high during the postsmolt stage of Atlantic salmon. The risk and consequences of the infection on Atlantic salmon postsmolts will therefore depend on the intensity of the infection pulse and, whether this pulse coincides with the smolt migration period. Low sea temperatures in the spring and early summer in Finnmark may cause the infection pressure and the smolt migration period not to coincide, and that the postsmolts may migrate to the open sea without being infected by salmon lice in these areas. In addition, the salmon farmers have focussed on keeping low lice numbers during the smolt migration period. This may be the reason to the reduced salmon lice infection pressure for postsmolts of Atlantic salmon all along the Norwegian coast.

The status for sea trout is not so positive. Monitoring of the lice pressure on sea trout from Sognefjorden to Altafjorden in 2003 still show high infection levels of salmon lice. On most of the locations there are no positive effects of the National Action Plan Against Salmon Lice on Salmonids. It appears that the aim of less than 10 lice per sea trout will be difficult to achieve. In areas with intensive fish farming activity the delousing limits should be reduced below the prevailing limits. Increased focus must be on delousing in fish farms during summer.

Field monitoring, as performed in 2003, must be continued in order to assess whether the impact of delousing strategies in fish farms are sufficient, and to generate necessary scientific knowledge to be able to manage the salmon lice problems on wild and farmed salmonids. We must concentrate sampling to the monitoring stations where we already have long time data series on sea trout, Arctic charr and Atlantic salmon.

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 Research, NO-9291 Tromsø, Norway.

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

## Forord

Våren 1992 igangsatte NINA undersøkelser for å registrere lakselus på vill anadrom laksefisk i fjordsystemer. I sesongene 2000 - 2003 har disse undersøkelsene fortsatt og blitt utvidet i et samarbeid med Fiskeriforskning og Norges fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø. Undersøkelsen er finansiert av Direktoratet for naturforvaltning. I tillegg har lokalitetene i Sognefjorden, Eresfjorden og Hitra blitt finansiert av midler fra Norges forskningsråd, Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond og EU.

Undersøkelsene er gjort på anadrom fisk i ulike lokaliteter langs kysten fra Sogn og Fjordane til Finnmark og mange personer har vært involvert i dette arbeidet. Vi vil rette en takk til Pål Gunnar Andersen og Idar Nilssen ved prøvefisket i Nordland. Svein Arne Forfod takkes for innsatsen ved prøvefisket i Sognefjorden. Tore Øverland, Rolf Sivertsgård og Trude Nordal takkes for innsatsen ved prøvefisket i Eresfjorden og på Hitra. Rolf Sivertsgård og Tom Andreassen takkes for en iherdig innsats ved innsamlingen i Finnmark. Forsker Nils Arne Hvidsten organiserte og koordinerte innsamlingen av postsmolt fra Trondheimsfjorden og Julius Dale takkes for vel utført tråling fra samme fjord. Eilert Halsnes og Jan Evjen ved NFH (F/F "Hyas") samt mannskapet på F/F "Johan Ruud" takkes for en iherdig innsats ved innsamlingen av postsmolt fra Altafjorden. Laksesmoltene fra Trondheimsfjorden har blitt bearbeidet av Jan Gunnar Jensås. Laksesmoltene fra Altafjorden og sjørretmaterialet fra Nordland, Troms og Finnmark har blitt bearbeidet av Stig Sandring og Rune Nilsen. Trude Nordal har bearbeidet materialet fra Sognefjorden, Eresfjorden og Hitra.

Trondheim, november 2004

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



# Innhold

Referat .....	3
Abstract .....	4
Forord .....	6
<b>1 Innledning</b> .....	<b>8</b>
<b>2 Materiale og metoder</b> .....	<b>9</b>
<b>3 Resultater og diskusjon</b> .....	<b>12</b>
3.1 Intensitet og konsekvenser av infeksjonen på ville sjørret og sjørøyebestander i områder med varierende oppdrettsaktivitet....	12
3.1.1 Intensitet av lakselus på vill sjørret og sjørøye .....	12
3.1.2 Utviklingsstadier til lakselus på vill sjørret og sjørøye.....	12
3.1.3 Konsekvenser av lakselusinfeksjon på vill sjørret og sjørøye .....	12
3.1.4 Diskusjon .....	20
3.2 Infeksjonsintensitet og konsekvenser av infeksjonen på utvandrende laksesmolt i fjordområder med varierende oppdrettsaktivitet. ....	21
3.2.1 Intensitet av lakselus på utvandrende laksesmolt i Trondheimsfjorden og Altafjorden .....	21
3.2.2 Konsekvenser av lakselusinfeksjon på utvandrende laksesmolt i Trondheimsfjorden og Altafjorden.....	23
3.2.3 Diskusjon.....	23
<b>4 Oppsummerende diskusjon; sammenhengen mellom oppdrett av laks og lakselus på vill laksefisk, og effekten av tiltakene i oppdrettsnæringen</b> .....	<b>25</b>
<b>5 Referanser</b> .....	<b>27</b>

# 1 Innledning

Lakselusa som er en naturlig forekommende marin parasitt hos laksefisk, har som følge av oppdrettsnæringen fått en dramatisk økning i vertstilgangen langs kysten av Norge (Heuch & Mo 2001, Heuch et al. 2005). Dette er den mest sannsynlige årsaken til oppblomstringen av lakselus som både har gitt store negative konsekvenser for oppdrettsnæringen selv og sannsynligvis også ført til økt lakselusmitte for vill laksefisk (Heuch et al. 2002, Heuch et al. 2005).

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

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

Kunnskapsoppsummeringen (Heuch et al., 2003, 2005) konkluderer imidlertid med at i den grad det har vært en nedgang i den totale luseproduksjonen gjennom handlingsplanperioden (1997–2002), så må effekten av nedgangen måles på vill laksefisk, jfr målet om at lus fra oppdrett ikke skal skade vill laksefisk (Heuch et al. 2003, 2005). Det er derfor viktig at overvåking av lus på villfisk styrkes, profesjonaliseres, og benyttes aktivt i evaluering og videre planlegging av tiltak i oppdrettsanlegg (Heuch et al. 2003, 2005).

På tross av dette ble midlene for å overvåke infeksjonsnivået hos villfisk halvert fra 2002 til 2003. Overvåkingen og oppdragsmeldingen er følgelig redusert både i omfang og faglig dybde i forhold til tidligere år. Vi henviser derfor til Bjørn et al. (2003) for en grundigere beskrivelse av problemstillinger, metodikk og diskusjon. I tillegg til undersøkelsen finansiert av DN har lokalitetene i Sognefjorden, Eresfjorden og Hitra blitt finansiert av midler fra Norges forskningsråd, Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond og EU.

Dette prosjektet har hatt som målsetting å foreta en nasjonal overvåking av lus på vill laksefisk i prioriterte områder langs Norskekysten i 2003 og er et samarbeidsprosjekt mellom NINA, Fiskeriforskning og Norges Fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø. Prosjektet består av følgende delprosjekt:

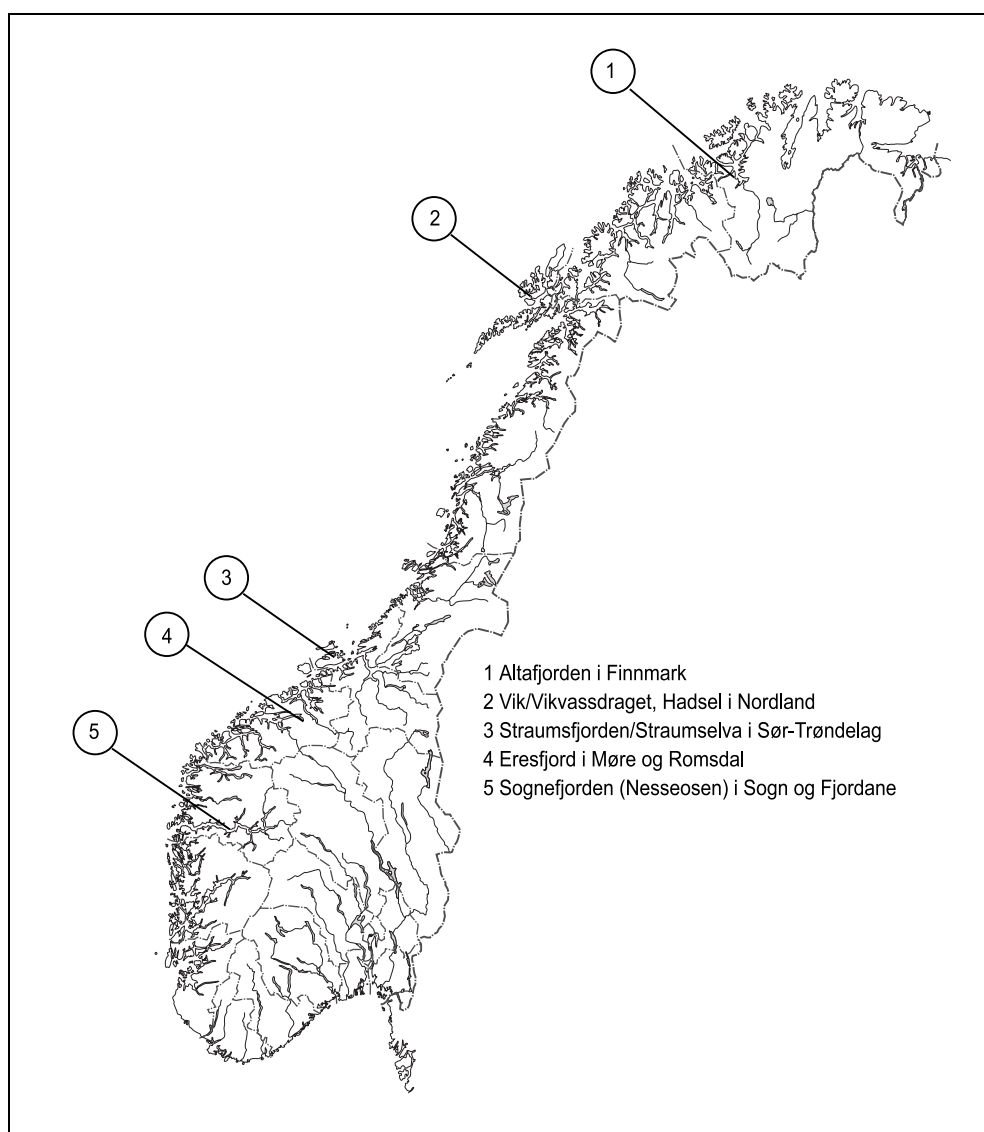
- Del 1: Intensitet og konsekvenser av infeksjonen på ville sjørørret og sjørøyebestander i områder med varierende oppdrettsaktivitet.
- Del 2: Intensitet og konsekvenser av infeksjonen på utvandrende laksesmolt i fjordområder med varierende oppdrettsaktivitet.

## 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 totalt fem hovedlokaliteter fra Sognefjorden og til Finnmark i 2003 (**figur 1**). I Sognefjorden ble det fisket etter sjørret i sjøen samt med stang i enkelte elvemunninger i midtre del av fjorden. I Møre og Romsdal ble Eresfjorden undersøkt. I Trøndelag ble Straumfjorden og Straumsvassdraget på Hitra undersøkt og i Nordland ble Vikbotten og Vikvassdraget undersøkt på samme måte som tidligere år (Bjørn et al. 2003). I Finnmark foregikk undersøkelsene i Altafjorden.

**Figur 1.** Kart over sjørret- og sjørøyelokalitetene som ble undersøkt sommeren 2003. 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.



På hovedlokalitetene ble fisket gjennomført gjentatte ganger i løpet av sommeren med garn i sjøen og i ferskvanns-/brakkvannsestuariene, eventuelt også med elektrisk fiskeapparat, slik at data både fra juni, juli og august ble samlet inn på disse. Garnfisket i sjøen foregikk med flytegarn etter samme metodikk som tidligere år (Bjørn et al. 2003)

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. 2001a, b, Bjørn &

Finstad 2002). Videre ble de fysiologiske konsekvensene av infeksjonene vurdert mot tidligere studier av effektene av kjente infeksjonsbelastninger på sjørret og sjørøye (Grimnes & Jakobsen 1996, Bjørn & Finstad 1997, Bjørn & Finstad 1998, Bjørn et al. 2001b, Wagner et al. 2003, 2004).

## **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). Innleide fiskebåter har hvert år siden 1992 trålt etter smolt i ulike soner av Trondheimsfjorden. Fjorden er delt inn i de samme seks trålsonene hvert år, men antall soner og uker med tråling varierer mellom år (se Finstad et al. 2000). Trålingen i Trondheimsfjorden ble i 2003 kun gjennomført i sone 3 i uke 20, 21, 22 og 23.

I tillegg til dette gjennomførte vi i 2003 også trålinger etter utvandrende laksesmolt i Altafjorden i Finnmark (**figur 2**). Trålingene i Altafjorden ble gjennomført med F/F "Hyas" og F/F "Johan Ruud" fra Norges Fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø. Tidsrommene var uke 24, 26, 28 og 30 slik at hele utvandningsperioden dekkes. Det ble trålt i en gradient av soner utover fjorden på samme måte som i Trondheimsfjorden. For begge fjordene ble FISH-LIFT ("live fish trawl sampler") trålen benyttet (Holst & McDonald 2000). Trålingen, håndteringen og bearbeidningen av laksesmolten fra Trondheims- og Altafjorden har vært likt gjennomført. Det er imidlertid anslått et skjelltap på 40-50 % i gjennomsnitt på molten fra Trondheimsfjorden (Grimnes et al. 2000), og også en del skjelltap i enkelte hal i Altafjorden (Pål Bjørn, pers. obs.) slik at lakselusinfeksjonen blir noe 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 1998, 1999, Finstad et al. 2000). Mer enn 11 luslarver på en 15 grams vill postsmolt, eller en relativ intensitet på 0,75 (Finstad et al. 2000), er antatt å ha dødelig effekt. I tillegg indikerer nye studier at laksens svømmeevne kan bli redusert allerede ved 0,13 lus per gram fiskevekt (Wagner et al. 2003), og det er sannsynlig at begynnende osmoregulatoriske problemer inntreffer ved ca 0,1 lus per gram fiskevekt for mindre laksefisk (Wagner et al. 2004).

## **Del 3: Oppsummerende diskusjon: Kan vi spore effektene av tiltakene så langt**

Data over årets infeksjonsnivå på vill laksefisk knyttes opp mot tidligere data fra våre overvåkningslokaliteter. Fra noen av lokalitetene har vi nå gode langtidsserier, og på enkelte av disse har vi årlige data fra handlingsplanen startet i 1997 og til og med 2003. Disse benyttes for å evaluere om det er synlige effekter av tiltakene mot lus på laksefisk i handlingsplansperioden.

### **Bearbeiding og presentasjon av materialet**

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

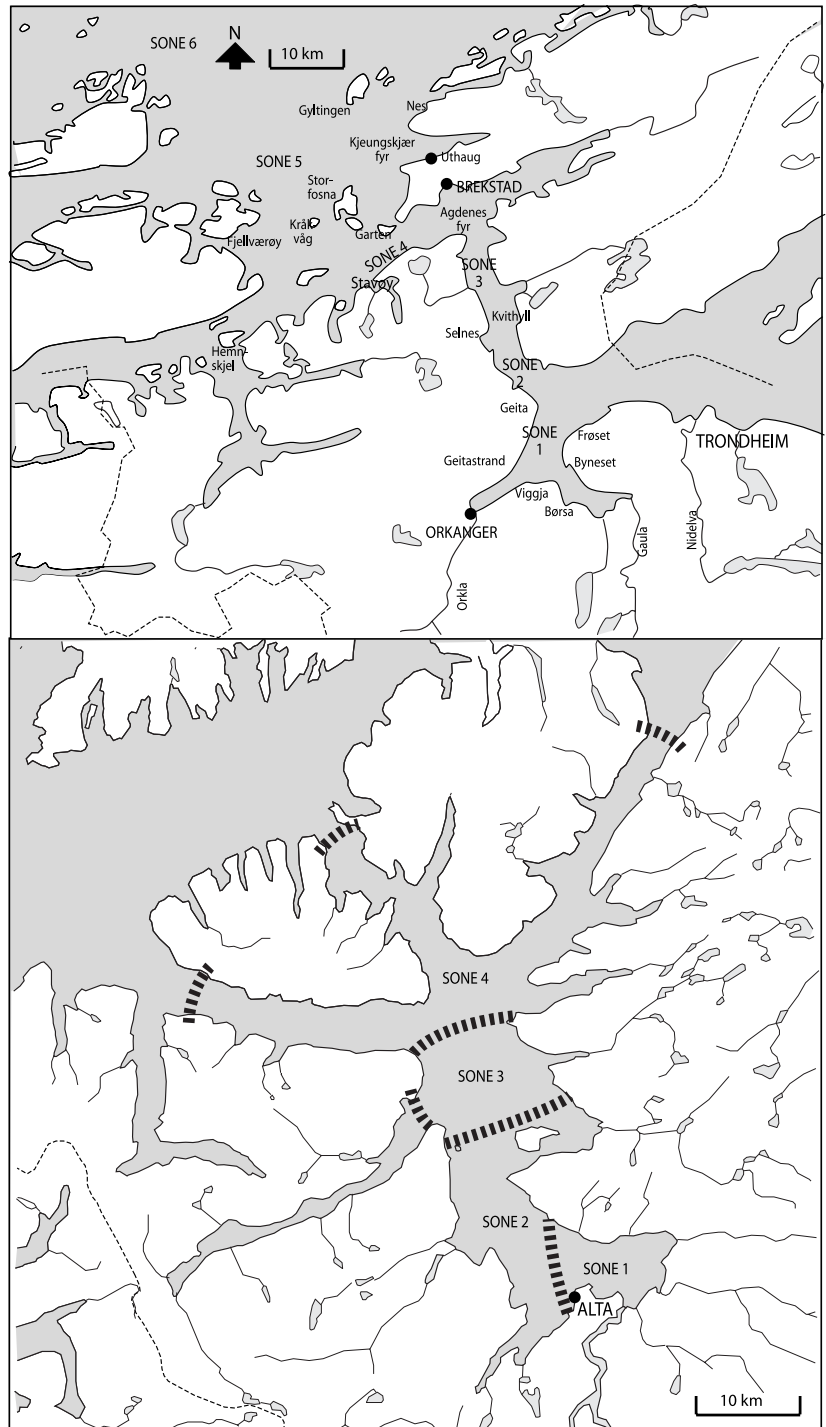
Ettersom lakselusa ikke var normalfordelt innen fiskematerialet fra hovedlokalitetene, ble ikke-parametriske tester (Mann-Whitney U-test eller Kruskal-Wallis-test) valgt for å undersøke om forskjeller i lusinfeksjon mellom lokalitetene og over tid innen samme lokalitet var statistisk holdbare.

For å justere for effekten av fiskestørrelse på mulige negative fysiologiske konsekvenser av lakselusinfeksjon, ble en parameter kalt **relativ intensitet** (dvs. antall lus pr. gram fiskevekt) beregnet for hver enkelt infisert vill sjørret og sjørøye under ca. 150 gram (postsmolt) i henhold til Bjørn et al. (2001b) samt for all infisert laksesmolt.

Termene **prevalens**, **gjennomsnittlig intensitet** og **abundans** ble benyttet som anbefalt av Margolis et al. (1982), der prevalens er andelen fisk som er infisert i prosent, gjennomsnittlig

intensitet er gjennomsnittlig antall lus hos kun de infiserte fiskene og abundans er gjennomsnittlig antall lus hos all fanget fisk (både infiserte og uinfiserte).

**Figur 2.** Kart over postsmoltlokalitetene med de ulike trålsoneene som ble undersøkt med FISH-LIFT forsommeren 2003. Utvandrende laksesmolt ble forsøkt fanget i uke 20-23 i Trondheimfjorden og i uke 25, 26, 28 og 30 i Altafjorden og undersøkt for forekomst av lakselus.



## 3 Resultater og diskusjon

### 3.1 Intensitet og konsekvenser av infeksjonen på vill 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 1**). Allerede tidlig på sesongen (juni, uke 23-27) var infeksjonen relativt høy på alle lokalitetene utenom Vik i Vesterålen og i Finnmark. I Straumsfjorden på Hitra var infeksjonen høy allerede i juni. Her ble det også funnet postsmolt av sjørret som hadde vandret prematurt tilbake til ferskvann, og mange individer bar preg av å ha stått i ferskvann en god stund (pers. obs., Tore Øverland).

I juli (uke 27/28-31) ble gjennomsnittlige intensiteter fra 13 til 81 lus registrert på fisken fra alle overvåkningslokalitetene. De fleste lokalitetene hadde en generelt en høy infeksjon i juli, og de to nordligste lokalitetene (Vik og Alta) opplevde også en høy infeksjonsøkning fra juni til juli. Infeksjonen på sjørreten i Sognefjorden var spesielt høy (100 % prevalens og mer enn 80 lus per fisk i gjennomsnitt), men også i Eresfjord og på Hitra ble det funnet relativt mye lus på fisken. I tillegg ble det i juli også fanget små postsmolt i Vikvassdraget i Nordland som hadde vandret tilbake til ferskvann, og der enkelte individer var høyt infisert med lus i forhold til tidligere på sommeren.

Fisken fra Eresfjorden og Hitra hadde mindre lus utover sommeren (uke 31-34) (Kruskal-Wallis;  $p < 0,05$ ). I motsetning til tidligere ble det heller ikke funnet fisk som hadde vandret tilbake til ferskvann. I Vik var intensitet også noe redusert i forhold til juli, mens de få fiskene som ble fanget i Alta fortsatt var moderat infisert med lus.

#### 3.1.2 Utviklingsstadier til lakselus på vill sjørret og sjørøye

Sjørreten i Sognefjorden var hovedsakelig infisert med larver i juni og infeksjonen var relativt lav. I juli (uke 24, 27) var infeksjonstrykket av larver meget høyt, og det ble også funnet store mengder mobil lus på fisken. Fisken i Eresfjorden var infisert med et fåtall larver og eldre lus i mai (uke 19 og 21). I juni (uke 24) og utover økte infeksjonstrykket betydelig og resulterte i moderate nivåer av både larver og eldre lus på fisken (**figur 3**). I Straumsfjorden på Hitra, var det i juni (uke 27) og juli (uke 30) både relativt mye larver og noe eldre lus både på fisken i sjøen og i ferskvann. Senere på sommeren (august, uke 34) var det en lavere nyinfeksjon på fisken, og det ble ikke observert fisk på elv. I Vikbotten i Nordland ble det funnet relativt få larver på fisken og også lite eldre lus i juni (uke 24 og 26). I juli (uke 29) ble det funnet flere larver, i tillegg til relativt mye voksen lus. Generelt var dette også situasjonen i august (uke 32). I Altafjorden i Finnmark ble det nesten ikke funnet lus både i saltvann og ferskvann. I midten av juli og begynnelsen av august hadde larveinfeksjonen økt, men det ble også funnet eldre lus på fisken.

#### 3.1.3 Konsekvenser av lakselusinfeksjon på vill sjørret og sjørøye

Estimatene av relativ intensitet av lakselus hos både veteranvandrere og postsmolt av vill sjørret og sjørøye fulgte mye av det samme mønsteret som infeksjonsintensiteten (**tabell 1**). Fisken var generelt lite belastet med lakselus gjennom sesongen i Alta. I Vik, på Hitra og i Eresfjord hadde sjørret i enkelte soner/perioder en moderat mengde lus per gram fiskevekt (ca 0,1 lus per gram fiskevekt). Sjørreten i Sogn var høyt til svært høyt infisert, og middelverdier over henholdsvis 0,7 (uke 24) og 1,6 lus per gram fiskevekt ble observert.

**Tabell 1.** Infeksjonsintensitet (antall lus per infisert fisk) og relativ intensitet (antall lus/fiskens vekt i gram) på sammenslåtte grupper av sjørøret og sjørøye fanget med standard flytegard i sjøen og eventuelt i brakkvann/ferskvann i Sognefjorden (Nesseosen) i Sogn og Fjordane, Eresfjorden i Møre og Romsdal, Straumfjorden/Straumselva på Hitra i Sør Trøndelag, Vik/Vikvassdraget, Hadsel i Nordland, og Altafjorden i Finnmark. 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.

Sognefjorden (Nesseosen) i Sogn og Fjordane

Uke	Hab	n	Vekt(g) ± SD	Prev (%)	Snitt ± SD	Median	IQR	min	max	v/x	Relativ Intensitet			
											Median (n)	IQR	min	max
23	SV	26	186,3 ± 252,2	92,3	16,5 ± 14,3	12,0	15,0	1	59	12,4	0,269 (24)	0,51	0,010	2,252
24	SV	8	62,2 ± 20,4	100	83,0 ± 79,3	48,0	154,3	13	204	75,7	0,794 (8)	3,23	0,187	4,146
27	SV	30	63,3 ± 106,1	100	80,8 ± 55,4	70,0	94,7	4	189	38,0	1,604 (30)	1,87	0,062	4,970

Eresfjorden i Møre og Romsdal

Uke	Hab	n	Vekt(g) ± SD	Prev (%)	Snitt ± SD	Median	IQR	min	Max	v/x	Relativ Intensitet			
											Median (n)	IQR	min	max
19	SV	20	147,8 ± 80,3	20,0	1,5 ± 0,57	1,5	1,0	1	2	0,2	0,010 (4)	0,01	0,003	0,012
21	SV	62	221,5 ± 228,1	21,0	4,4 ± 5,7	3,0	2,0	1	23	7,4	0,013 (13)	0,01	0,001	0,048
24	SV	62	178,5 ± 173,2	56,5	39,6 ± 51,2	29,0	33,0	1	230	66,3	0,116 (35)	0,12	0,002	0,471
28	SV	35	233,2 ± 246,1	71,4	28,0 ± 34,7	10,0	35,0	1	143	42,9	0,089 (25)	0,24	0,004	1,326
31	SV	14	196,8 ± 127,8	85,7	7,4 ± 10,2	4,0	11,0	1	36	14,1	0,038 (12)	0,08	0,005	0,119

Straumfjorden/Straumselva på Hitra i Sør Trøndelag

Uke	Hab	n	Vekt(g) ± SD	Prev (%)	Snitt ± SD	Median	IQR	min	max	v/x	Relativ Intensitet			
											Median (n)	IQR	min	max
27	SV	14	160,4 ± 100,1	85,7	27,3 ± 40,0	11,0	17,8	3	147	63,3	0,105 (12)	0,19	0,016	1,144
	FV	7	380,4 ± 142,3	85,7	7,3 ± 6,8	6,0	10,5	1	19	6,3	0,026 (6)	0,04	0,031	0,065
30	SV	24	301,9 ± 221,2	100	30,5 ± 30,7	27,5	32,8	2	153	31,0	0,094 (24)	0,16	0,008	0,683
	FV	23	452,4 ± 216,2	100	19,1 ± 19,5	12,5	18,7	2	73	20,0	0,078 (22)	0,13	0,009	0,610
34	SV	28	322,2 ± 164,6	75,0	7,1 ± 6,9	6,0	5,0	1	29	6,6	0,018 (21)	0,04	0,003	0,087

Vik/Vikvassdraget, Hadsel i 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	2	291,0 ± 326,7	100	2,5 ± 2,1	2,5		1	4	18,0	0,012 (2)		0,008	0,017
26	SV	7	209,3 ± 137,4	71,4	3,0 ± 1,9	3	3	1	6	1,2	0,154 (5)	0,01	0,006	0,027
29	SV	11	429,1 ± 215,9	100	23,3 ± 13,9	21,0	13,0	2	56	8,3	0,055 (11)	0,03	0,014	0,144
	FV	5	86,2 ± 17,2	100	27,2 ± 11,5	27	19,5	14	45	4,9	0,300 (5)	0,27	0,165	0,643
32	SV	13	186,0 ± 110,1	100	11,5 ± 8,6	11,0	12,0	1	27	6,3	0,061 (13)	0,09	0,005	0,150
	FV	6	278,0 ± 210,1	100	39,0 ± 23,5	31,5	34,3	10	78	14,3	0,151 (6)	0,16	0,067	0,386
34	SV	2	135,5 ± 36,1	100	30,5 ± 9,2	30,5		24	37	2,7	0,243 (2)		0,149	0,336
	FV	2	151,0 ± 50,9	50,0	39,0									

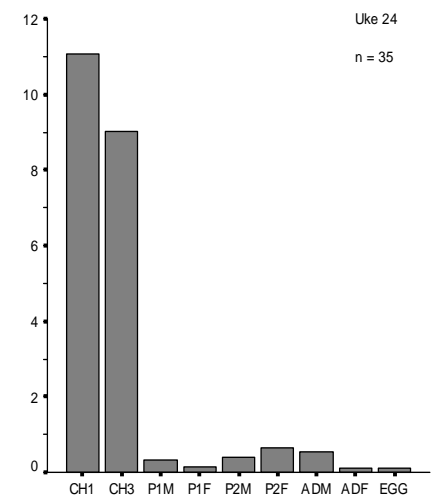
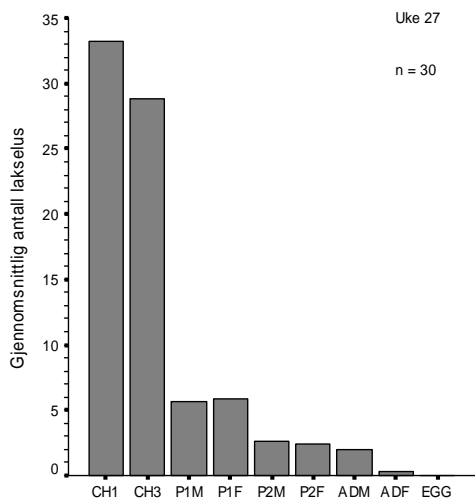
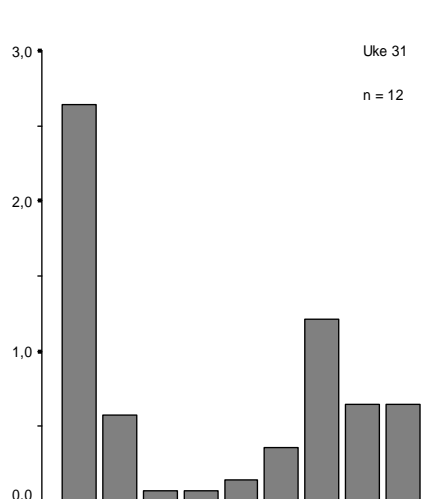
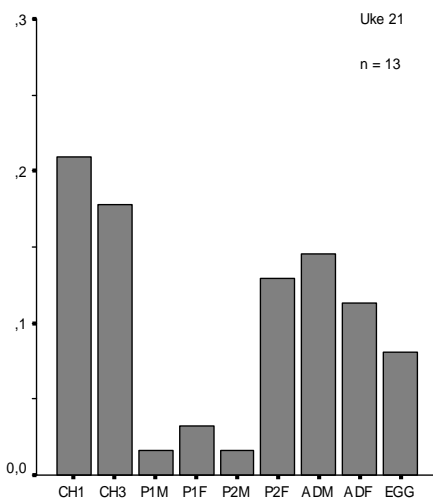
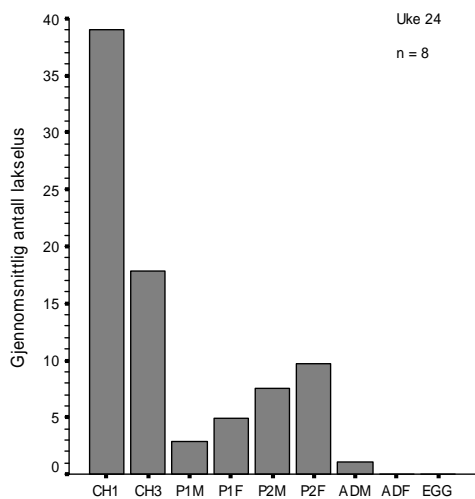
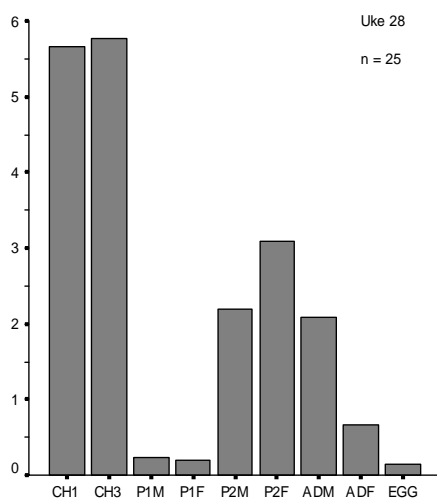
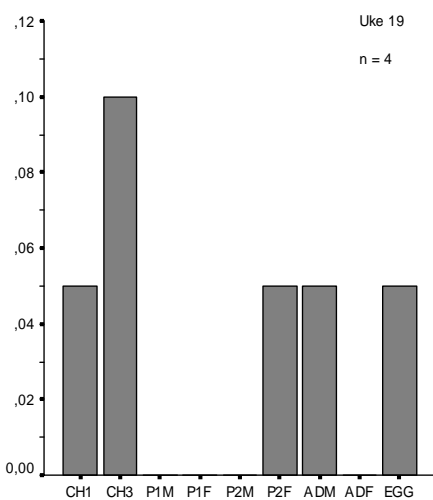
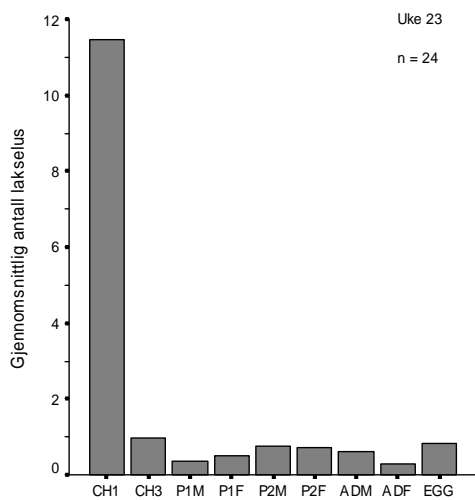
Altafjorden i Finnmark

Uke	Hab	n	Vekt(g) ± SD	Prev (%)	Snitt ± SD	Median	IQR	min	max	v/x	Relativ Intensitet			
											Median (n)	IQR	min	max
26	SV	24	293,2 ± 118	4,2										
29	SV	27	224,6 ± 112	74,1	13,0 ± 14,8	7	21,2	1	53	16,9	0,021 (20)	0,09	0,002	0,224
32	SV	7	822,4 ± 392	42,9	12,0 ± 14,7	4		3	29	18,0	0,015 (3)		0,003	0,081

**Sognefjorden (Nesseosen) i Sogn og Fjordane**

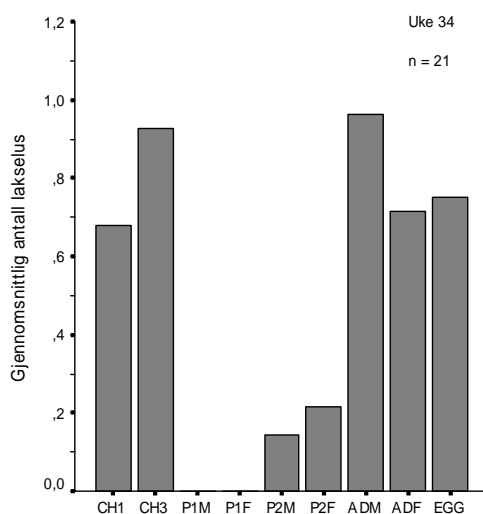
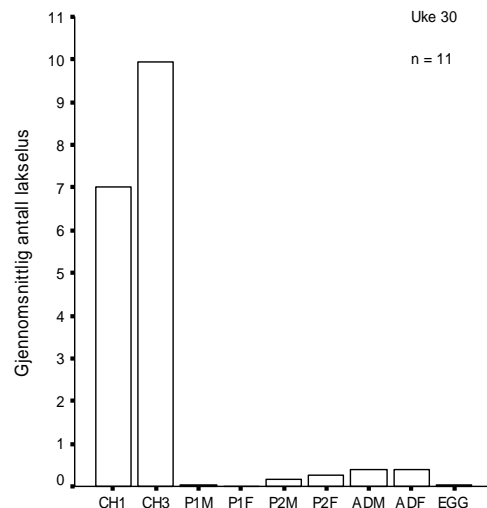
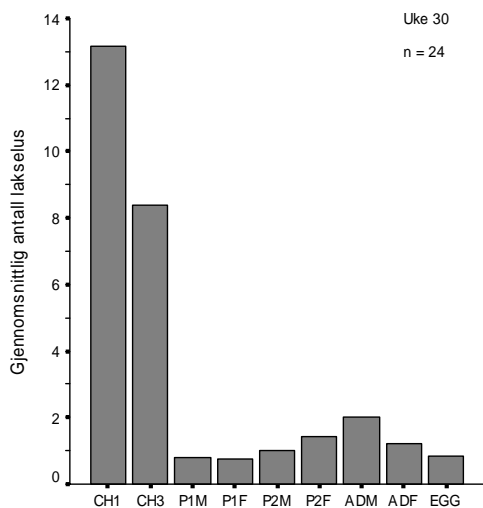
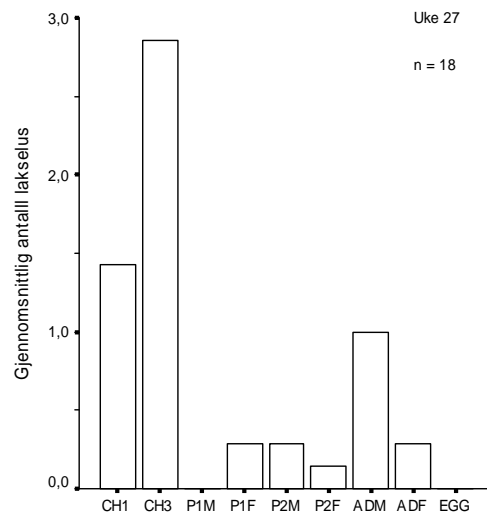
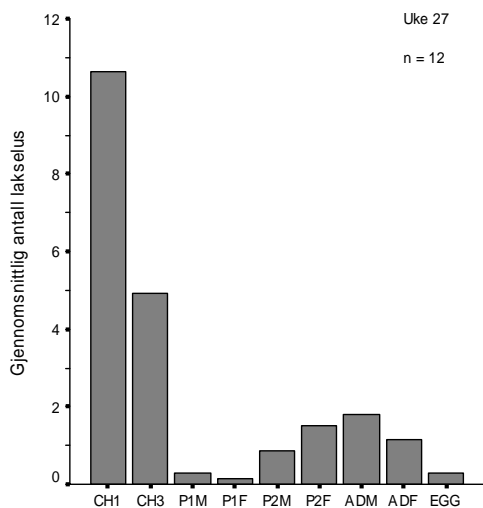
**Eresfjorden i Møre og Romsdal**

**Eresfjorden i Møre og Romsdal**

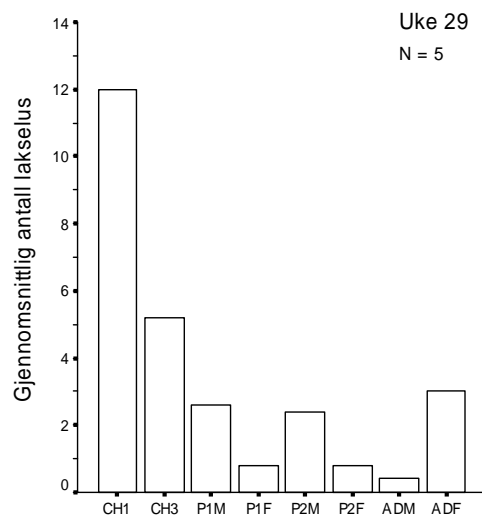
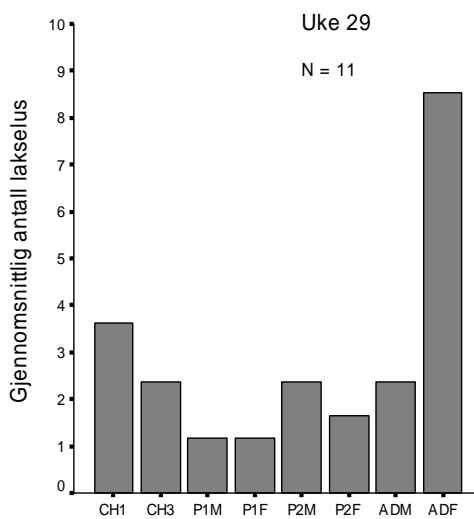
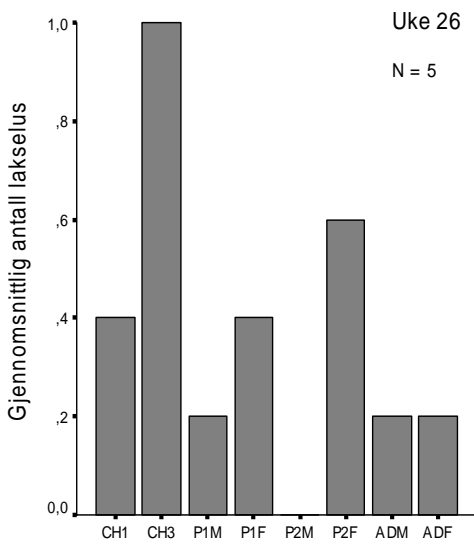
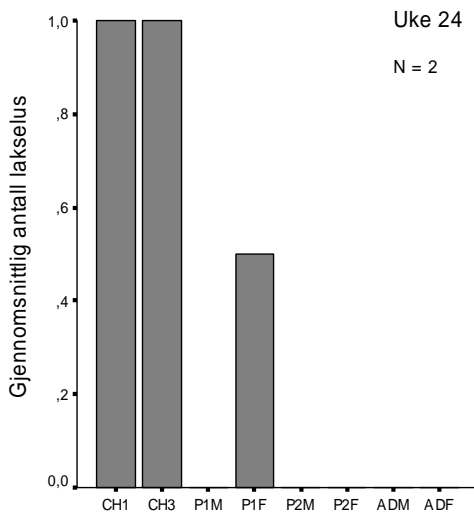




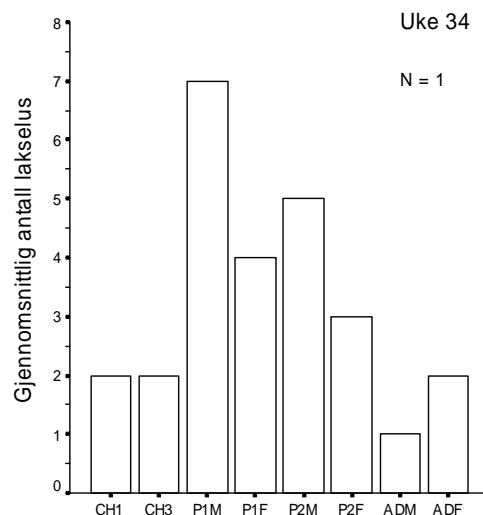
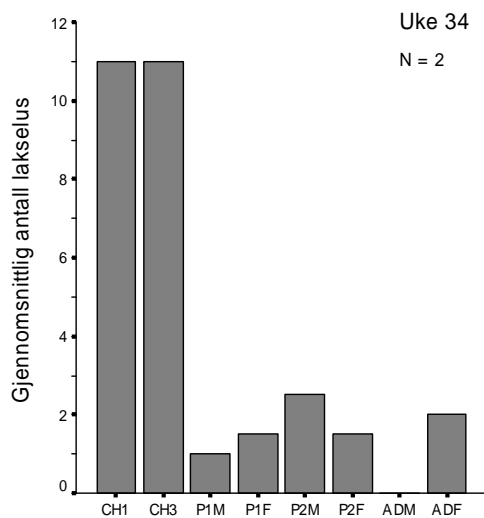
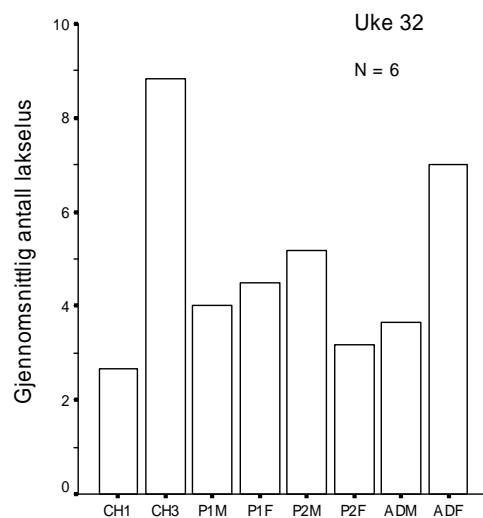
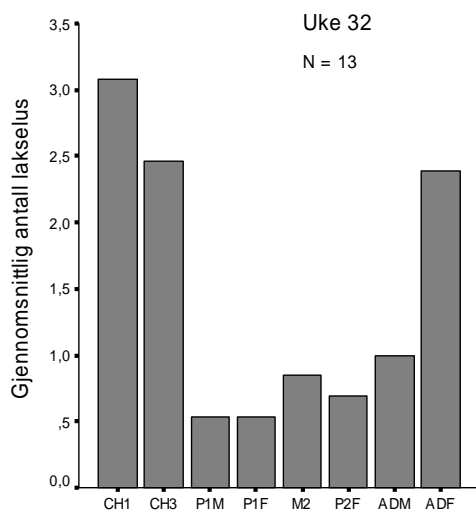
**Straumfjorden/Straumsvassdraget på Hitra i Sør Trøndelag**



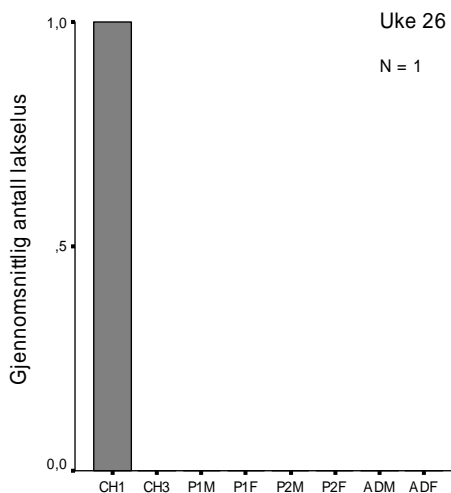
### Vik/Vikvassdraget, Hadsel i Nordland

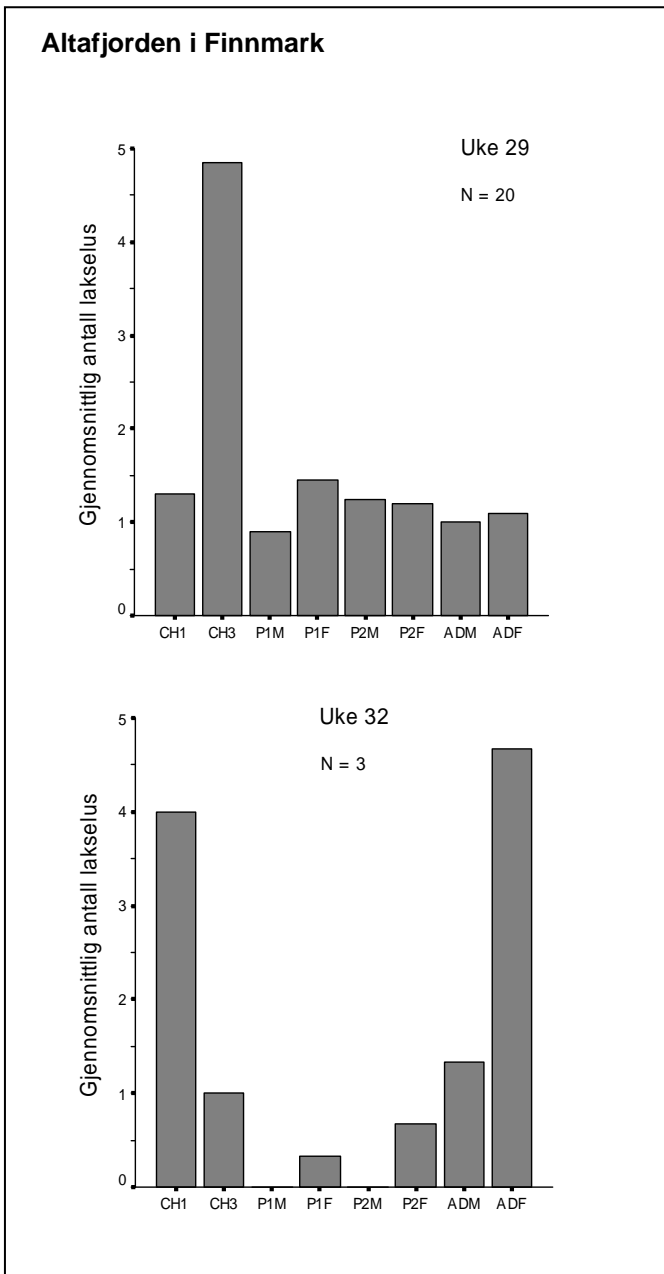


### Vik/Vikvassdraget, Hadsel i Nordland



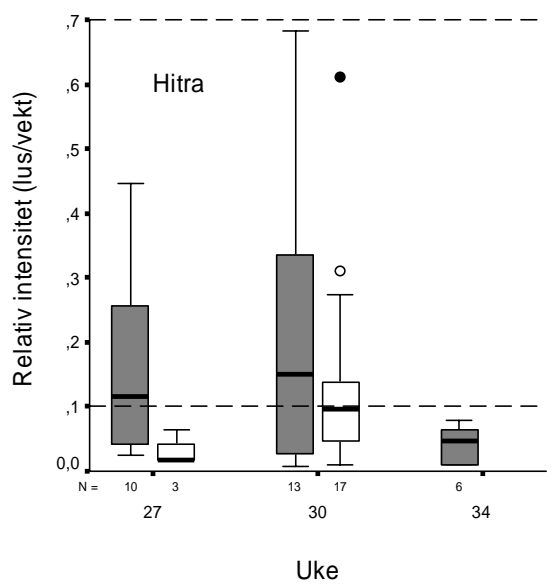
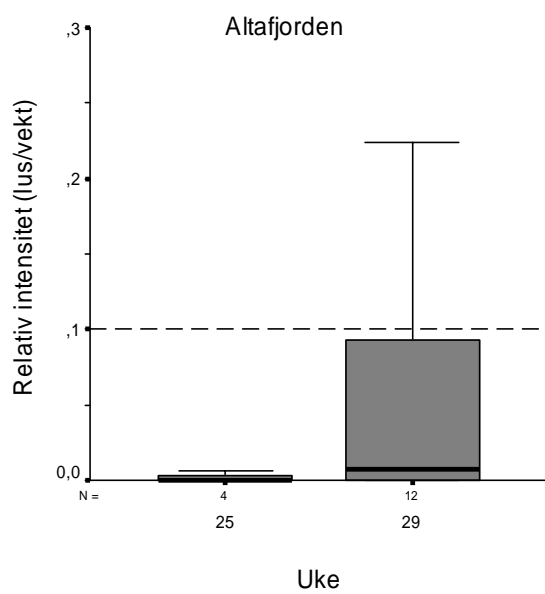
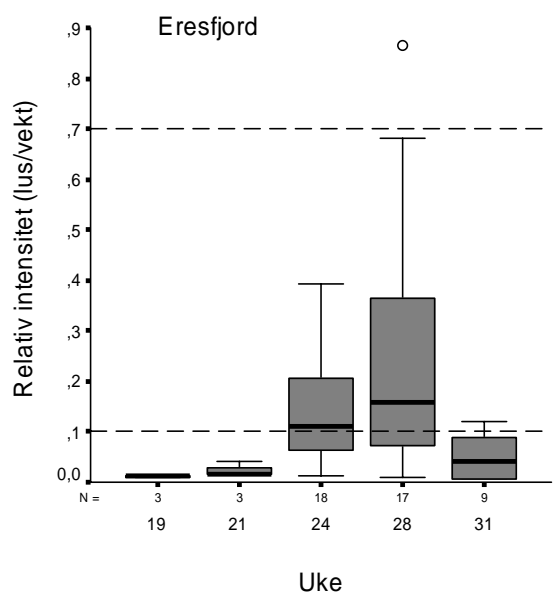
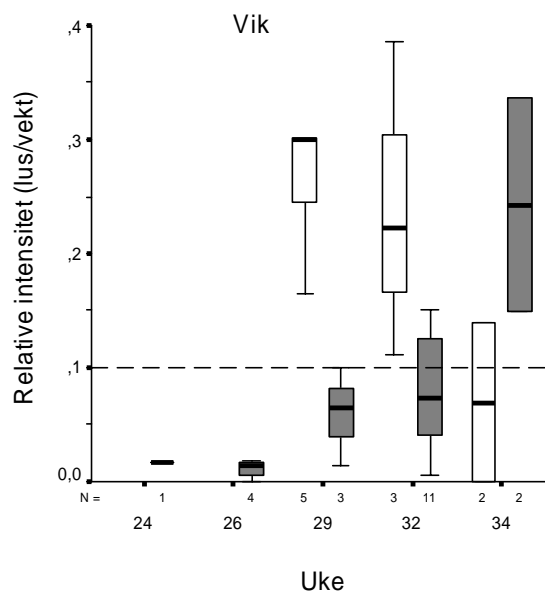
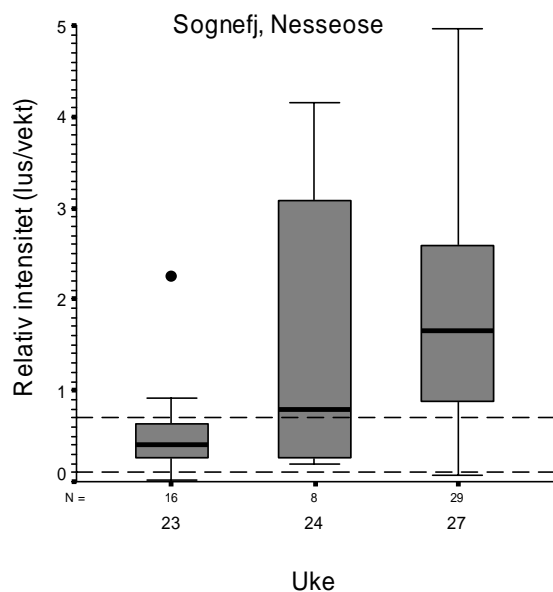
### Altafjorden i Finnmark





**Figur 3.** Utviklingsstadier av lakselus hos sjørretet og sjørøye fanget gjennom sesongen 2003 på lokaliteter i Altafjorden i Finnmark (nr 1), Vik/Vikvassdraget, Hadsel i Nordland (nr 2), Straumsfjorden/Straumselva på Hitra i Sør Trøndelag (nr 3), Eresfjorden i Møre og Romsdal (nr 4) og Sognefjorden (Nesseosen) i Sogn og Fjordane (nr 5). Fisken er fanget i saltvann (grå søyler) og ferskvann/brakkvann (hvite søyler).  $n$  = antall fisk med lus. Legg merke til at skalaen er forskjellig mellom figurene.

Postsmolt mindre enn 150 gram fra Sognefjorden var svært høyt infisert per vektenhet, spesielt i uke 24 og uke 27 (**figur 4**). Infeksjonsbelastningen var mellom 0,1 og 0,7 lus per gram fiskevekt i uke 23, mens hovedtyngden av fisken var infisert med mer enn 0,7 lus per gram fiskevekt i de to påfølgende prøvafiskerundene. Postsmolt mindre enn 150 gram fra Eresfjorden i Møre og Romsdal var lavt infisert i mai og seint i juli, og nesten ingen fisk hadde en relativ intensitet på mer enn 0,1 lus per gram fiskevekt. Infeksjonsbelastningen økte signifikant i juni og juli (Kruskal-Wallis;  $p < 0,05$ ), og mesteparten av fisken var infisert med mellom 0,1 – 0,7 lus per gram fiskevekt. Tilsvarende infeksjonsbelastning ble også funnet hos postsmolt på Hitra, og mye av fisken hadde relative intensiteter over 0,1. I Vesterålen var infeksjonsbelastningen svært lav tidlig på sesongen (juni), men økte betydelig utover sommeren. Det ble i tillegg funnet fisk i ferskvann som hadde relativt høy infeksjonsbelastning. I Altafjorden i Finnmark var de minste sjørretene og sjørøyene lavt infisert med lus, og kun få individer hadde mer enn 0,1 lus per gram fiskevekt (**figur 4**).



**Figur 4.** 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.

### 3.1.4 Diskusjon

Resultatene fra 2003 viste at forekomsten av lakselus på ville bestander av sjørret, og dermed også konsekvensene av infeksjonen, fortsatt er ekstremt høy på en av overvåkningslokalitetene, mens de fleste andre viser middels høye infeksjonsnivåer gjennom mesteparten av sesongen. Generelt kan det nå konkluderes med at det kan synes vanskelig å redusere infeksjonsnivået ned til godt under 10 lus per sjørret, og dermed nå målet i Nasjonal handlingsplan om "ingen negativ effekt" (Heuch et al. 2005).

Sjørreteten i Sognefjorden var ekstremt høyt infisert med lakselus tidlig på sommeren 2003. I månedsskiftet juni/juli var 100 % av sjørreteten infisert, gjennomsnittlig intensitet var over 80 lus per fisk og enkelte individer var infisert med rundt 200 lus. Populasjonsstrukturen var dominert av larver og indikerer at infeksjonstrykket er betydelig. Situasjonen forverres ytterligere av at gjennomsnittsstørrelsen på fisken i Sognefjorden var lav (ca 60 gram). Fisken ble dermed svært høyt infisert per vekteenhet, og i uke 24 hadde mesteparten av fisken mer enn 0,7 lus per gram fiskevekt. I uke 27 hadde omtrent halvparten av fisken en relativ intensitet på mer enn 1,6. Dette betyr at mesteparten av fisken i dette området av Sognefjorden sannsynligvis vil oppleve betydelige osmoregulatoriske problemer etterhvert som lusa utvikler seg (Grimnes et al. 1996, Finstad et al. 2000, Bjørn et al. 2001a, Wagner et al. 2003, 2004). Det er i tillegg sannsynlig at ca halvparten av fisken i uke 27 vil dø som en direkte følge av infeksjonen (Bjørn et al. 2001b) dersom de ikke vandrer tilbake til ferskvann for avlusning (Bjørn et al. 2001b). Konsekvensen av et slikt infeksjonsnivå vil derfor kunne være dramatisk for sjørreteten i Sognefjorden, og tyder på at tiltakene i oppdrettsnæringen ikke har hatt tilstrekkelig effekt.

I og utenfor Straumfjordvassdraget på Hitra var fisken moderat infisert allerede i juni. Gjennomsnittlig intensitet på fisken i sjøen var på 27 lus, nesten 86 % av fisken var infisert, og det ble funnet både larver og eldre stadier. I samme undersøkelsesuke (juni) ble det også fanget sjørret som hadde vandret prematurt tilbake til nedre del av Straumfjordvassdraget, og disse var også betydelig infisert med lus. Totalt sett tyder dette på et relativt høyt smittepress i Straumfjorden allerede tidlig på sommeren, og at infeksjonstrykket har vært av et slikt nivå at det har tvunget sjørret tilbake til ferskvann (Birkeland 1996a, Bjørn et al. 2001b, Kålås & Urdal 2001, 2002, Tully et al. 1999, Wagner et al. 2004). Siden sjøvannsoppholdet er en fase som over relativt kort tid skal generere energilagre til viktige livshistorieparametre som vekst og reproduksjon, vil en tilbakevandring til ferskvann allerede tidlig på sesongen medføre at en betydelig periode av sjøoppholdet går tapt. Dette vil sannsynligvis ha en negativ effekt på vekst, reproduksjon og vinteroverlevelse. Årets resultater fra Hitra antas derfor å kunne påvirke sjørreteten i området negativt. I juni og juli hadde i tillegg rundt 50 % av små fisk som ble fanget i sjøen mer lus per gram fiskevekt enn det vi har definert som sannsynlig terskelverdi for osmoregulatoriske forstyrrelser (Wagner et al. 2004). Nyere studier av Nolan et al. (1999) indikerer også at selv et såpass lavt nivå som ti mobile lus kan påvirke fisk negativt gjennom den indirekte effekten av den integrerte stressresponsen. Etterhvert som de eldre stadiene øker beiteomfanget på fisken slik at sår dannes (Kabata 1974), er det sannsynlig at den indirekte stresseffekten i kombinasjon med direkte fysiske skader kan resultere i en sammensatt stresseffekt som kan gi betydelige fysiologiske forstyrrelser (McDonald & Milligan 1997, Bjørn et al. 2001b). På bakgrunn av dette er det sannsynlig at infeksjoner på det nivået som ble funnet på fisken i og utenfor Straumfjordvassdraget i juni kan påvirke bestanden negativt. I august var infeksjonen imidlertid sterkt redusert, og relativt få larver ble funnet i forhold til i juni. Dette kan bety at smittepresset var konsentrert til forsommeren, slik at de mulige negative effektene ikke var langvarige, men kan også skyldes at prematur tilbakevandring eller dødlighet av høyt infisert fisk har forekommet (se Bjørn et al. 2001b). Infeksjonen av lakselus på vill sjørret i Straumfjorden sommeren 2001 var imidlertid ikke vesentlig forbedret fra de nivåene som ble observert i 1998 og 1999 (Heuch et al. 2000) og 2002 (Bjørn et al. 2003). Det kan tyde på et vedvarende høyt infeksjonstrykk i området, og at tiltak i næringen ikke har hatt effekt på forekomst av lus på vill sjørret. Systemet er derfor et godt indikatorsystem for Trøndelag.

Lakselusinfeksjonen på fisken fra Eresfjorden i Møre og Romsdal var generelt sammenfallende med observasjonene fra Hitra og lå på et middels høyt nivå gjennom juni måned. I juni og

juli var nesten to tredjedeler av den minste sjørreten i området infisert med lus. Omtrent halvparten av disse hadde i tillegg relative intensiteter over antatt terskelgrense for begynnelsen av osmoregulatoriske forstyrrelser. Lakselusa kan derfor ha hatt negative effekter på sjørreten også i Romsdalsfjorden sommeren 2003, og indikerer at tiltak i næringen ikke har vært tilstrekkelige. Systemet er et godt indikatorsystem for Møre og Romsdal.

Ved Vikvassdraget i Vesterålen var infeksjonsnivået også forskjellig fra de lave infeksjonene som ble registrert i 2001. Sjørreten i Vikvassdraget er blant de vassdragene som er best studert med hensyn til effekten av lakselus på ville bestander av sjørret. De første observasjonene av prematur tilbakevandring til ferskvann og dokumentasjon av hardt infisert fisk ble gjort allerede i 1993 (Finstad et al. 1994). I perioden 1997-2003 ble det gjennomført årlige undersøkelser både i sjøen og i ferskvann som dokumenterte vedvarende høyt infeksjonsnivå (Heuch et al 2005). Selv om infeksjonspresset har variert mellom år, har disse undersøkelsene dokumentert årlige epidemier av lakselus av slike nivåer at betydelige negative effekter på bestanden kan forventes, dog ikke av samme omfang som i ekstremåret 1997 (Bjørn et al. 2001b). Situasjonen sommeren 2001 skilte seg imidlertid svært ut fra tidligere år (Bjørn et al. 2001b), var karakterisert av et forløp som man tidligere kun har funnet på ueksponerte lokaliteter, og er det eneste året siden overvåkingen startet som sannsynligvis har nådd målet om "ingen negativ effekt". Undersøkelsen fra 2002 (Bjørn et al. 2003) og 2003 (denne studien) stod i kontrast til resultatene fra 2001, og etter en god juni måned økte intensiteten betydelig i juli. I juli vandret en del moderat høyt infisert fisk tilbake til ferskvann, og fisken som var igjen i sjøen bar preg av beiteskader på grunn av mye mobil lus (mer enn 15 preadulte og adulte lus i snitt på fisken). Situasjonen i Vik i 2002 og 2003 minner derfor mye og det vi så på midten av 90-tallet (se for eksempel Grimnes et al. 1996), og tyder på at tiltakene mot lus ikke fungerer tilfredstillende. På grunn av den omfattende langtidsserien vi når har fra Vikbotten, er dette et godt indikatorsystem for Nordland.

På den nordligste lokaliteten (Finnmark) var resultatene fra 2003 bedre enn i 2002, og også bedre enn på de andre lokalitetene. Det ble ikke funnet lus på fisken i juni (uke 26). Infeksjonen økte imidlertid i begynnelsen av juli, noe som er relativt tidlig i Finnmark, og en prevalens på nesten 75 % og gjennomsnittlige intensiteter på 13 lus på fisken ble funnet. Stadiefordelingen av lus på fisken understreket også et vedvarende lavt til moderat infeksjonstrykk av infektive stadier allerede tidlig i juli, slik at infeksjonsbelastningen aggregeres på fisken utover i juli og august. Resultatene fra Altafjorden tyder derfor på at bekjempelsen av lakselus i Altafjorden sannsynligvis kan optimaliseres en del utover sommeren for å forhindre det økte infeksjonstrykket vi vanligvis observerer på vill sjørret og sjørøye i juli og august (Bjørn & Finstad 2002, Bjørn et al 2001a, 2002, 2003). Situasjonen i Altafjorden kompliseres imidlertid av at infeksjonsbelastningen også kan komme fra andre kilder, for eksempel fra innvandrende villaks. Situasjonen i Alta bør derfor følges spesielt opp, og systemet er en god indikatorlokalitet for de store Finnmarksfjordene.

Resultatene fra Sognefjorden og til Finnmark tyder derfor på at infeksjonsbelastningen fortsatt er for høy på de fleste overvåkningslokalitetene og resultatene viste at også i 2003 kan lakselus ha hatt negativ effekt på deler av bestanden av sjørret og sjørøye langs Norskekysten.

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

### **3.2.1 Intensitet av lakselus på utvandrende laksesmolt i Trondheimsfjorden og Altafjorden**

Totalt ble det fanget 235 utvandrende postsmolt av laks i Trondheimsfjorden i 2003; alle ble i år fanget i sone 3 mellom uke 20 og uke 23, men de største fangstene ble tatt i uke 21 (**tabell 2**). Gjennomsnittslengden på smolten var fra 12,4 til 13,4 cm og gjennomsnittsvekten varierte mellom 14,6 og 16,9 gram i de forskjellige ukene. I uke 20 ble det kun fanget 12 postsmolt i sone 3. Prevalensen lå på 33 %, gjennomsnittlig intensitet på 1,5 lus og det ble maksimalt

funnet 3 lus på smolten. I uke 21 og 22 var prevalensen økt til 66 og 93 % og gjennomsnittlig intensitet var på henholdsvis 2,1 og 2, 6. Enkelte individer var også infisert med opptil 9 lus. I uke 23 var prevalensen 81 %, mens intensiteten var 4,4 og maksimale infeksjoner på 15 lus ble funnet. Det ble ikke funnet annet enn chalimuslarver på fisken (Jan Gunnar Jensås, pers. obs.).

I Altafjorden ble det trålt etter utvandrende laksesmolt i uke 25 og 26 (nest siste og siste uke av juni), uke 28 (første halvdel av juli) og uke 30 (siste halvdel av juli). Totalt ble det fanget 210 smolt og et representativt antall av disse er analysert med hensyn til lakselusinfeksjon (**tabell 2**). I begynnelsen av juni (uke 25) ble det på tross av relativt høy innsats ikke fanget smolt på utvandring i Altafjorden. I uke 26 ble det fanget kun et fåtall smolt i indre deler av Altafjorden på tross av meget høy innsats. Disse ble tatt i de innerste 20 kilometrene av fjorden, og fisken var uinfisert med lus. I uke 28 ble det fanget mye smolt i både indre, midtre og ytre deler av fjorden. Det ble ikke registrert lus på fisken. I uke 30 ble kun fanget 2 smolt i Altafjord-systemet på tross av høy innsats i alle sonene. Begge disse var også uinfisert med lus.

**Tabell 2.** Infeksjonsintensitet (antall lus per infisert fisk) og relativ intensitet (antall lus per gram fiskevekt) på utvandrende postsmolt av laks i Trondheimsfjorden og Altafjorden. Fisken er fanget i uke 21-27 med FISH-LIFT trålingsteknologi i sone 3 i Trondheimsfjorden og i forskjellige soner av Altafjorden. Fangstsoner (sone), lengde og vekt (gjennomsnitt og standardavvik), andel infisert laks (prev), og infeksjonsparametre er oppgitt.

Trondheimsfjorden, Sør Trøndelag

Uke	Sone	n	Lengde ± SD	Vekt (g) ± SD	Prev (%)	Prevalens						Relativ Intensitet			
						Snitt ± SD	Median	IQR	min	max	v/x	Median	IQR	min	max
20	3	12	13,4 ± 10,5	18,2 ± 4,4	33,3	1,5 ± 1,0	1	1,5	1	3	0,66	0,052	0,08	0,037	0,136
21	3	141	13,0 ± 11,9	16,9 ± 4,6	65,6	2,1 ± 1,3	2	2,0	1	7	0,76	0,103	0,09	0,029	0,476
22	3	15	12,4 ± 11,2	14,6 ± 3,1	93,3	2,6 ± 2,5	2	2,2	1	9	2,30	0,123	0,169	0,056	0,474
23	3	67	12,5 ± 10,6	14,8 ± 4,1	80,6	4,4 ± 3,6	4	4,2	1	15	2,86	0,227	0,29	0,035	1,229

Altafjorden, Finnmark

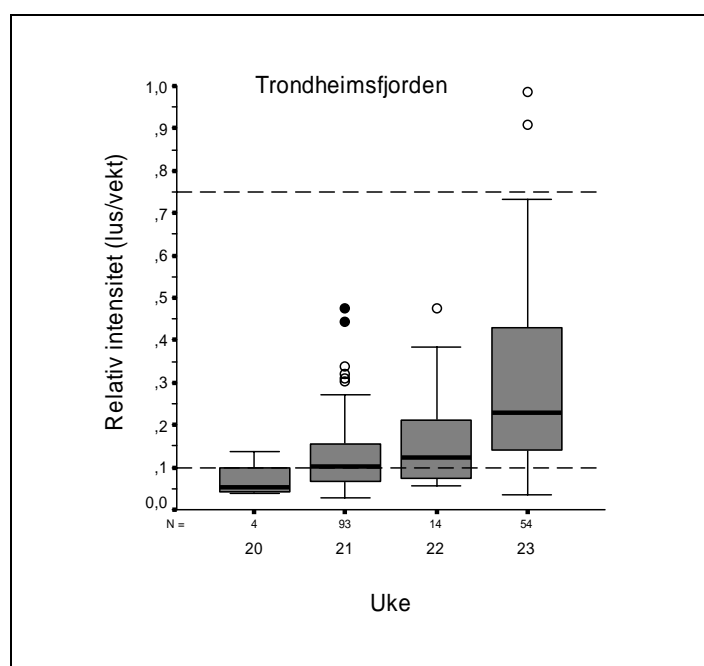
Uke	Sone	N	Lengde ± SD	Vekt (g) ± SD	Prev (%)	Prevalens						Relativ Intensitet			
						Snitt ± SD	Median	IQR	min	max	v/x	Median	IQR	min	max
25	1	0													
	2	0													
	3	0													
	4	0													
26	1	7	13,7 ± 5,5	20,9 ± 2,7	0										
	2	5	14,8 ± 10,3	27,3 ± 4,9	0										
	3	0													
	4	0													
28	1	22	15,0 ± 8,4	25,2 ± 6,3	0										
	2	12	14,7 ± 10,5	29,1 ± 8,1	0										
	3	32	13,8 ± 7,1	28,8 ± 4,4	0										
	4	0													
30	1	0													
	2	0													
	3	1			0										
	4	1			0										



### 3.2.2 Konsekvenser av lakselusinfeksjon på utvandrende laksesmolt i Trondheimsfjorden og Altafjorden

All utvandrende smolt fra Altafjorden i Finnmark var uinfisert med lakselus, og all smolt ble klassifisert til å ha antatt normal infeksjon med lakselus (**tabell 2**). I Trondheimsfjorden var noe smolt høyere belastet per vektenhet. I uke 20 (sone 3) var middelinfeksjonen 0,05, og ingen individer hadde mer enn 0,14 lus per gram fiskevekt (**tabell 2** og **figur 5**). Infeksjonsbelastningen økte utover sesongen, og i uke 21 og 22 var middelinfeksjonen rundt 0,1 lus per gram fiskevekt. I uke 23 hadde enkelte individer mer enn 0,75 lus per gram fiskevekt, og mesteparten av fisken var mer infisert enn 0,1 lus per gram fiskevekt (middelinfeksjon 0,23 lus per gram fiskevekt). Totalt for de tre siste ukene, var mesteparten av smolten (mellom 65 og 93%) infisert (**tabell 2**), og spesielt i uke 23 hadde mange individer lusbelastninger som antas å kunne påvirke fisken negativt (**figur 5**).

**Figur 5.** Relativ intensitet av lakselus (antall lus per gram fiskevekt) hos laksesmolt fanget i sone 3 (grå) i ukene 20 - 23 i Trondheimsfjorden. Se **tabell 2** for nærmere informasjon om fangstsoner og infeksjonsparametre.



### 3.2.3 Diskusjon

Sommeren 2003 var utvandrende laksesmolt i Trondheimsfjorden mer infisert med lakselus enn de fleste tidligere år, og spesielt i den siste undersøkelsesuken (uke 23), ble det funnet relativt mye lus på fisken (80,6 % av fisken var infisert med i gjennomsnitt 4,4 lus og enkelte individer hadde opptil 15 lus). NINAs langtidsundersøkelse fra Trondheimsfjorden viser at lakselusinfeksjonen enkelte år og i enkelte soner kan være relativt høy (intensiteter opptil 22 lus) selv med betydelig skjelltap hos fisken (40-50 %) (for eksempel i 1992, 1998, 2001 og 2001; Finstad et al. 2000, Bjørn et al. 2002a, 2003), mens det andre år kan være et lavere infeksjonstrykk (for eksempel 1993, 1997, 2000 og 2002; Bjørn et al. 2001a, 2003). Trondheimsfjorden har en etablert sikringssone som begrenser antall oppdrettsanlegg og hindrer nyetablering av anlegg. Utvandrende laksesmolt møter mest sannsynlig et mindre smittepress under utvandring her sammenliknet med mange andre fjordsystem med høyere oppdrettsaktivitet (for eksempel Sognefjorden) (Heuch et al. 2005). Hitra og Frøya utenfor Trondheimsfjorden er likevel områder med en intensiv oppdrettsnæring. Produksjon av lakseluslarver i anlegg her kan bidra til et økt smittepress også i fjordsystemet innenfor. Årets undersøkelse av sjørørret i Straumfjorden på Hitra viste at infeksjonspresset i området generelt var høyt. Det kan tenkes at år med høyt smittepress i området rundt Hitra og Frøya kan resultere i transport av larver inn Trondheimsfjorden. Dette kan øke risikoen for infeksjon på utvandrende laksesmolt, kan-

skje spesielt i ytre deler av fjorden og i kyststrømmen utenfor. Larvetransport med kystvann fra oppdrettseksponeerte områder, ferskvannsavrenning og mengde innvandrende villlaks til Trondheimsfjorden, kan være årsaken til forskjellene mellom 2002 og 2003. Eksperimentelle studier (Grimnes & Jakobsen 1996, Finstad et al. 2000, Heuch et al. 2005) indikerer at mer enn 11 luselarver kan føre til dødelighet på små postsmolt av laks når lusa utvikler seg til eldre stadier. Nye studier tyder i tillegg på at terskelverdien for begynnende osmoregulatoriske problemer inntreffer ved ca 0,1 lus per gram fiskevekt (Wagner et al. 2004). Slike nivåer ble funnet på smolten fra Trondheimsfjorden i 2003. Det er derfor mulig at en god del av smolten er negativt påvirket av lus og til og med at direkte parasittindusert dødelighet har funnet sted under fjordutvandringen i 2003. Langtidsserien i Trondheimsfjorden bør videreføres som et godt indikatorsystem i midt-Norge.

I Altafjorden ble det fanget totalt 210 laksesmolt i indre, midtre og ytre deler av fjorden sommeren 2003, og 78 av disse er nøye undersøkt for lakselus. I indre og midtre sone av Altafjorden ble de fleste smoltene fanget relativt nært munningen av Altaelva. Samtlige fisk var fri for lakselus, og vi tror at dette er et representativt bilde av infeksjonspresset på utvandrende laksesmolt i indre deler av Altafjorden i 2003. Det drives en relativ intensiv oppdrettsvirksomhet i midtre delene av Altafjorden, og det nærmeste anlegget befinner seg kun noen få kilometer fra de tråltransektene der mye av smolten ble fanget. Målinger av salinitet viste at vannet i 2003 var relativt salt (salinitetet høyere enn 25 ‰), og året var generelt kjennetegnet av liten og tidlig flom i Altaelva og påfølgende lite ferskvann i fjorden. Samtidig med at trålingen etter laksesmolt ble gjennomført i pelagialsonen i Altafjorden, ble det fanget sjørørret og sjørøye i littoralsonen i Altafjorden. Denne undersøkelsen viste at infeksjonstrykket i år var mindre enn i 2002, men at infeksjonstrykket økte noe allerede tidlig i juli (uke 27/28). Laksesmolten som vandret ut i uke 28, var likevel uinfisert med lus, også de som ble fanget i ytre deler av fjorden. Risikoen for og konsekvensene av infeksjon på utvandrende laksesmolt i nordlige områder, vil avhenge både av intensiteten i pulsen og om den sammenfaller med smoltutvandringen. Undersøkelsene på laksesmolt fra Altafjorden i 2000 og 2001 (Bjørn et al. 2001a, 2002) samt tidligere undersøkelser på sjørørret og sjørøye (Bjørn et al. 2001a, Bjørn & Finstad 2002, Bjørn et al. 2002), indikerer at infeksjonsøkningen oftest kommer i juli/august i Altafjorden, og vi antar da at laksesmolten har forlatt fjordsystemet. Vi har indikasjoner på at smolten kan oppholde seg lengre i de næringsrike Nord-Norske fjordene i år med gode næringsforhold (Bjørn et al. 2001a). Dette kan tenkes å øke infeksjonsrisikoen betydelig. I 2003 fanget vi imidlertid kun et fåtall smolt i uke 30 (siste halvdel av juli) på tross av en relativt stor trålinsats. Det er derfor sannsynlig at mesteparten av smolten da hadde forlatt fjordsystemet, og det er sannsynlig at de var uinfisert eller svært lavt infisert med lus. Lakselus ser derfor ikke ut til å representere et problem for laksesmolten i Alta i 2003, på samme måte som tidligere år (Bjørn et al. 2001a, 2002, 2003), og i motsetning til fjordene lengre sør og i motsetning til sjørørret og sjørøye i Altafjorden.

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

Fra og med 1997 startet vi en grundig registrering av lakselusinfeksjonen på sjørretten i Vikbotten (oppdrettsekspertonert), der infeksjonen både i sjø og i ferskvann har blitt registrert gjennom hele sommeren (Grimnes et al. 1998, 1999, 2000, Bjørn et al. 2001, 2002a, 2003) (**Figur 6**). Flere tilsvarende undersøkelser er nødvendig for å vurdere sammenhengen mellom lakselusepidemier på vill sjørret og sjørøye og oppdrett av laks, konsekvensene av lakselus på ville bestander av sjørret og sjørøye og effektene av tiltakene i oppdrettsnæringen. Vi har derfor etablert langtidsserier på en rekke lokaliteter fra Sognefjorden i sør (ny lokalitet fra 2003) og til Finnmark i nord slik at vi nå har gode indikatorsystemer langs store deler av Norskekysten. Langtidsdataene fra disse systemene er nå spesielt viktige for å vurdere om tiltakene i næringen har tilstrekkelig effekt.

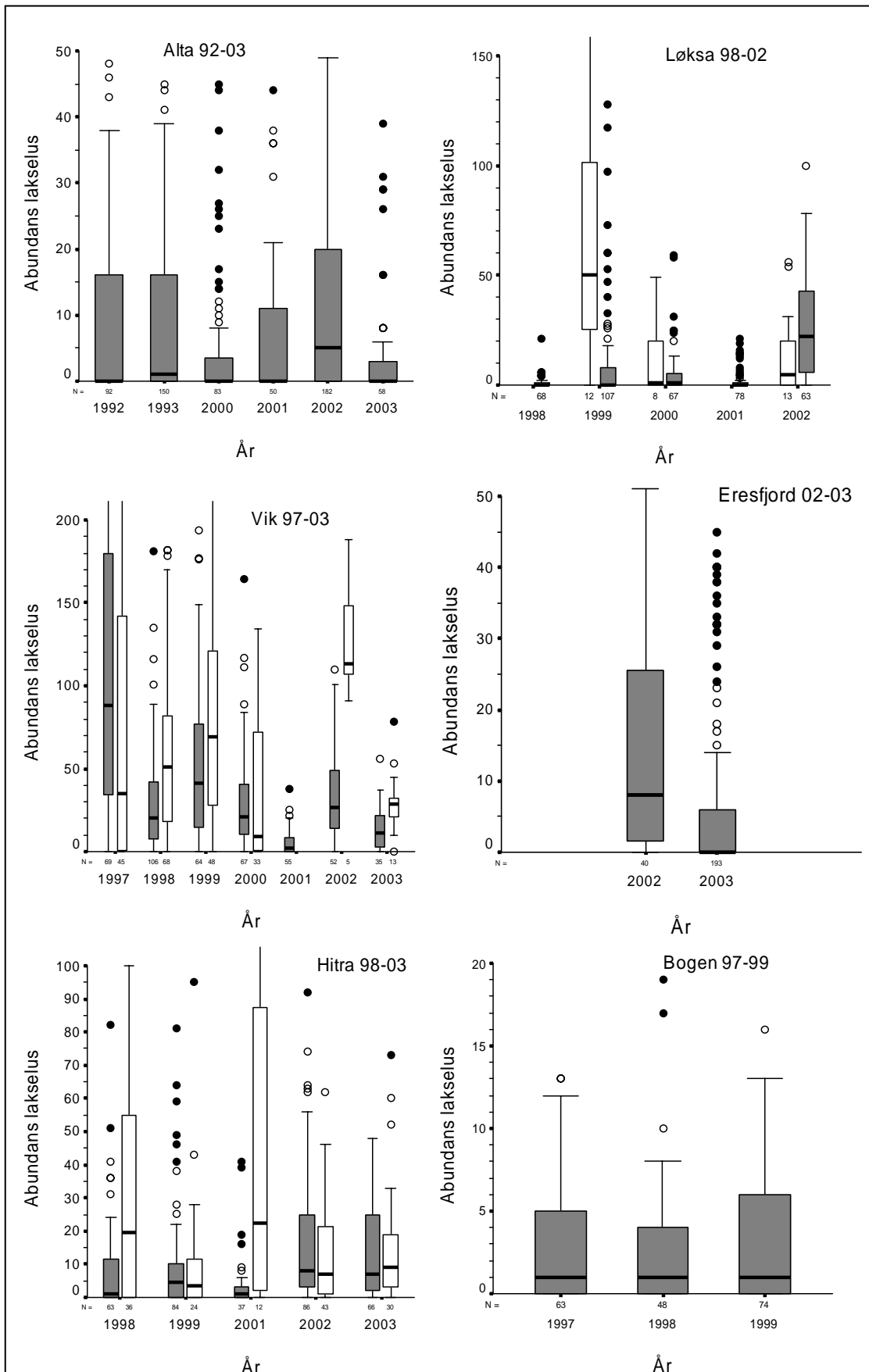
Langtidsserien fra Vikvassdraget og Vikbotten i Vesterålen viser at infeksjonsnivået er noe redusert fra ekstremåret 1997 (Kruskal-Wallis;  $p < 0,05$ ) og til bunnåret 2001 (**figur 6**). Resultatene fra 2002 og 2003 indikere imidlertid igjen en økning, og det kan se ut som om infeksjonsnivået ligger i overkant av det som er ønskelig (Heuch et al. 2005). Målet i nasjonal handlingsplan mot lus på laksefisk om "ingen negativ effekt" kan derfor synes vanskelig å nå med gjeldende tiltak.

Nedslående resultater ble i 2003 også funnet fra indikatorvassdraget i Finnmark, Sør Trøndelag og Møre og Romsdal. Fra lokaliteten på Hitra har vi langtidsserie fra 1998 (**figur 6**). Vi har ikke sett en signifikant bedring (Kruskal-Wallis;  $p > 0,05$ ) på denne lokaliteten gjennom overvåkingsperioden, og infeksjonsnivået er høyere enn ønskelig (Heuch et al. 2005). Det samme er tilfellet i Alta, selv om abundans i dette systemet er atskillig lavere enn i fjordene lengre sør (**figur 6**). Det er imidlertid ingen signifikant forskjell i abundans før (1992 og 1993) og etter (2000 – 2003) at nasjonal handlingsplan mot lus på laksefisk ble iverksatt (Kruskal-Wallis;  $p > 0,05$ ). Fra Eresfjord har vi data for bare to år (**figur 6**) og fra Sognefjorden bare for ett år (2003) slik at endringer over tid ikke kan observeres. Infeksjonsnivået i Eresfjord er likevel noe høyere enn det som er ønskelig, og dette gjelder også ikke minst Sognefjorden der infeksjonsnivået i 2003 var ekstremt høyt. Dette kan bety at høst og vinteravlusningene langs store deler av norskekysten ikke har vært vellykket eller at oppdrettsnæringen ikke har hatt tilstrekkelig fokus på å bekjempe lakselus i løpet av våren og sommeren 2003. Alternativt kan også smitte fra andre kilder være viktig, for eksempel fra innvandrende vill laks, eller at miljøforholdene har vært spesielt gunstige for lusa.

Langtidsovervåking fra to utgatte lokaliteter, Løksebotten i sør-Troms og Bogen i nordre Nordland (**figur 6**) støtter antagelsen om at Nasjonal handlingsplan ikke har hatt tilstrekkelig effekt. Heller ikke i Løksebotten, som ligger i et område med relativt stor oppdrettsaktivitet (Bjørn et al. 2001), har lakselusinfeksjonen blitt redusert over tid (1998 – 2002) (Kruskal-Wallis;  $p < 0,05$ ). Fisk fra Bogen, som beiter i et område med lite oppdrettsaktivitet, viser stabilt lave infeksjoner og liten variasjon mellom år (1997 – 1999), og skiller seg ut fra de andre overvåkingslokalitetene.

Lakselus må derfor fortsatt sees på som en trussel mot lokale bestander av sjørret langs store deler av Norskekysten. På de fleste av overvåkingslokalitetene greier vi heller ikke å se betydelige forbedringer gjennom perioden den nasjonale handlingsplanen mot lus på laksefisk har vært virksom. Infeksjonen på vill sjørret i 2003 er bekymringsfull fordi oppdretterne generelt har blitt dyktige til å bekjempe lakselus. Vi vet imidlertid at tettheten av oppdrettsanlegg er høy langs store deler av kysten. Den totale biomasse av laks kan derfor være så høy i enkelte områder at selv gode tiltak i næringen og lave luseantall per fisk ikke er tilstrekkelig til å redusere infeksjonspresset til et bærekraftig nivå. Det kan derfor synes å være vanskelig å redusere infeksjonsnivået til godt under 10 lus på sjørretten, og dermed nå målet i Nasjonal handlingsplan om "ingen negativ effekt" (Heuch et al. 2005). I områder med intensiv oppdrettsvirksomhet bør grenseverdiene derfor vurderes å senkes ytterligere. I tillegg bør man ha økt fokus på lakselusbekjempelse også gjennom sommersesongen.

Tilsvarende feltundersøkelser som er gjennomført i 2003 bør derfor følges opp også i framtiden for å vurdere om tiltakene i oppdrettsnæringen er tilstrekkelig, og for å generere nødvendig kunnskapsgrunnlag for å kunne forvalte lakselusproblematikken på vill og oppdrettet laksefisk. Vi bør konsentrere oss om de indikatorsystemene der vi har gode langtidsdata på sjørørret, sjørøye og på utvandrende laksesmolt.



**Figur 6.** Abundans (median) av lakselus på sjørørret og sjørøye i sjø (grå) og prematurt tilbakevandret (hvit) til ferskvann ved overvåkningslokalitetene i Alta i Finnmark, Løksa i Salangen, Vik i Vesterålen, Bogen i Evenes, Hitra i Sør Trøndelag og Eresfjord i Møre og Romsdal.

## 5 Referanser

- Anonym 1997. Nasjonal handlingsplan mot lus på laksefisk. 297 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.
- 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., Finstad, B. & Kristoffersen, R. 2001a. Registreringer av lakselus på laks, sjørret og sjørøye i 2000. - NINA Oppdragsmelding 698: 1-40.
- Bjørn, P.A., Finstad, B. & Kristoffersen, R. 2001b. Salmon lice infection of wild sea trout and Arctic char in marine and freshwaters: the effects of salmon farms. - Aquacult. Res. 32: 947-962.
- Bjørn, P.A., Finstad, B. 2002. Salmon lice, *Lepeophtheirus salmonis* Krøyer, infestation in sympatric populations of Arctic char, *Salvelinus alpinus* (L.) and sea trout, *Salmo trutta* L., in areas near, and distant from salmon farms. - ICES J. Marine Science 59: 131-139.
- Bjørn, P.A., Finstad, B. & Kristoffersen, R. 2002a. Registreringer av lakselus på laks, sjørret og sjørøye i 2001. - NINA Oppdragsmelding 737: 1-33.
- Bjørn, P.A., Finstad, B. & Kristoffersen, R. 2003. Registreringer av lakselus på laks, sjørret og sjørøye i 2002. - NINA Oppdragsmelding 789: 1-43.
- Boxhall, 1974. Infections with parasitic copepods in North Sea marine fishes. - J. Mar. Biol. Assoc., UK 54: 355-372.
- 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.
- Grimnes, A., Finstad, B. & Bjørn, P.A. 1996. Økologiske og fysiologiske konsekvenser av lakselus på laksefisk i fjordsystem. - NINA Oppdragsmelding 381: 1-37.
- Grimnes, A. & Jakobsen, P.J. 1996. The physiological effects of salmon lice infection on post-smolt of Atlantic salmon. - J. Fish. Biol. 48: 1179-1194.
- Heuch, P.A., Finstad, B. & Bjørn, P.A. 2000. Sluttrapport for prosjektet 123.738/122. Lakselusproduksjon på oppdrettslaks og frittsvømmende laksefisk, og skadevirkninger på lokale sjørretbestander. Del 1: Hovedrapport. Pp. 1-37. Veterinærinstituttet, Oslo.
- Heuch, P.A. & Mo, T.A. 2001. A model of salmon louse production in Norway: Effects of increasing salmon production and public management measures. - Dis. Aquat. Org. 45: 145-152.
- Heuch, P.A., Bjørn, P. A., Finstad, B., Holst, J. C., Asplin, L. & Nilsen, F. 2003. Statusrapport om forholdet mellom lakselus på oppdrettet og vill laksefisk i Norge. Rapport til konferanse Nasjonal Handlingsplan mot lus på laksefisk - status, og hva gjør vi nå. 4-5 november 2002. Bergen kongress senter/Scandic hotel Bergen city. Bergen, Norge - pp 31 - 43 in Bjørn, P.A., Finstad, B. & Kristoffersen, R. 2003. Registreringer av lakselus på laks, sjørret og sjørøye i 2002. - NINA Oppdragsmelding 789: 1-43.
- Heuch, P.A., Bjørn, P.A., Finstad, B., Holst, J.C., Asplin, L. & Nilsen, F. 2005. Relationships between salmon lice on wild and farmed salmonids: A review of population dynamics, management measures and effects on wild salmonid fish stocks in Norway. Ann. Rev. Fish. Dis., in press.
- Holst, J.C. & Hvidsten, N.A. 1992. Partrål som prøvetakingsmetode i norsk fiskeriforskning. - Fiskets Gang, 9/10: 24-26.
- Holst, J.C. & Jakobsen, P.J. 1998. Dødelighet hos utvandrende postsmolt av laks som følge av lakselusinfeksjon. - Fiskets Gang 8: 13-15.
- Holst, J.C. & Jakobsen, P.J. 1999. Lakselus knekker vestlandslaksen. - Informasjonsbrev fra Havforskningsinstituttet i Bergen. 2 s.
- Holst, J.C. & McDonald, A. 2000. FISH-LIFT: a device for sampling live fish with trawls. - Fish. Res. 48: 87-91.
- 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. Canada 31: 1583-1588.
- Kålås, S. & Urdal, K. 2001a. Overvaking av lakselusinfeksjonar på tilbakevandrande sjøaure i Rogaland, Hordaland og Sogn & Fjordane sommaren 2000. - Rådgivende biologer AS. Rapport!483: 1-44.
- Kålås, S. & Urdal, K. 2002. Overvaking av lakselusinfeksjonar på tilbakevandrande sjøaure i Rogaland, Hordaland og Sogn & Fjordane sommaren 2001. - Rådgivende biologer AS. Rapport!535: 1-43.

- 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.
- McDonald G. & Milligan L. 1997. Ionic, osmotic and acid-base regulation in stress. - pp 119-144 in Iwama, G.K., Pickering, A.D., Sumpter, J.P & Screck, C.B., eds. Fish Stress and Health in Aquaculture. Society for Experimental Biology. Seminar Series: 62. Cambridge, University Press.
- Mo T.A. & Heuch P.A. 1998. Occurrence of *Lepeophtheirus salmonis* (Copepoda: Caligidae) on sea trout (*Salmo trutta*) in the inner Oslo Fjord, south-eastern Norway. - ICES J. Marine Sci. 55: 176-180.
- Nolan, D.T., Reilly, P. & Wendelaar Bonga S.E. 1999. Infection with low numbers of the sea louse *Lepeophtheirus salmonis* induces stress-related effects in postsmolt Atlantic salmon (*Salmo salar*). - Can. J. Fish. Aquat. Sci. 56: 947-959.
- 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.
- Tully, O., Gargan, P, Poole, W.R. & Whelan, K.F. 1999. Spatial and temporal variation in the infestation of sea trout (*Salmo trutta* L.) by the caligid copepod *Lepeophtheirus salmonis* (Krøyer) in relation to sources of infection in Ireland. - Parasitology 119: 41-51.
- Wagner, G., McKinley, R.S., Bjørn, P.A. & Finstad, B. 2003. Physiological impact of sea lice on swimming performance of Atlantic salmon. - J. Fish. Biol. 62: 1000-1009.
- Wagner, G., McKinley, R.S., Bjørn, P.A. & Finstad, B. 2004. Short-term freshwater exposure benefits sea lice-infected Atlantic salmon. - J. Fish. Biol. 64: 1593-1604.

# NINA Oppdragsmelding 853

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-1501-2

**NINA** Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor • Tungasletta 2 • 7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00 • Telefaks: 73 80 14 01

<http://www.nina.no>