

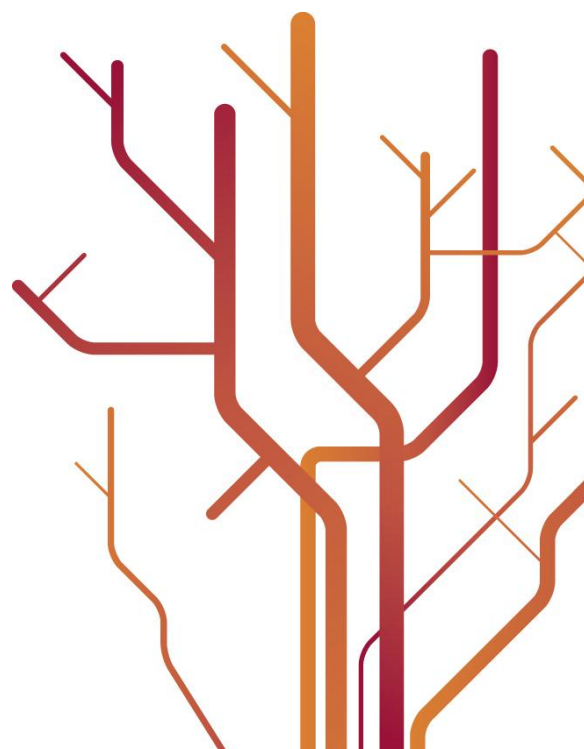
Forekomst av lakselus *Lepeophtheirus salmonis* (Krøyer) hos anadrom laksefisk i to nordlige fjordsystemer med og uten oppdrett



Martin Næs

Mastergradsoppgave i fiskehelse (60 stp)

Mai 2011



Takk

Jeg vil først og fremst takke mine to veiledere Roar Kristoffersen og Pål Arne Bjørn for meget god veiledning og stor tålmodighet under både feltarbeid og utforming av denne oppgaven.

Takk til Rune Nilsen og Rosa Maria Serra- Llinares ved Havforskningsinstituttet i Tromsø for hjelp med bearbeiding av data og få å ha lært meg opp i den store garnfiskekunsten.

Videre vil jeg takke turkammerat Einar Stikbakke for muligheten for å ta en (etter min mening) velfortjent pause fra studiene i 2008/2009. Mads Nilsen, Frode Grøtnebø, Tom- Erik Hoemsnes og Kristoffer Andreassen skal ha en stor takk for kreative og spenstige påfunn under de seks årene det har tatt å bli ferdigutdannet. En stor takk til kjæresten Ida Olsen Hokland for psykisk støtte i en svært hektisk periode. Ellers vil jeg takke alle ekskjærester og deres familier for for å klart å holde meg i Tromsø mot egen vilje i alle disse årene. Sist men absolutt ikke minst vil jeg takke mor og far. Uten deres oppdragelse og forståelse av utdanning ville jeg mest sannsynlig endt opp som fulltids uteligger og abborfisker i de dype skoger på østlandet.

Sammendrag

Forekomsten av lakselus (*Lepeophtheirus salmonis* Krøyer) på vill sjøørret (*Salmo trutta* L.), vill sjørøye (*Salvelinus alpinus* L.) og laksesmolt (*Salmo salar* L.) i burforsøk ble undersøkt i den oppdrettsintensive Altafjorden og den oppdrettsfrie Porsangerfjorden. Innsamling av data fant sted i de to respektive fjordene i juli til august 2010.

Infeksjonen av lakselus på villfisken var lav i begge fjordene under hele prøvefiskeperioden, med den høyeste intensiteten i Altafjorden i september med 9 lus per infisert fisk. Generelt var chalimus det dominerende stadiet i begge fjordene, men en økende andel lus i preadult og adult- stadiet utover i perioden. Det ble funnet en signifikant høyere prevalens og abundans for både villfisk og burfisk i den oppdrettsintensive Altafjorden enn i den oppdrettsfrie Porsangerfjorden. I Altafjorden ble det ikke funnet noen signifikant forskjell i infeksjon av lakselus på vill sjøørret og sjørøye mellom innsiden og utsiden av den nasjonale laksefjorden. Det ble derimot funnet signifikant mindre lus på laksesmolt i bur på innsiden enn på utsiden av vernesonen. For Porsangerfjorden var det signifikant høyere luseinfeksjon på vill sjøørret og sjørøye innenfor vernesonen enn utenfor, mens for laksesmolt i burforsøk ikke ble funnet noen forskjell i luseinfeksjon mellom vernesonene. Estimatene av luselarveproduksjonen på oppdrettsanleggene i Altafjorden viste at denne ikke var av betydning før i august. Dette betyr at utvandringen av laksesmolt i månedsskiftet juni/juli antakeligvis ikke blir påvirket negativt av luselarveproduksjonen. Det ble for Altafjorden og Porsangerfjorden ikke funnet noen sammenheng mellom produksjon av luselarver på anleggene og infeksjon på vill sjøørret og sjørøye. For sjøørret og sjørøye i de to fjordene viste resultatene at lusenivået representerte en lav risiko for populasjonsregulerende effekt for sommeren 2010.

Innholdsfortegnelse

1. Innledning.....	1
1.1 Infeksjonsdynamikk og populasjonsstruktur av lakselus på vill sjøørret og sjørøye i nordlig fjorder.....	1
1.2 Betydning av intensiv oppdrettsaktivitet for infeksjon av lakselus på vill laksefisk.....	2
1.3 Etablering av Nasjonale laksefjorder for å beskytte vill laksefisk mot infeksjon av lakselus.....	4
1.4 Fysiologiske og økologiske effekter av lakselus på ville bestander av laksefisk.....	5
1.5 Problemstillinger.....	7
2. Materialer og Metoder.....	8
2.1 Områdebeskrivelse.....	8
2.2 Garnfiske.....	10
2.3 Burstudier.....	13
2.4 Oppdrettsfisk.....	14
2.5 Miljø.....	15
2.6 Statistikk.....	17
3. Resultater.....	19
3.1 Beskrivelse av infeksjonsdynamikk og populasjonsstruktur til lakselus på vill sjøørret og sjørøye i to nordlige fjordsystemer.....	19
3.1.1 Altafjorden, Talvik.....	19
3.1.2 Altafjorden, Skillefjord.....	19
3.1.3 Porsangerfjorden, Handelsbukt.....	20
3.1.4 Porsangerfjorden, Kåfjord.....	20
3.2 Sammenligning av infeksjon av lakselus mellom den oppdrettsintensive Altafjorden og den oppdrettsfrie Porsangerfjorden.....	22

3.3 Sammenligning av infeksjon av lakselus innenfor og utenfor nasjonal laksefjord i Altafjorden og Porsangerfjorden.....	23
3.3.1 Altafjorden.....	23
3.3.2 Porsangerfjorden.....	23
3.4 Produksjon av luselarver og vurdering av bærekraft for vill laksefisk i Altafjorden og Porsangerfjorden.....	25
4. Diskusjon.....	28
4.1 Infeksjonsdynamikk og populasjonsstruktur av lakselus på vill sjøørret og sjørøye i Altafjordsystemet og Porsangerfjorden.....	28
4.2 Forskjeller i infeksjon av lakselus på anadrom laksefisk mellom en oppdrettsintensiv og en oppdrettsfri fjord i Finnmark	31
4.3 Forskjeller i luseinfeksjon på anadrom laksefisk mellom innsiden og utsiden av grensen for nasjonal laksefjord i Altafjorden og Porsangerfjorden.....	34
4.4 Produksjon av luselarver og vurdering av bærekraft for vill laksefisk i Altafjorden og Porsangerfjorden.....	38
5. Referanser.....	41
Appendix.....	48

1. Innledning

1.1 Infeksjonsdynamikk og populasjonsstruktur av lakselus på vill sjøørret og sjørøye i nordlige fjorder

Lakselus (*Lepeophtheirus salmonis* Krøyer) er en vanlig ektoparasitt i phylum Arthropoda som finnes på både vill og oppdrettet laks i Norge (Kabata, 1979; Birkeland & Jacobsen, 1997; Pike & Wadsworth, 1999). Lakselus har tre frittlevende planktoniske stadier (nauplius 1 og 2, og copepoditt) og sju stadier hvor lusa er fastsittende på verten (chalimus I-IV, preadult I-II og adult) (Boxaspen, 2006; Costello, 2006). Lakselus parer seg mens de er festet til fisken, og etter paring kan en hunnlus produsere opptil 11 par med eggstrenger (Heuch & Mo, 2001). Utviklingstiden for eggstrenger er temperaturavhengig, og ved 10°C går utviklingen 3-4 ganger raskere enn ved 3° C (Stien et al., 2005). Lakselus har en høy reproduksjonsevne, og hver eggsekk inneholder mellom 100-1000 egg (Tully & Whelan, 1993). Hannlusa bruker ca 29 dager på å utvikle seg fra copepoditt til adult ved 10°C mens hunnlusa trenger rundt 38 dager ved samme temperatur (Bjørn & Finstad 1998). Lakselus har arter innenfor familien Salmonidae som vert (Heuch et al., 2005), og historiske data viser lav intensitet av lakselus på vill laksefisk (Pemberton, 1976; Wootten et al., 1982). Det har imidlertid blitt observert en rekke sykdomsutbrudd av lakselus på oppdrettsanlegg (Roth et al., 1993) og siden slutten av 1980- årene har det blitt registrert høye infeksjoner av lakselus på vill laksefisk i Norge (Birkeland, 1996a; Bjørn et al., 2001), Scotland (Todd et al., 1997; Butler, 2003) og Irland (Tully et al., 1999).

Sjøørret (*Salmo trutta* L.) og sjørøye (*Salvelinus alpinus* L.) er begge anadrome arter som oppholder seg de første 3- 6 årene i ferskvann før de vandrer ut i sjøen (Rikardsen et al., 2007). Varigheten av sjøvandringen varierer mellom populasjoner, men studier av nordlige populasjoner har vist at sjøørret oppholder seg ca 2 måneder i sjøen, mens sjørøya vandrer tilbake til ferskvann etter ca 1 måneder i sjøen (Svenning & Jonsson, 2005; Rikardsen et al., 2007). Atlantisk laks (*Salmo salar* L.) har et annet vandringmønster enn sjøørret og sjørøye. Etter å ha oppholdt seg i ferskvann i 2- 5 år vandrer den ut i havet. Oppholdet i havet og næringsvandringen varer i 1- 5 år før den returnerer til fødeelven for å gyte (Klemetsen et al., 2003). Både utvandringen av laksesmolt og tilbakevandringen av voksen laks antas å være populasjonsspesifikk og avhengig av temperaturen i sjøen (Aas et al., 2011). Risikoen for

infeksjon av lakselus vil variere mellom arter (Bjørn & Finstad, 2002), og de ulike vandringsmønstrene for de ulike artene vil påvirke risikoen for lakselusmitte (Klemetsen et al., 2003). Ifølge Taranger et al., (2010) er det generelt et lavt infeksjonstrykk av lakselus på både vill og oppdrettet laksefisk i fjordstrøk i Nord- Troms og Finnmark. Årsaken til dette er trolig de lave vanntemperaturene vinter og vår som både forsinker utviklingstiden for eggstrengene og utviklingen fra kopepoditt til adult- stadiet (Johnson & Albright, 1991b; Pike & Wadsworth, 1999; Boxaspen & Næss, 2000; Stien et al., 2005). Det har tidligere blitt foretatt undersøkelser av infeksjon av lakselus på vill laksefisk på nordlige lokaliteter (Bjørn et al., 2001; Johnsen, 2001; Bjørn & Finstad, 2002; Rikardsen, 2004b; Bjørn et al., 2005; Bjørn et al., 2007a; Bjørn et al., 2008; Bjørn et al., 2009; Bjørn et al., 2010a) Disse studiene har generelt stått i kontrast til studier på vill sjøørret på sørlige lokaliteter (Mo & Heuch 1998; Schram et al., 1998; Bjørn et al., 2005; Bjørn et al., 2007a; Bjørn et al., 2008; Bjørn et al., 2009; Bjørn et al., 2010a). Få av disse studiene har imidlertid registrert lakselus på vill laksefisk i september måned.

Med dette som bakgrunn ble det forventet å finne en lavere infeksjon av lakselus på de undersøkte lokalitetene fra juli til september i forhold til hva tidligere studier har registrert lengre sør i landet. Denne studien gir altså utfyllende informasjon om infeksjon av lakselus på vill sjøørret og sjørøye i de to nordlige fjordene Altafjorden og Porsangerfjorden.

1.2 Betydning av intensiv oppdrettsaktivitet for infeksjon av lakselus på vill laksefisk.

I et område med mye oppdrettsaktivitet vil det være et høyt antall potensielle verter for lakselus. Disse vil utvikle seg på fisken i oppdrettsanleggene og etter hvert utvikle pelagiske nauplius- larver som vil kunne spre seg med strømmen (Costello et al., 1996; Bjørn et al., 2001; Heuch & Mo 2001; Johnsen, 2001; Heuch et al., 2005; Asplin et al., 2011). Disse plankton pelagiske stadiene kan fraktes over store avstander (Asplin et al., 2004; Mckibben & Hay 2004; Asplin et al., 2011), og det har vist seg at laksefisk fra områder med intensiv oppdrett er betydelig mer infisert av lakselus enn laksefisk fra områder med lite eller ingen oppdrettsaktivitet (Tully & Whelan 1993; Bjørn et al., 2001; Bjørn & Finstad, 2002; Krkoseket al., 2005; Heuch et al., 2005; Gargan et al., 2003; Tully et al., 1999). Ifølge Tully & Whelan (1993) kom 95 % av den totale produksjonen av lakseluslarver på vestkysten av

Irland fra oppdrettsanleggene i nærheten, og Butler, (2003) fant at mindre enn 1% av eggene som ble produsert på vest kysten av Scotland kom fra vill laksefisk.

Yngre sjøørret og sjørøye har generelt sitt oppvekstområde i nærheten av sin fødeelv og i littoralsonen (Thorstad et al., 2004; Rikardsen et al., 2007; Suhr, 2010). Dette er områder som i stor grad også benyttes til oppdrett slik at disse artene kan bli utsatt for betydelig infeksjon av lakselus fra disse anleggene (Krkosek et al., 2005). Laksesmolt har et annet vandringsmønster ved utvandring men selv om den atlantiske laksen passerer fjordsystemene relativt raskt vil de kunne passere områder med intensiv oppdrett og bli infisert av lakselus (Holst et al., 2003b; Heuch et al., 2005)

Asplin et al., (2011) utførte en rekke spredningsforsøk av nauplius- larver for å kartlegge eventuelle mønster i spredningen. De fleste nauplius- larvene ble spredt innefor et område på 25 km fra utslippskilden, men et lite antall larver ble også registrert mer enn 200 km fra den samme kilden. Variasjonen av spredning av nauplius- larver avhenger hovedsakelig av antall egg som blir klekket, og variasjon i strømforhold. Videre ble det vist at nauplius- larvene kan spres svært raskt og at farten ble avgjort av strømhastigheten i fjorden. Variasjonen i spredning av planktonisk lakselus er direkte relatert til miljøvariasjoner i ulike fjordsystemer. Nauplius- larvene kan spres over store områder og kan dekke det meste av et fjordsystem når de blir sluppet fra en kilde.

Med dette som bakgrunn forventes det å finne en høyere infeksjon av lakselus på fisken i Altafjorden enn hva som forventes i Porsangerfjorden. Resultatene i denne studien viser ytterligere informasjon med tanke på forskjeller i infeksjon av lakselus på anadrom laksefisk mellom en oppdrettfri og en oppdrettsintensiv fjord.

1.3 Etablering av nasjonale laksefjorder for å beskytte vill laksefisk mot infeksjon av lakselus

Verdens største populasjon av atlantehavslaks finnes i Norge og rundt en tredjedel av den totale populasjonen i verden gyter i norske elver. Norge har imidlertid også verdens største oppdrettsvirksomhet av atlantehavslaks (Heuch et al., 2005; Anon, 2006).

For å verne om villaksen har Stortinget opprettet 52 nasjonale laksevassdrag og 29 nasjonale laksefjorder langs hele kysten for å gi våre viktigste laksestammer særskilt beskyttelse mot oppdrettsvirksomhet, forurensning og munningsinngrep i de nærliggende fjord- og kystområdene (Anon, 2006). Laksestammene skal beskyttes mot inngrep og aktiviteter som ellers ville vært skadelige, og å forhindre spredning av lakselus fra oppdrettsanlegg til villfisk var et viktig argument for opprettelsen av nasjonale laksefjorder i 2003 og 2007 (Anon, 2002; Anon, 2004; Anon, 2006). Reglene for laksefjorder innebærer blant annet at det ikke er tillatt å etablere nye konsesjoner for matfiskanlegg og slakterier. Eksisterende virksomhet i fjordene underlegges særskilte regler for helsekontroll og rømmingssikring samt egne regler for avlusning av fisken (Anon, 1999; Anon, 2006; Heuch et al., 2005). Videre har det i enkelte nasjonale laksefjorder blitt vedtatt at disse skal være oppdrettsfrie innen 2011 (Anon, 2006). Resultatet av opprettelsen av de nasjonale laksefjordene ble ikke helt slik de opprinnelig var planlagt, og det har derfor vært knyttet usikkerhet til om tiltakene er tilstrekkelige for å beskytte vill laksefisk mot lakselusinfeksjoner (Bjørn et al., 2010a). Altafjorden og Porsangerfjorden har begge vært nasjonale laksefjorder siden 2003 (Anon, 2006).

Tidligere studier har vist varierende effekt av vernesoner (Bjørn et al., 2008; Bjørn et al., i trykk), og effekten ser ut til å være avhengig av størrelsen på vernesonen. Det ble fastslått at videre undersøkelser er nødvendige for å trekke konklusjoner (Bjørn et al., 2009; Bjørn et al., 2010a). Deler av denne studien ble derfor viet til å undersøke forskjellene i infeksjon av lakselus på vill sjørørret og sjørøye mellom innsiden og utsiden av grensen for nasjonal laksefjord i de to nordnorske fjordene Altafjorden og Porsangerfjorden. I tillegg ble det utført burstudier med laksesmolt som ble satt ut på begge sider av vernesonen i de to fjordene for ytterligere å registrere mengden av lakselus.

På bakgrunn av dette ble det forventet å finne lavere infeksjon av lakselus på vill laksefisk innefor grensen for nasjonal laksefjord enn hva som ble forventet å finne utenfor.

1.4 Fysiologiske og økologiske effekter av lakselus på ville bestander av laksefisk

Lakselus har små kroker rundt munnpartiet som den fester seg til fisken med. Lakselus spiser mucus, skinn (Bjørn & Finstad, 1998) og enkelte ganger blod hvis den får sitte lenge nok på verten (Costello, 2006). Denne aktiviteten gir mekaniske skader på hud og finner (Kabata, 1974; Bjørn & Finstad, 1998), forstyrrer osmoreguleringen hos fisken (Grimnes & Jacobsen, 1996) og fører i ekstreme tilfeller til død (Grimnes & Jacobsen 1996; Finstad et al., 2000). Infeksjon av lakselus har vist seg å påvirke fisken på en rekke måter, og det er blitt vist at sterkt infisert sjøørret fra områder med intensiv oppdrett vandret opp i ferskvann tidligere enn vanlig (Tully & Whelan, 1993; Birkeland, 1996a; Grimnes et al., 1996; Birkeland & Jakobsen, 1997; Bjørn et al., 2001; Gargan et al., 2003). Denne tilbakevandringen til ferskvann var mest sannsynlig en respons på de osmoregulatoriske problemene fisken opplevde. Oppholdet i ferskvann gir en naturlig avlusning hos fisken siden lakselus er dårlig tilpasset et saltnivå $< 20 \text{ ‰}$ (Pike & Wadsworth, 1999). Fisk som viste slik adferd kom seg godt etter oppholdet i ferskvann, men hadde en betydelig vekstreduksjon i forhold til uinfisert fisk (Birkeland, 1996a). Det har også blitt vist at luseinfisert fisk fikk reduserte svømmeegenskaper (Wagner et al., 2003) samt en negativ påvirkning av reproduksjon. Dette siste på grunn av redusert andel fisk som gyter, og lavere fekunditet (Bjørn & Finstad, 2002; Tveiten et al., 2010) Videre er det ifølge Bjørn et al., (2001) en sammenheng mellom infeksjon av lakselus og økning av stresshormonet kortisol, samt økning av klorid og glukose i blodet hos sjøørret.

Sjøørret har vist å få problemer med osmoregulering ved et lusenivå på 0,7 lusearver per gram fisk, og en relativ intensitet på 1,6 lusearver (i preadult, adult stadiet) per gram fisk har vist seg å være dødelig for sjøørret (Bjørn & Finstad, 1998). Videre er det vist i laboriestudie at sjørøye får osmoregulatoriske forstyrrelser ved en relativ intensitet på 0,07 lus per gram fisk og økt dødelighet ved 0,15 lus per gram fisk (forsøket inkluderte stadier fra kopepoditt til adult). I det samme studiet ble det registrert en reduksjon i eggproduksjon på mellom 50 og 70 % (Tveiten et al., 2010). Laksesmolt viste en stressrespons ved svært lave lusekonsentrasjoner i preadult eller adult stadiet (0,04 lus per gram fisk) (Nolan et al., 1999; Wagner et al 2008). Ulike studier har vist at laksesmolt fikk osmoregulatoriske problemer først når lakselus hadde nådd preadult stadie (Grimnes & Jacobsen, 1996; Finstad et al., 2000), og laboriestudier har vist at en relativ intensitet på 0,75 lus (preadult eller adult)

per gram fisk kan forårsake død hos en laksesmolt på 40 gram. Videre har et lusenivå på 0,5-0,13 voksne lus per gram vist å redusere svømmeevnen og skape osmoragulatoriske problemer hos laks og sjørøye (Anon, 2009). Generelt er de fysiologiske forstyrrelsene spesielt skadelige for mindre fisk og kan påvirke overlevelsen til laksesmolt på vandring (Grimnes & Jakobsen, 1996; Wagner et al., 2008; Wells et al., 2006).

Det ble i 1997 vedtatt en nasjonal handlingsplan mot lakselus på laksefisk (Eithun, 2000). Det langsiktige målet med denne handlingsplanen var at lakselus skulle forårsake ”ingen negativ effekt” på vill laksefisk i Norge (Heuch et al., 2005; Taranger et al., 2011). Ut fra de overnevnte forskningsstudiene og i mangel på presis kunnskap om tålegrenser for de ulike vill bestandene av laksefisk (Taranger et al., 2011), kom Havforskningsinstituttet frem til følgende veiledende tålegrenser for vill laksefisk: <10 % med > 0,1 lus per gram fisk tilsvarer liten sannsynlighet for populasjonsregulerende effekt. 10- 20 % med >0,1 lus per gram tilsvarer moderat sannsynlighet, mens >30 % med > 0,1 lus per gram fisk tilsvarer høy sannsynlighet for populasjonsregulerende effekt (Taranger et al., 2011).

Det er imidlertid usikkert hvor stor oppdrettsaktivitet disse tålegrensene representerer på vill laksefisk. Det ble derfor i denne studien regnet ut et estimat for antall lakseluslarver som ble produsert i Altafjorden og Porsangerfjorden fra juli til desember. Disse tallene ble sammenlignet med lusetall på vill sjørørret og sjørøye fra samme fjord for å se etter sammenhenger mellom produserte lakseluslarver i oppdrettsanleggene og infeksjon av lakselus på vill sjørørret og sjørøye. Videre ble tidspunkt for produksjonen av luseklarver vurdert opp mot beitemønsteret til laks i området for å kartlegge risikoen for luseinfeksjoner ved utvandring i fjordene. På grunn av den lave og seint økningen av vanntemperatur blir reproduksjonsraten til lakselusa forsinket i nordlige fjorder i forhold til lengre sør i landet, man tror derfor at det aller meste av laksesmolten vandrer uinfisert ut i havet. Sjørørret og sjørøye derimot, som har et annet beitemønster enn villaksen har vist å få moderat infeksjon av lakselus (Taranger et al., 2010) Med dette som bakgrunn forventes det derfor å finne en sammenheng mellom variasjon i produksjon av lakseluslarver i oppdrettsanlegg og infeksjon av lakselus på vill sjørørret og røye. Videre forventes det å finne lav til moderat risiko for populasjonsregulerende effekt i Altafjorden og Porsangerfjorden. Bakgrunnen for disse forventningene er tidligere studier fra samme området (Bjørn et al., 2001; Bjørn & Finstad, 2002; Bjørn et al., 2005; Bjørn et al., 2007; Bjørn et al., 2008; Bjørn et al., 2009; Bjørn et al., 2010a)

1.5 Problemstillinger

Med dette som bakgrunn var målet med denne oppgaven følgende:

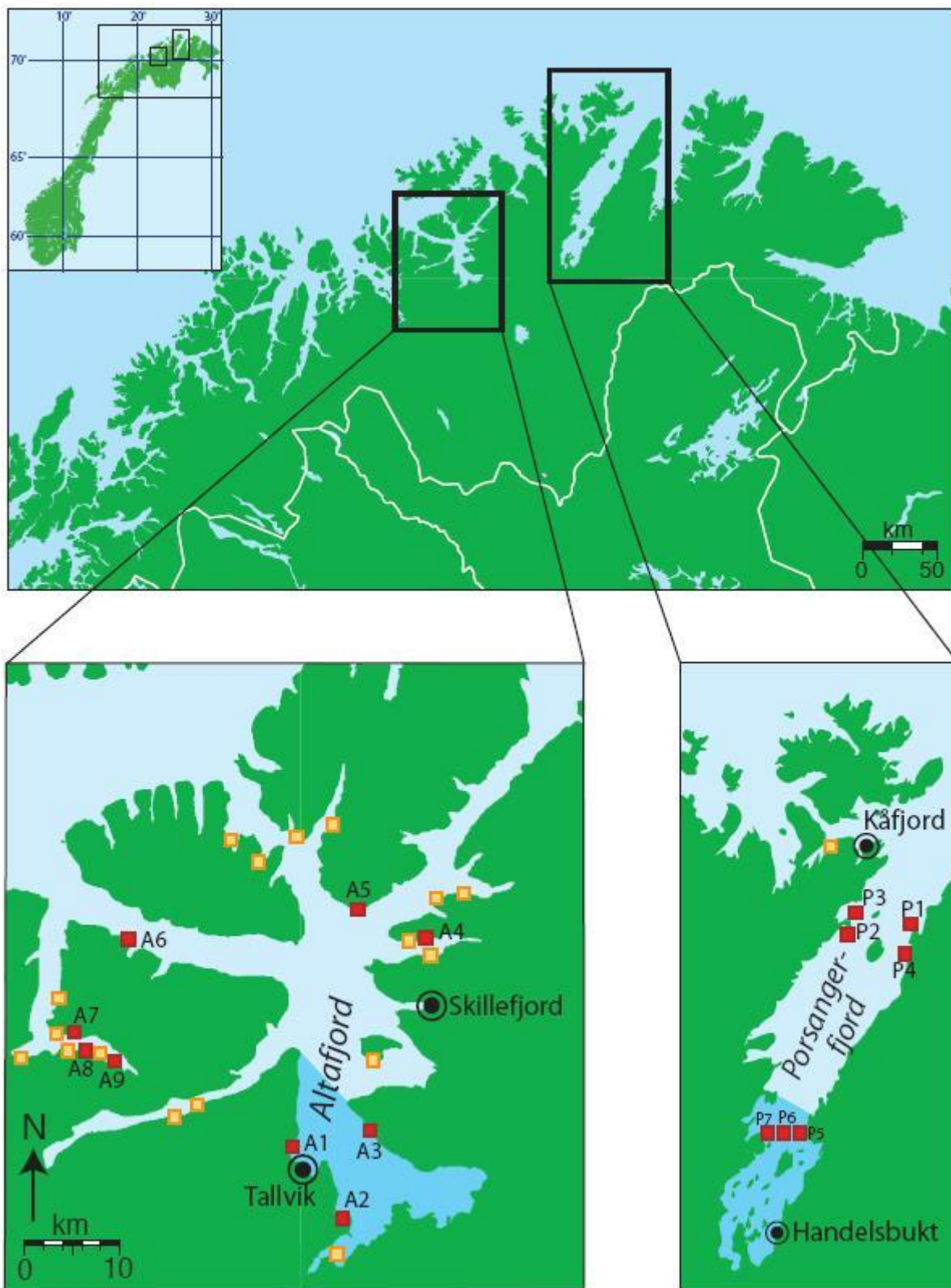
- 1) Undersøke hvordan infeksjonsdynamikken og populasjonsstrukturen av lakselus på vill sjøørret og sjørøye utvikler seg over tid i to nordnorske fjorder.
- 2) Undersøke om det var forskjeller i infeksjon av lakselus på anadrom fisk mellom den oppdrettsintensive Altafjorden og den oppdrettsfrie Porsangerfjorden.
- 3) Undersøke om det var forskjeller i infeksjon av lakselus på anadrom fisk innenfor og utenfor grensen for nasjonal laksefjord i Altafjorden og Porsangerfjorden. Videre blir det vurdert hvilken effekt vernesonene har på de ulike artene av vill laksefisk i fjordene.
- 4) Regne ut et estimat for antall naupliuslarver som ble produsert i juli- desember i Altafjorden og Porsangerfjorden i 2010, for så å se etter sammenhenger mellom produksjon av lakseluslarver på oppdrettsanlegg og infeksjon av lakselus på vill sjøørret og sjørøye. Videre blir det undersøkt om populasjonene av vill sjøørret og sjørøye er utsatt for en populasjonsregulerende effekt som følge av infeksjon av lakselus.

2. Materialer og metoder

2.1 Områdebeskrivelse

Altafjorden og Porsangerfjorden er to separate fjordsystemer i Finnmark som begge har gode bestander av sjøørret og sjørøye og begge fjordene er etablert som nasjonale laksefjorder. Altafjorden ($70^{\circ} 10' N 23^{\circ} 6' E$) har et maksimalt dyp på 488 meter, er ca 30 km lang og er 15 km på det bredeste (Davidsen et al., 2010). Altafjorden er forbundet til havet gjennom flere små sund og har relativt stor tilførsel av ferskvann fra blant annet Altaelva som renner ut innerst i fjorden. Fjorden har den mest utbredte oppdrettsaktiviteten i Finnmark (Bjørn et al., 2008), og de fleste matfiskanleggene ligger i de ytre delene av fjorden (Langfjorden, Rognsundet og Vargsundet og Øksfjorden; Fig. 2). Det ble i 2010 registrert 19 lokaliteter med biomasse i Altafjorden, og det eksisterte fortsatt en lokalitet med biomasse i den indre delen av fjorden (innenfor vernesonen) ved Simanes under prøvefiskeperioden. Grensen for vernesonen i Altafjorden strekker seg i en rett linje mellom Vollstrand ($70^{\circ} 8' N 20^{\circ} 0,1' E$) og Altenes ($70^{\circ} 5' N 23^{\circ} 8' E$) (Fig. 1). Det finnes flere elver med både sjøørret, sjørøye og laks som munner ut i Altafjorden. Altafjordsystemet har et stort sjøfiske etter laks og det foregår blant annet fiske med både krogarn og kilenot. Beskatningen av laks i denne fjorden ble vurdert som bærekraftig i 2008 (Anon, 2009a). Bestanden av sjøørret i Altaelva og Halselva har vært økende, mens bestanden av sjørøye har i de samme elvene holdt seg på omtrent samme nivå de siste årene (Rikardsen, pers. komm.)

Porsangerfjorden ($70^{\circ} 22' N 25^{\circ} 20' E$) er 123 km lang, 19 km bred på det bredeste og har et maksimalt dyp på 310 meter (Suhr, 2010). Porsangerfjorden har ikke oppdrett av laksefisk. Det nærmeste oppdrettsanlegget med biomasse ligger i Lafjorden (Magerøysundet, $70^{\circ} 22' N 25^{\circ} 32' E$), og det var kun en lokalitet med biomasse her i 2010 (Storvika). De indre delene av Porsangerfjorden er definert som nasjonal laksefjord, og grensen strekker seg i en rett linje mellom Stabbeneset ($70^{\circ} 24' N 25^{\circ} 15' E$) og Kjerringvikneset ($70^{\circ} 22' N 25^{\circ} 26' E$) (Fig. 1). Innenfor grensen for nasjonal laksefjord ligger de kjente lakseelvene Stabburselva, Børselva og Lakselva (Johansen, 2007). Porsangerfjordsystemet har et stort sjøfiske etter laks og beskatningsvurderingen gjort i 2008 konkluderte med at det var fare for at beskatningen av laks i denne fjorden ikke var bærekraftig. Både bruk av krogarn og kilenot er tillatt i denne fjorden (Anon, 2009a)



Figur 1: Studieområdet med lokalisering av oppdrettsanlegg (gul kvadrat), lokalisering av bur med nummerering (rød kvadrat) og fiskeplasser (sort sirkel) i henholdsvis Altafjorden og Porsangerfjorden, samt grense for nasjonal laksefjord (mørk blå indikerer innsiden av vernesonen).

2.2 Garnfiske

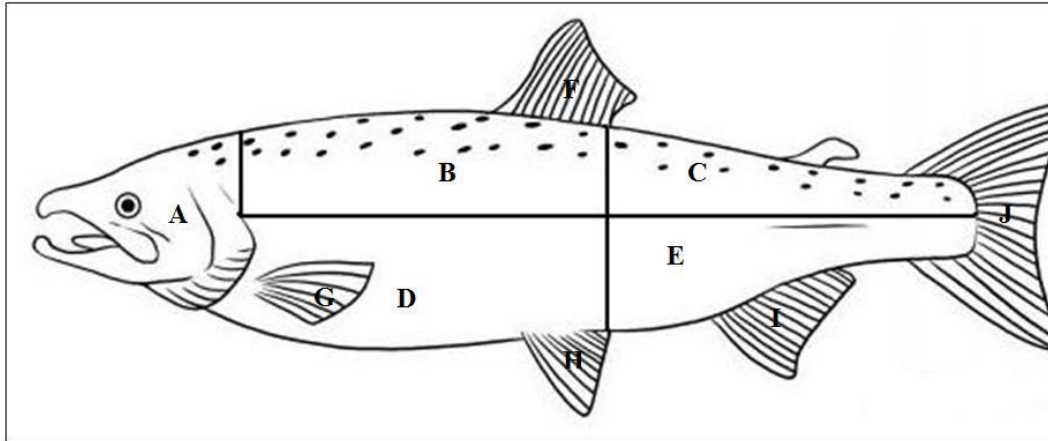
Undersøkelsene med fangst av vill sjøørret og sjørøye ble utført i Altafjorden og Porsangerfjorden ved tre forskjellige perioder sommeren 2010, 6.-16. juli (uke 27 og 28), 3.-9. august (uke 31) og 6.-8. september (uke 36). Denne tidsperioden ble valgt da det er i disse månedene hovedmengden av sjørøye og sjøørret er på beitevandring i fjordene (Rikardsen et al., 2000; Jensen et al., 2005; Rikardsen et al., 2007; Suhr, 2010)

Fisket i Altafjorden foregikk på ulike lokaliteter i nærheten av Talvik og Halselva ($70^{\circ} 2' N$, $22^{\circ} 59' E$) som ligger ca 15 km fra nærmeste oppdrettsanlegg, og i Skillefjorden ($70^{\circ} 11' N$, $23^{\circ} 22' E$) som ligger ca 7 km fra nærmeste oppdrettsanlegg (Fig. 1). Fiskeplassene i Talvik lå på innsiden og ca 4 km unna grensen for den nasjonale laksefjorden i Altafjorden. Fiskeplassene i Skillefjorden lå ca 12 km på utsiden av grensen for nasjonal laksefjord. Det ble fanget til sammen 73 og 48 sjøørret og sjørøye i henholdsvis Talvik og Skillefjord.

Fisket i Porsangerfjorden foregikk i Handelsbukt ($70^{\circ} 5' N$, $25^{\circ} 12' E$), ca 103 km fra nærmeste oppdrettsanlegg, og i Kåfjord ($70^{\circ} 51' N$, $25^{\circ} 44' E$) ca 12 km fra nærmeste oppdrettsanlegg. Handelsbukt lå 35 km innenfor grensen for den nasjonale laksefjorden, mens Kåfjord lå ca 58 km utenfor grensen for den nasjonale laksefjorden. Det ble fanget til sammen 72 og 73 sjøørret og sjørøye i henholdsvis Handelsbukt og Kåfjord.

Alle lokalitetene i Altafjorden og Porsangerfjorden ble fisket over tre forskjellige perioder (for å få et langtidsbilde av infeksjonstrykket), og det ble fisket under hele tidevannssyklusen. Fisket foregikk på grunt vann i nærheten av elver på de respektive fiskeplassene (Halselva i Talvik, Skillefjordelva i Skillefjorden, Caskiljocka i Handelsbukt og Kåfjordelva i Kåfjorden). Sjøørret og sjørøye vandrer sjelden mer enn 3 km fra fødeelven (Berg & Berg, 1987) slik at det er antatt at vi fisket hovedsakelig på lokale bestander, men med hensyn til at lakselus er en saltvannsparasitt (Kabata, 1979) ble det ikke fisket i selve utløpet. Både sjøørret og sjørøye har sine beiteområder i grunne områder nært land mens de er i sjøen (Pemberton, 1976; Johnson, 1980; Lyse et al., 1998; Rikardsen et al., 2000; Klemetsen et al., 2003; Rikardsen et al., 2004a) Fiskeområdene for Talvik, Skillefjorden og Handelsbukt er tidligere benyttet og beskrevet i tidligere studier av Altafjorden og Porsangerfjorden (Bjørn & Finstad, 2002; Bjørn et al., 2004; Bjørn et al., 2007; Bjørn et al., 2008; Bjørn et al., 2009; Bjørn et al., 2010a). Dette er sikre plasser for å finne både sjøørret og sjørøye hele sommeren (Bjørn, pers. komm).

Vill sjøørret og sjørøye ble fanget ved hjelp av flytegarn med maskestørrelser mellom 22 og 48 millimeter. Dette er en velkjent metode for fangst av sjøørret og sjørøye i forbindelse med lusetellinger over hele landet (Bjørn et al., 2001; Bjørn & Finstad., 2002; Bjørn et al., 2007). Garnene ble satt vinkelrett på land, på tvers av littoralsonen, og enkelte ganger i lenker på to og tre garn. Garnene ble undersøkt for fisk fortløpende og fisket ble avsluttet når minimum 15 fisk var blitt fanget på hver lokalitet for hver prøvefiskeperiode. Antall garn som ble brukt varierte, men det ble sjelden satt mer enn 20 garn per lokalitet. Garnmaskene ble klippet opp og fisken ble forsiktig tatt ut av garnet for at ikke lus skulle falle av. Som avlivningsmetode ble det brukt slag mot hodet og fisken ble lagt i separate poser. Antall og utviklingsstadiet av lakselus ble så bestemt ved hjelp av håndlupe/stereolupe enten i felt eller inne på laboratoriet etter metodene beskrevet i Bjørn & Finstad, (1998). Oppbevaringsposen til fisken ble også undersøkt for lus. Det ble skilt mellom følgende utviklingsstadier beskrevet i Schram, (1993): copepoditt, chalimus, preadult hann, preadult hunn, adult hann, adult hunn og adult hunn med eggstrenger. Fisken ble adskilt i ti forskjellige soner for å gjøre tellingen av lus enklere og for å ikke gå glipp av eller telle samme lus flere ganger (Fig. 2) j.fr Bjørn & Finstad, (1998). Gaffellengden av fisken ble målt til nærmeste millimeter, mens vekt ble målt med digitalvekt til nærmeste 0,1 gram. Det ble antatt at det ikke var noen signifikant forskjell i luseinfeksjon mellom sjøørret og sjørøye j.fr (Bjørn et al., 2005; Bjørn et al., 2007b) slik at lusetellingene fra de to artene ble slått sammen som bakgrunn for estimatene. Informasjon om fiskematerialet er oppsummert i tabell 1.



Figur 2: De ti forskjellige sonene som ble undersøkt for lus hos både villfanget sjørørret og sjørøye og oppdrettssmolt i bur. A, hode og operculum; B, antereort dorsalt område; C, posteriort dorsalt område; D, anteriort ventralt område; E posteriort ventralt område; F, dorsal finne; G, pectoralfinne; H, ventrlfinne; I, analfinne; J, caudalfinne. Posen som fisken ble pakket i ble også undersøkt for lus.

Talvik		
Uke	Lengde (cm)±SD	Vekt (g)±SD
27	288,7±126,5 (20)	420,6±512,2
31	245,7±64,6 (22)	231,5±244,1
36	251,8±26,5 (31)	200,9±56,6
Skillefjord		
Uke	Lengde (cm)±SD	Vekt (g)±SD
27	292,9±89,5 (19)	403,7±378,5
31	275,2±71,7 (15)	354,5±352,3
36	338,6±124,7 (14)	574,3±618,4
Handelsbukta		
Uke	Lengde (cm)±SD	Vekt (g)±SD
28	265,3±63,3 (34)	235,8±171,7
31	248,5±62,0 (22)	243,8±320,2
36	274,2±94,2 (16)	304,3±369,1
Kåfjord		
Uke	Lengde (cm)±SD	Vekt (g)±SD
28	223,3±46,4 (31)	144,5±165,3
31	231,3±14,2 (36)	161,1±33,8
36	254,5±17,6 (6)	202,2±46,2

Tabell 1: Gjennomsnittslengde og gjennomsnittsvikt for sjørørret og sjørøye fanget med garn på de fire fiskeklassene i Altafjorden og Porsangerfjorden. SD angir standardavvik for både lengde og vekt, og tallene i parentes er antall fisk undersøkt.

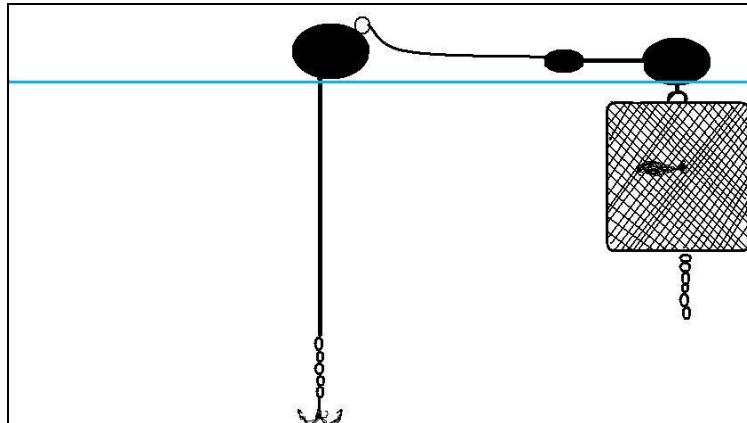
2.3 Burstudier

Undersøkelsene med smoltbur foregikk i tidsrommet 6. juli til 28. juli. Det ble satt ut bur i begge fjordsystemene, og på begge sider av grensen for nasjonal laksefjord (Fig. 1). Dette er en mye brukt metode for å undersøke luseinfeksjoner på ulike lokaliteter i et fjordsystem (Costello et al., 1995; Bjørn et al., i trykk).

Burene i Altafjorden ble satt ut 6. juli. Disse var sylinderformede med diameter på 80 cm og en høyde på 90 cm og ble plassert på ulike plasser i fjordsystemene for at fisken i burene skulle bli infisert av lakseluslarver som eventuelt kom drivende med strømmen. Burene ble holdt utstrakt ved hjelp av polyetylen- ringer og bestod av 1 x 1 cm knuteløse nettmasker med åpning øverst. Toppen av buret var knyttet i en 27 liters bøye for å holde buret flytende. Videre var et ca 5kg tungt lodd festet i underkant av buret slik at det skulle stå loddrett i vannsøyla (Fig. 3). Burene ble plassert ca 1 meter under vannoverflaten. I Altafjorden ble det satt ut ni bur med ca 35 stk laksesmolt i hvert. Burene var plassert på ulike lokaliteter i fjorden for å undersøke eventuelle forskjeller. Tre bur ble satt på innsiden av den nasjonale laksefjorden (A1-A3). A1-A3 vil bli omtalt som den indre sektoren. Tre bur ble satt på tre ulike lokaliteter i den midtre delen av Altafjorden (A4-A6) og vil bli omtalt som den ytre sektoren. Ytterligere tre bur ble plassert i Øksfjorden (A7-A9), disse vil bli omtalt som Øksfjordsektoren. Burene som ble brukt i Altafjorden inneholdt fisk fra Statskraft sitt settefiskanlegg som er lokalisert ved utløpet av Halselva i Talvik. Fra settefiskanlegget ble fisken oppbevart i et gjennomstrømskar tilsatt oksygen og transportert med bil og henger til kaianlegget i Talvik. Karet ble så heiset om bord i en lokal fiskebåt som fraktet fisken ut til de fastsatte burlokalitetene. Fisken ble så håvet for hånd med knuteløs håv over i burene. Det ble observert ingen dødelighet under transport. Gjennomsnittsvekten på smolt av laks i burstudiet i Altafjorden var på 106 gram ved opptak av fisken.

12. juli ble det i Porsangerfjorden satt ut sju bur med ca 35 stk laksesmolt i hver. Tre av burene (P5-P7) ble satt innenfor grensen for nasjonal laksefjord (indre sektor) De resterende fire burene (P1-P4) ble satt på utsiden av grensen for nasjonal laksefjord (ytre sektor) (Fig. 1). Burfisken som ble brukt i Porsangerfjorden kom fra Grieg seafood Finnmark A/S- avd. Settefisk i Adamsfjorden (70° 41`N, 26° 70`E). Før utsett ble fisken pumpet direkte over i et oksygenert fiskekar om bord i en fiskebåt. Det ble observert ingen dødelighet under transport av fisken.

Burene i Altafjorden og Porsangerfjorden ble tatt opp med hjelp av lokale fiskere i de to fjordene etter 21 dager og fisken ble avlivet med slag mot hode, pakket i separate poser og merket med et lokalitetsnummer. Fisken ble så fryst og undersøkt for lus senere på laboratoriet. Det ble utført lusetellinger på samme måte som for villfisken (jfr. beskrivelsen over). Laksesmolten i Porsangerfjorden hadde en gjennomsnittsvekt ved opptak på 58 gram.



Figur 3: Oppsett av smoltbur som ble brukt i Altafjorden og Porsangerfjorden.

2.4 Oppdrettsfisk

Lusetallene fra oppdrettsanleggene ble innhentet fra Mattilsynet og tellingene av lakselus var blitt gjort på anleggene med beliggenhet i Altafjorden og for anlegget som befant seg i Porsangerfjorden (Lafjorden). Ved en sjøtemperatur mellom 4 og 10°C skal det telles lakselus hver 14. dag. Hvis temperaturen er 10°C eller høyere skal lakselus telles hver uke. Det skal telles lus i de følgende tre stadiegruppene: Vokne hunnlus, bevegelige stadier og fastsittende stadier. Hvis anlegget har mer enn tre merder skal man undersøke fisken i halvparten av merdene hver gang, og den andre halvparten ved neste telling. Man teller lus på ti tilfeldige fisk fra hver merd og disse fanges ved hjelp av kastenot e.l for å få et representativt utvalg av fisk. Fisken bedøves før telling og hver fisk undersøkes nøye for lus. Etter at tellingen er gjennomført skal det beregnes et gjennomsnitt for hver stadiegruppe. Dette gjøres ved å legge sammen de gjennomsnittlige lusetallene fra hver merd og dele på antall merder som ble undersøkt (www.lusedata.no).

For å få et estimat av hvor mange luselarver som ble produsert på oppdrettsanleggene til enhver tid ble også biomassedata med antall fisk innhentet fra Fiskeridirektoratet. Med disse to parametrene på plass ble det utregnet et totalt antall voksne hunnlus i alle anlegg i Altafjorden, og videre hvor mange luselarver de produserer. Det ble antatt at hvert sett med eggstrenger hos hunnlus på oppdrettsfisk inneholder ca 500 luselarver (Tully & Whelan 1993; Heuch & Mo 2001). Ved hjelp av beregninger av Stien et al., (2005) kom man frem til følgende formel for minimum eggutvikling (dager) ved en gitt temperatur x: $y = 62,025 * (e)^{-0,1993X}$. Ved hjelp av disse dataene ble det regnet ut et minimumstall for den månedlige produksjonen av lakseluslarver i Altafjorden.

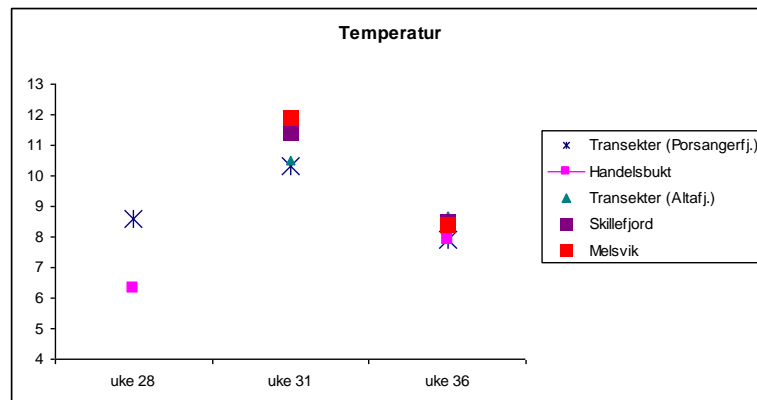
Det ble også innhentet lus og biomassedata for Porsangerfjorden. Det var kun ett anlegg i Lafjorden som hadde biomasse dette året, og her ble det ikke registrert lus på fisken i noen av månedene i 2010.

2.5 Miljø

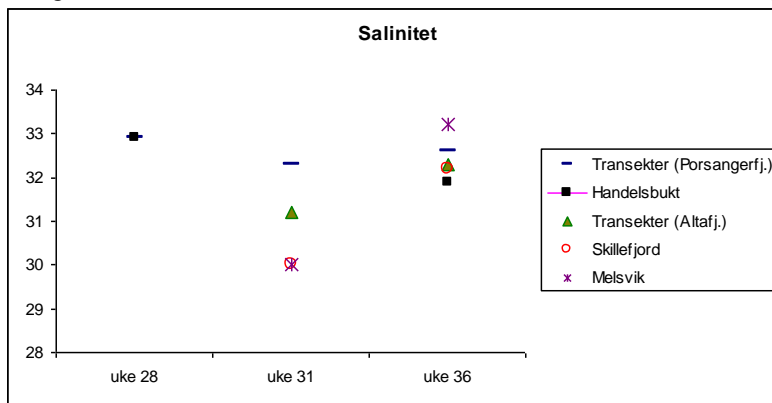
Det ble målt salinitet og vanntemperatur i begge fjordsystemene i alle de tre periodene prøvefisket pågikk. Målingene ble gjort i nærheten av fiskeplassene for garnfisket, og det ble tatt målingstransekter på tvers av fjordene (Appendix F). Ifølge Rikardsen et al., (2007) oppholdt både sjørøya og sjøørreten seg på en dybde over 3 meter i 90% av oppholdstiden i Altafjorden, derfor viser de presenterte miljødataene (Fig 4. og Fig. 5) temperatur og salinitet ved ca 2,5 meters dyp. Målingene ble utført ved hjelp av en SAIV SD204 Ctd- sonde (SAIV SD204, <http://www.saivas.no>). Når denne ble senket utførte den målinger hvert sekund og man fikk en vertikal profil av temperatur og salinitet. I Altafjorden ble det foretatt salinitets og temperatur- målinger i Skillefjord og Melsvik i tillegg til transektmålingene (Appendix F) Målingene i Skillefjord ble tatt i nærheten av hvor fisket ble utført på denne lokaliteten, mens målingene i Melsvik ble foretatt i nærheten av hvor fisket ble utført i Talvik. For Porsangerfjorden ble det utført transekt- målinger på tvers av fjorden og i Handelsbukta ble målingene utført i nærhet av fiskelokaliteten i Handelsbukta (Appendix F). Temperatur og salinitetsmålinger for Altafjorden i uke 27 ble utført, men en feil ved CTD- sonden gjorde at data fra denne målingen dessverre gikk tapt.

For å få en mest mulig nøyaktig temperatur for hver måned ble det for Altafjorden regnet ut et gjennomsnitt for alle målingene gjort på oppdrettsanleggene for hver måned etter data fra

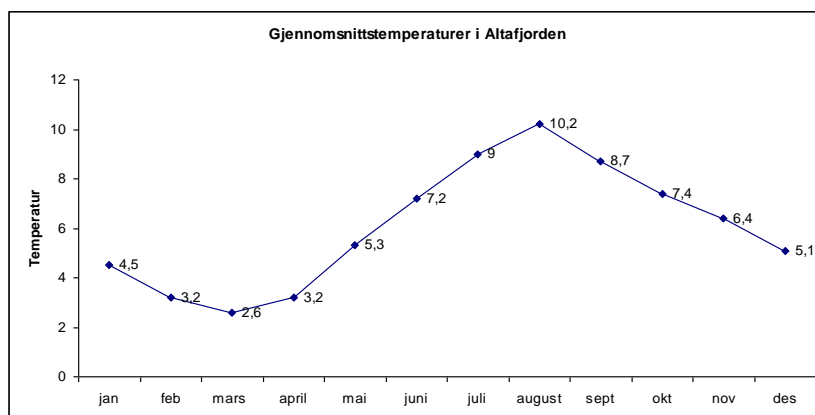
Norges Fiskeridirektorat (Fig. 6). Dette ble ikke gjort i Porsangerfjorden, da det ikke var blitt registrert temperatur i store deler av året.



Figur 4: Vanntemperatur for fiskeplassene Skillefjord, Handelsbukt og Melsvik (Talvik) under de ulike prøvefiskeperiodene, samt gjennomsnittstemperaturen for transektene i Altafjorden og Porsangerfjorden. Målingene ble utført med en SAIV SD204 Ctd- sonde ved ca 2,5 meters dyp.



Figur 5: Salinitet for fiskeplassene Skillefjord, Handelsbukt og Melsvik (Talvik) under de ulike prøvefiskeperiodene, samt gjennomsnittlig salinitet for transektene i Altafjorden og Porsangerfjorden. Målingene ble utført med en SAIV SD204 Ctd- sonde ved ca 2,5 meters dyp.



Figur 6: Gjennomsnittlig vanntemperatur for Altafjorden basert på målinger utført på oppdrettsanleggene på ca 5 meters dyp gjennom året 2010. Data er hentet fra Norges Fiskeridirektorat.

2.6 Statistikk

I oppgaven blir graden av luseinfeksjon på fisken fremstilt ved hjelp av følgende parametre (jfr. Bush et al., 1997): *Prevalens* er prosentdelen av infisert fisk. *Gjennomsnittlig intensitet* er gjennomsnittet av parasitter per infisert fisk. *Abundans* er gjennomsnittet av parasitter per fanget fisk. Relativ intensitet (antall lus per gram fiskevekt) ble brukt for å justere for effekten av fiskestørrelse når det gjaldt fysiologiske konsekvenser av infeksjonstrykk av lakselus. Relativ intensitet ble beregnet for hver enkelt fisk av vill sjøørret og sjørøye i henhold til Bjørn et al., (2001).

De statistiske analysene ble basert på en null-hypotese (H_0) som ble testet mot en alternativ hypotese (de eksakte verdiene fra testene er å finne i Appendix A, C og E). H_0 ble forkastet dersom signifikansverdien var $p \leq 0,05$. Nullhypotesene i denne studien var følgende:

Det var ingen forskjeller i prevalens og abundans på vill sjøørret og sjørøye over tid for noen av de undersøkte ukene og lokalitetene.

Ved sammenligning av infeksjonen av lakselus ble det testet for signifikante forskjeller i prevalens mellom ukene. Prevalensen for hver lokalitet hver uke ble testet mot hverandre (uke mot uke) ved hjelp av Chi- square test i Microsoft Office Excel. Ved sammenligning av abundans ble tallverdiene for abundansen addert med 1. Videre ble den nye verdien ($x+1$) logtransformert da resultatene for abundansen ikke var normalfordelt (se Appendix B for varians/abundans). Den log- transformerte abundansen på hver lokalitet for de ulike ukene ble så testet mot hverandre (uke mot uke) i en T- test i Microsoft Office Excel.

Det var ingen forskjell i prevalens eller abundans på vill sjøørret og sjørøye eller laksesmolt i bur mellom Altafjorden og Porsangerfjorden.

For å teste forskjell i prevalens mellom de to fjordene Altafjorden og Porsangerfjorden ble det totale tallmaterialet for prevalensen i hver fjord slått sammen slik at man fikk en samlet prevalens for Altafjorden og en samlet prevalens for Porsanger. Dette ble gjort for å øke tallmaterialet. Disse ble så testet mot hverandre i en Chi- square- test i Microsoft Office Excel. For abundansen ble det totale tallmaterialet for abundansen i hver fjord håndtert samlet og hver verdi for abundans ble addert med 1. Denne nye verdien ($x+1$) ble så logtransformert da tallene for abundansen ikke var normalfordelt (Appendix B). Det ble nå mulig å teste den

logtransformerte abundansen fra de to fjordene mot hverandre i en T-test i Microsoft Office Exel.

Det var ingen forskjell i prevalens og abundans på vill sjøørret og sjørøye eller laksesmolt i bur mellom innside og utside av grensen for noen av de to fjordene (Altafjorden og Porsangerfjorden).

For å teste forskjell i prevalens mellom innside og utside av nasjonal laksefjord ble prevalensen for alle ukene slått sammen for hver lokalitet, dette ble gjort for å øke tallmaterialet. Det ble da en samlet prevalens for hver av de fire lokalitetene. Det ble da mulig å teste prevalensen på to lokaliteter mot hverandre med en Chi- square- test i Microsoft Office Exel for å finne eventuelle forskjeller i signifikans mellom utside og innside av grensen for nasjonal laksefjord. For å undersøke forskjeller i abundans mellom innside og utside av nasjonal laksefjord ble tallverdiene for abundansen til hver lokalitet slått sammen og addert med 1. Videre ble de nye verdiene $(x+1)$ logtransformert da resultatene for abundansen ikke var normalfordelt. Det ble nå mulig å teste den logtransformerte abundansen for to lokaliteter mot hverandre i en T-test i Microsoft Office Exel for å finne eventuelle signifikante forskjeller i abundans mellom utsiden og innsiden av grensen for nasjonal laksefjord.

3. Resultater

3.1 Beskrivelse av infeksjonsdynamikk og populasjonsstruktur til lakselus på vill sjøørret og sjørøye i to nordlige fjordsystemer.

3.1.1 Altafjorden, Talvik

Prevalensen av lakselus var over 68 % for alle de tre ukene prøvefisket pågikk. Prevalensen var omtrent lik i uke 27 og 31, men økte og toppet seg i uke 36 med en verdi på 87,1 % (Fig. 7a). Det var ingen signifikant forskjell i prevalens mellom de tre ukene (χ^2 -test $p > 0,05$). Den gjennomsnittlige intensiteten viste en svak økning fra uke 27 til uke 31, før den sank noe i uke 36 (Fig. 7a). Abundansen var mellom 3 og 4,7 lus per fisk i de tre ukene (Appendix B) og viste ingen signifikant forskjell mellom noen av ukene (T-test, $p > 0,05$).

Stadiefordelingen i uke 27 var chalimus og kopepoditter. I uke 31 var andelen chalimus omtrent lik som i uke 27, men det var også et betydelig antall preadulte og adulte lus. I uke 36 var andelen chalimus økt noe iforhold til uke 27 og 31, mens andelen adulte lus var noe redusert. Andelen preadulte og adulte lus var høyest i uke 31 (Fig. 7b).

3.1.2 Altafjorden, Skillefjorden

Prevalensen var over 60% for alle ukene prøvefisket pågikk. Den høyeste prevalensen på 84% ble registrert allerede i uke 27 i Skillefjorden. Prevalensen sank så noe i uke 31 til 60%, før den økte i uke 36 til 79% (Fig. 7c). Det var ingen signifikant forskjell mellom noen av ukene (χ^2 – test, $p > 0,05$). I uke 27 var den gjennomsnittlige intensiteten 7,6 lus per infisert fisk. I uke 31 gikk intensiteten ned til 4,8 lus per infisert fisk før den i uke 36 doblet seg og var 9,1 lus per infisert fisk (Fig. 7c). Abundansen var rundt 7 lus per fisk i uke 27 og 36, men var betydelig lavere i uke 31 (Appendix B). Forskjellen i abundansen var signifikant mellom uke 27 og 31 (T-test, $p < 0,05$), men ikke forskjellig mellom uke 31 og 36 eller mellom uke 27 og 36 (T-test, $p > 0,05$).

Stadiefordelingen viste samme utvikling som man så i Talvik (Fig. 7d). Andelen chalimus ble redusert fra ca 80% i uke 27 til ca 55 % uke 31, men økte så til ca 80% igjen i uke 36. Det var en minkende andel kopepoditter utover i fiskeperioden fra ca 15 % i uke 27, ca 8 % i uke 31,

til ca 1% i uke 36. Andelen preadulte og adulte lus var lav i uke 27, men økte til ca 30% i uke 31 før den sank til ca 12% i uke 36.

3.1.3 Porsangerfjorden, Handelsbukta

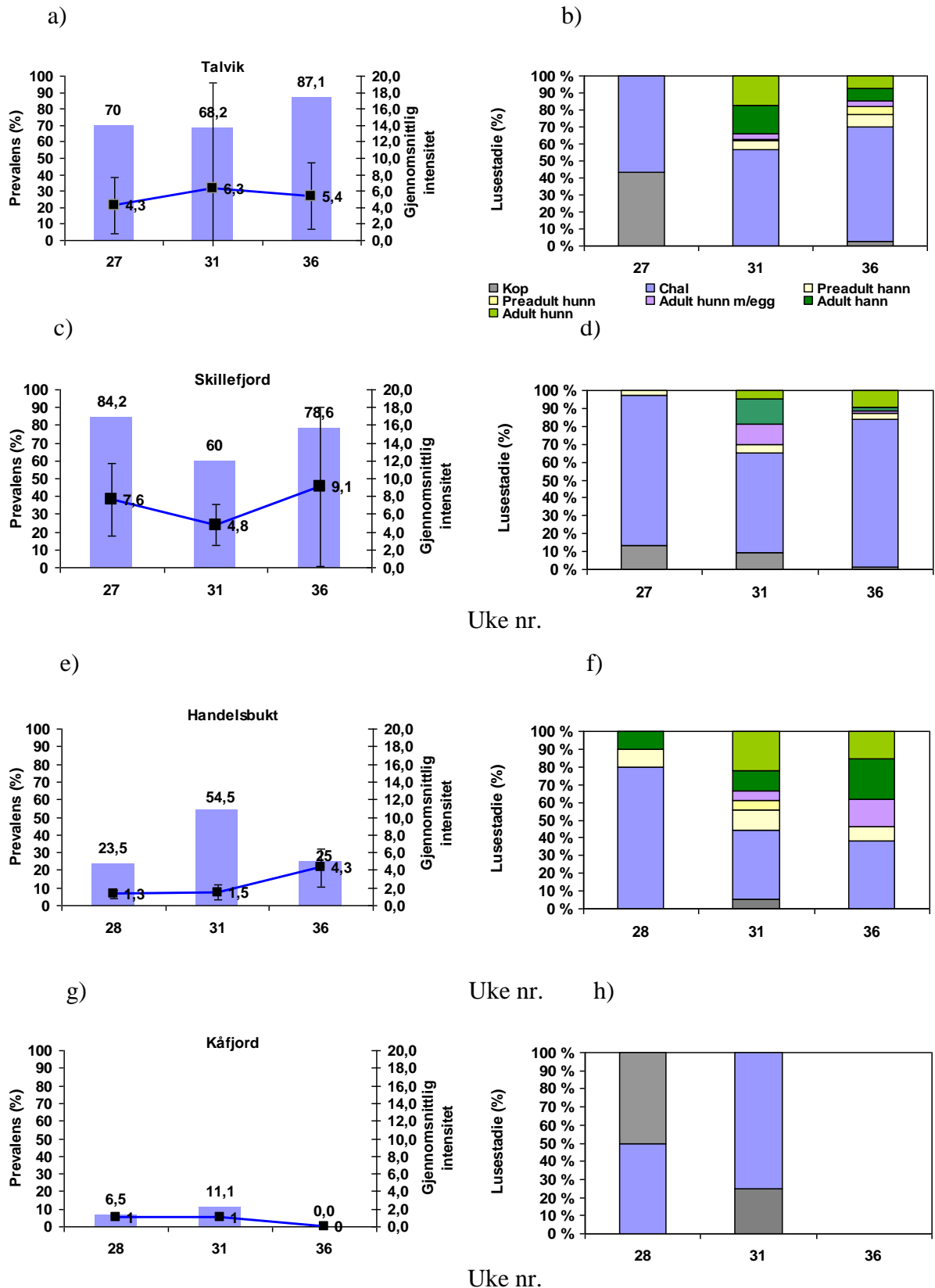
Det var en forholdsvis beskjeden prevalens av lakselus i uke 28 og 36 med henholdsvis verdier på 23 % og 25 % (Fig. 7e). I uke 31 hadde prevalensen økt signifikant (χ^2 -test, $p < 0,05$) og doblet seg i forhold til uke 28, og var på 54%. Det var også signifikant forskjell i prevalens mellom uke 31 og 36 (χ^2 -test, $p < 0,05$), men ikke mellom uke 28 og 36 (χ^2 -test, $p > 0,05$). Den gjennomsnittlige intensiteten var omtrent lik mellom uke 28 og uke 31 og var rundt 1 lus per infisert fisk. Den høyeste gjennomsnittlige intensiteten var i uke 36 med 4 lus per infisert fisk. Abundansen var generelt lav for alle ukene og den laveste verdien var 0,3 lus per fisk i uke 28 mens den økte til 0,8 lus per fisk uke 31 og 1,1 i uke 36 (Appendix B). Abundansen var signifikant forskjellig mellom uke 28 og 31 (T-test, $p < 0,05$), men ikke signifikant forskjellig mellom uke 31 og 36 eller mellom uke 28 og 36 (T-test, $p > 0,05$).

Stadiefordelingen viste en halvering av andelen chalimus fra rundt 80% i uke 28 til rundt 40% i uke 31 og uke 36. Andelen preadulte og adulte lus økte fra 20% i uke 28 til ca 55% i uke 31 og uke 36 (Fig. 7f).

3.1.4 Porsangerfjorden, Kåfjord

På denne lokaliteten var det svært lite lus på fisken under hele prøvefisket. I uke 28 var prevalensen 7 % og denne økte til 11 % i uke 31. I uke 36 var ingen av fiskene infisert av lus (Fig. 7g). Det var ingen signifikant forskjell i prevalens på fisken i noen av ukene (χ^2 -test $p > 0,05$). Den gjennomsnittlige intensiteten var lik 1,0 i uke 28 og 31, og 0 i uke 36. Abundansen var rundt 0,1 i uke 28 og 31 og null i uke 36 (Appendix B). Abundansen viste ingen signifikant forskjell mellom ukene (T-test, $p > 0,05$).

Stadiefordelingen var en hunnlus med egg og en chalimus i uke 28, og tre chalimus og en kopepoditt i uke 31 (Fig. 7h).

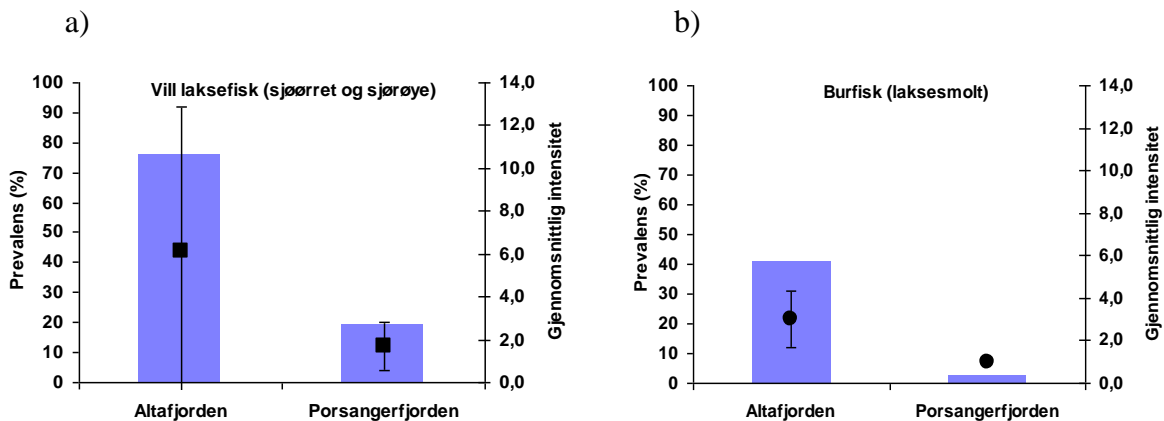


Figur 7 (a-h): Prevalens (søyler), gjennomsnittlig intensitet (kvadrater) med inntegnet standardavvik, og stadiefordeling (oppdelte søyler), av lakselus på vill sjørret og sjørøye på de fire lokalitetene i Altafjorden og Porsangerfjorden sommeren 2010.

3.2 Sammenligning av infeksjon av lakselus mellom den oppdrettsintensive Altafjorden og den oppdrettsfrie Porsangerfjorden

Den totale prevalensen i Altafjorden på begge lokalitetene for vill sjøørret og sjørøye var på 76%. I Porsangerfjorden var det en betydelig lavere total prevalens på 19 % (Fig. 8a). Den samlede prevalensen i Altafjorden var signifikant høyere enn i Porsangerfjorden (χ^2 -test, $p < 0,05$). Den gjennomsnittlige intensiteten i Altafjorden var 6,1 lus per infisert fisk, mens den var 1,7 lus per infisert fisk i Porsangerfjorden. Abundansen i Altafjorden var 4,6 mens den var 0,3 i Porsangerfjorden (Appendix D). Denne forskjellen i abundans var signifikant (T-test, $p < 0,05$).

For burfisken var det en betydelig høyere prevalens i Altafjorden (41%) enn i Porsangerfjorden (3%) (Fig. 8b). Forskjellen i prevalens mellom de to fjordene var signifikant (χ^2 -test, $p < 0,05$). Den gjennomsnittlige intensiteten var 3 lus per infisert fisk i Altafjorden og 1 lus per infisert fisk i Porsangerfjorden. Abundansen var 1,2 i Altafjorden og 0,03 i Porsangerfjorden (Appendix D). Denne forskjellen i abundans var signifikant (T-test, $p < 0,05$).



Figur 8: Prevalens (søyler) og gjennomsnittlig intensitet (kvadrater og sirkler) med standardavvik av lakselus i Altafjorden og Porsangerfjorden sommeren 2010 for (a) vill sjøørret og sjørøye, og (b) laksesmolt i bur.

3.3 Sammenligning av infeksjon av lakselus på anadrom fisk innenfor og utenfor nasjonal laksefjord i Altafjorden og Porsangerfjorden

3.3.1 Altafjorden

Den samlede prevalensen av lakselus på vill sjørret og sjørøye i Talvik (innenfor vernesonen) for alle fiskeperiodene var 77% mens den samlede prevalensen på villfisk i Skillefjorden (utenfor vernesonen) var 75 % (Fig. 10a). Denne forskjellen i prevalens var ikke signifikant (χ^2 - test, $p>0,05$). Den samlede intensiteten for Talvik var 5 lus per infisert fisk, mens den for Skillefjord var 7 lus per infisert fisk (Fig. 10a). Abundansen var 4 lus per fisk i Talvik og 5 lus per fisk i Skillefjord (Appendix D), denne forskjellen i abundans var ikke signifikant (T-test $p>0,05$).

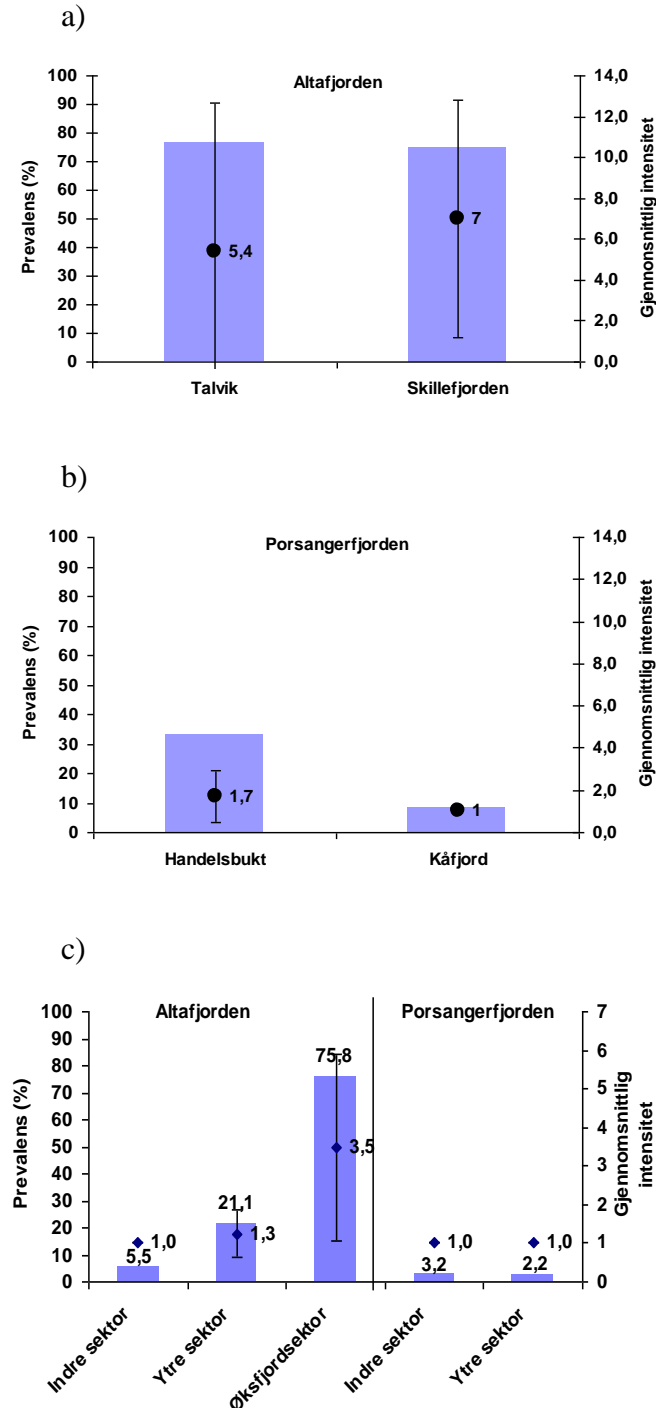
Burfisken fra den ytre sektoren i Altafjorden hadde en prevalens på 21 % (Fig. 10c). Denne forskjellen var signifikant i forhold til den indre sektoren som hadde en prevalens på 5,5 % (χ^2 - test, $p<0,05$). Burfisken fra Øksfjordsektoren hadde en prevalens på hele 75,8 %. Denne var signifikant høyere enn både Alta indre og Alta ytre. (χ^2 - test, $p<0,05$). Den samlede gjennomsnittlige intensiteten for laksesmolten i indre og ytre bursektoren i Altafjorden var henholdsvis 1,0 og 1,3 lus per infisert fisk, mens den for Øksfjord- sektoren var 3,5 lus per infisert fisk. Abundansen for laksesmolten i den indre og ytre bursektoren var henholdsvis 0,05 og 0,26 lus per fisk, mens den var 2,6 i Øksfjordsektoren (Appendix D). Abundansen var signifikant høyere i den ytre sektoren sammenlignet med den indre sektoren (T-test, $p<0,05$), og abundansen i Øksfjord- sektoren var signifikant høyere enn både Alta indre og Alta ytre (T-test $p<0,05$).

3.3.2 Porsangerfjorden

Den samlede prevalensen i Handelsbukt (innenfor vernesonen) for de tre fiskeperiodene var på 33%, mens den for Kåfjord (utenfor vernesonen) var på 8 % (Fig. 10b). Denne forskjellen i prevalens var signifikant (χ^2 - test, $p<0,05$). Den samlede intensiteten for Handelsbukt var på ca 2 lus per infisert fisk, mens den var 1 lus per fisk i Kåfjord. Abundansen i Handelsbukt var 0,6 lus per fisk mens den for Kåfjord var 0,01 lus per fisk. Forskjellen i Abundans mellom Handelsbukt og Kåfjord var signifikant (T-test $p<0,05$).

Fisken i den indre bursektoren i Porsangerfjorden hadde en prevalens på 2,2 % mens fisken i den ytre bursektoren hadde en prevalens på 2,9% (Fig. 10c). Denne forskjellen var ikke

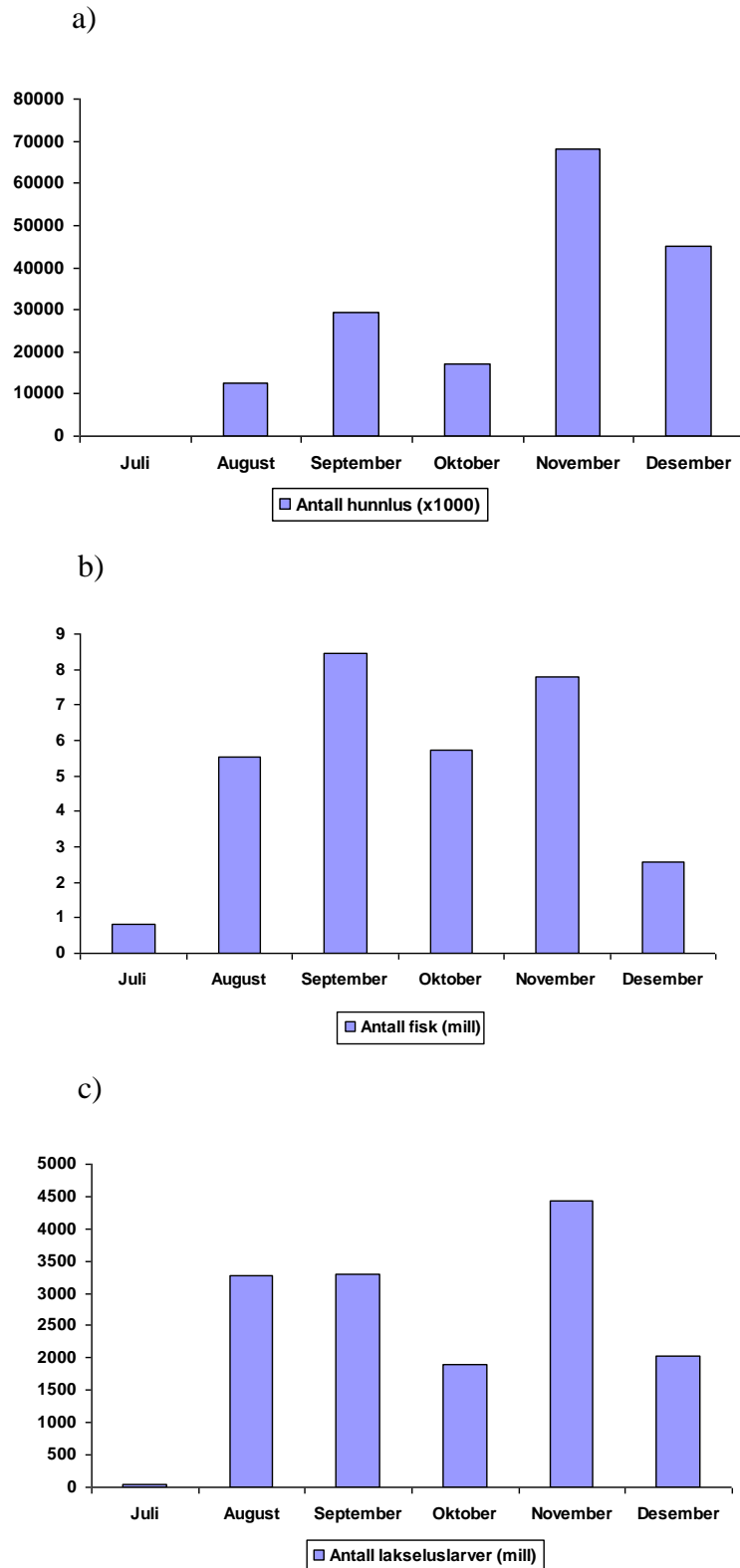
signifikant (χ^2 -test, $p > 0,05$). Den gjennomsnittlige intensiteten var 1,0 i både den indre og ytre bursektoren i Porsangerfjorden, mens abundansen var 0,02 og 0,03 for henholdsvis den indre og den ytre bursektoren (Appendix D). Heller ikke abundansen viste noen signifikant forskjell mellom den indre og den ytre burlokaliteten i Porsangerfjorden (T-test, $p > 0,05$).



Figur 10 a-c. Prevalens (søyler) og gjennomsnittlig intensitet (sirkler) med standardavvik av lakselus i a) Altafjorden a), Porsangerfjorden b). Samt prevalens (søyler) og gjennomsnittlig intensitet (sirkler) med standardavvik av lakselus på laksesmolt i burforsøk i de ulike sektorene i Altafjorden og Porsangerfjorden c) for sommeren 2010.

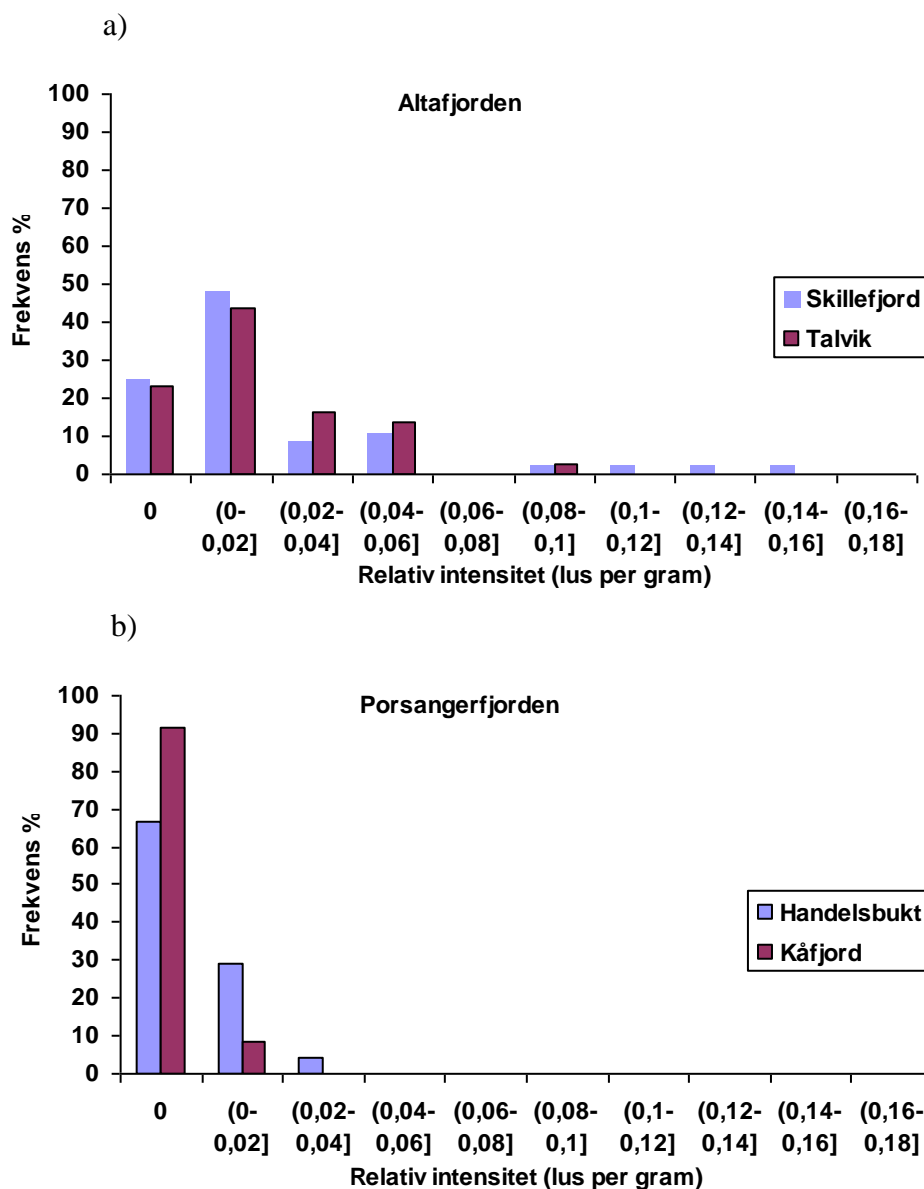
3.4 Produksjon av luselarver og vurdering av bærekraft for vill laksefisk i Altafjorden og Porsangerfjorden

Den månedlige produksjonen av antall lakseluslarver i Altafjorden viste stor variasjon, men fra januar til juni ble det ikke funnet lus på oppdrettsanleggene i Altafjorden (Fig. 11c). I juli ble det observert rundt 800 000 fisk med en lav infeksjon av modne hunnlus (0,03 per fisk) (Fig. 11b). Dette gav en total luseproduksjon for juli på rundt 32 millioner lus. I august hadde antallet infiserte fisk mer enn firedoblet seg mens antallet hunnlus var seksti ganger så høyt som forrige måned (Fig. 11a). Dette resulterte i en nesten hundre ganger så høy produksjon av luselarver som forrige måned. September var den måneden med høyest antall fisk infisert med modne hunnlus og med et antall hunnlus som var over dobbelt så høyt som forrige måned. Larveproduksjonen derimot var på omtrent samme nivå som i august. I oktober sank antall infiserte fisk med ca 1/3 og det samme gjaldt antallet modne hunnlus, Produksjonen av luselarver viste nesten en halvering fra forrige måned. November var den måneden med høyest antall produserte luselarver i Altafjorden. Dette kom som en følge av en økning av antall infiserte fisk fra forrige måned og en nær firedobling av antallet modne hunnlus i forhold til oktober. I desember var antallet infiserte fisk sunket betydelig, og det samme var antallet modne hunnlus. Dette resulterte i en betydelig nedgang i antall produserte luselarver i desember. I Porsangerfjorden ble det ikke funnet lus på fisken i Lafjorden for året 2010. Produksjonen av lakseluslarver fra oppdrettsanlegg i Porsangerfjorden blir de null.



Figur 11 a-c: Estimert tall for antall adulte hunnlus (x1000) produsert hver måned (a), estimert tall for antall fisk (i millioner) infisert med modne hunnlus hver måned (b) og estimert tall for antall luselarver (i millioner) (c) produsert på oppdrettsanlegg i Altafjorden hver måned i 2010.

Svært få av de undersøkte sjøørretene og sjørøylene hadde relative intensiteter av lakselus over 0,1 lus per gram fisk sommeren 2010 (Fig. 12a-b). To fisker i Skillefjorden i uke 27 hadde henholdsvis 0,11 og 0,13 lus per gram, mens en fisk i Skillefjorden i uke 36 hadde 0,15 lus per gram. For uke 27 og uke 36 betydde dette at henholdsvis 10,5 % og 7,1 % av fisken som ble fanget i Skillefjorden overskred grensen på 0,1 lus per gram fisk. I Porsangerfjorden var den relative intensiteten svært lav for vill sjøørret og sjørøye, og var aldri over 0,04 lus per gram fisk.



Figur 12a-b: Frekvens av relativ intensitet (lus per gram fisk) av lakselus på totalfangsten av vill sjøørret og sjørøye for de to fiskeplassene Skillefjord og Talvik i Altafjorden (a) og Handelsbukt og Kåfjord i Porsangerfjorden (b), sommeren 2010.

4. Diskusjon

4.1 Infeksjonsdynamikk og populasjonsstruktur av lakselus på vill sjøørret og sjørøye i Altafjorden og Porsangerfjorden

Sjøørret og sjørøye i Altafjorden og Porsangerfjorden viste lave intensiteter av lakselus i samtlige av de tre ukene prøvefisket pågikk. Dette samsvarer med tidligere studier på vill sjøørret og sjørøye i Altafjorden (Bjørn & Finstad, 2002; Bjørn et al., 2005; Bjørn et al., 2007a; Bjørn et al., 2008; Bjørn et al., 2009; Bjørn et al., 2010a), Porsangerfjorden (Bjørn et al., 2009; Bjørn et al., 2010a) og andre nordlige fjorder (Bjørn et al., 2001; Bjørn & Finstad, 2002; Rikardsen, 2004). Infeksjonen av lakselus i denne studien holdt seg på omtrent samme nivå gjennom alle de tre periodene prøvefisket pågikk, men prevalensen i Talvik og den gjennomsnittlige intensiteten i Skillefjorden og Handelsbukta viste en topp i september. Denne toppen kan forklares med at temperaturen for transektene i Altafjorden og Porsangerfjorden var på sitt høyeste i uke 31 med henholdsvis temperatur 10,5 og 10,3° C, noe som både vil øke reproduksjonsraten og hastigheten på utviklingen av lakselus (Johnson & Albright, 1991b; Boxaspen & Næss, 2000; Stien et al., 2005). Disse resultatene samsvarer med hva Rikardsen, (2004) fant i sin studie av vill sjøørret og sjørøye i den nordlige lokaliteten Balsfjorden. I Kåfjord ble det i siste fiskeperiode ikke observert lus, men her var også materialet svært lite, kun seks fisker ble fanget. En forklaring på den lave fangsten kan være at fisken hadde vandret tilbake til ferskvann på grunn av osmotisk stress som en følge av høy luseinfeksjon (Tully & Whelan, 1993; Birkeland, 1996a; Grimnes & Jakobsen, 1996; Birkeland & Jakobsen, 1997; Bjørn et al., 2001; Gargan et al., 2003). Dette er imidlertid svært lite sannsynlig siden resultatene fra de to foregående prøvefiskeperiodene vist svært lav infeksjon av lakselus. Grunnen til den lave fangsten er mest sannsynlig at sjøørret og sjørøye hadde vandret tilbake til ferskvann på grunn av det sesongmessige vandringsmønsteret (Rikardsen et al., 2007; Suhr, 2010).

Registreringer av lakselus på vill sjøørret i de sørnorske fjordene Straumsfjord, Eresfjord og Sognefjorden (Bjørn et al., 2005) viste en betydelig høyere infeksjon av lakselus enn hva som ble funnet i denne studien i både Altafjorden og Porsangerfjorden. Observasjonen til Bjørn et al., (2005) er typisk for fjorder lengre sør i landet og lignende observasjoner har blitt gjort i andre studier i Sør- Norge (Mo & Heuch, 1998; Schram et al., 1998; Bjørn et al., 2007a; Bjørn et al., 2008; Bjørn et al., 2009; Bjørn et al., 2010a) og Irland (Tully et al., 1999; Gargan et al., 2003). Det er trolig at forskjellene i sjøtemperatur er grunn til disse forskjellene mellom

nordlige og sørlige lokaliteter siden både reproduksjon og utvikling av lakselus er styrt av vanntemperaturen (Johnson & Albright, 1991b; Pike & Wadsworth, 1999; Boxaspen & Næss, 2000; Heuch et al., 2000; Heuch et al., 2002; Stien et al., 2005; Boxaspen, 2006).

Det ble registrert en forholdsvis lav gjennomsnittlig intensitet i Skillefjord i uke 31. Noe av grunnen til dette kan være at det fra denne uken var en feil i tallmaterialet. Det ble under feltarbeidet observert en sjørøye med anslagsvis 60 til 80 chalimuslarver. Under undersøkelsen i laboratoriet ble det ikke observert samme mengde lus, noe som kan være en følge av nedfrysing og opptining av fisken slik at chalimuslarvene hadde mistet sin karakteristiske form (Bjørn, pers. komm). Infeksjonsintensiteten på alle de fire lokalitetene i Altafjorden og Porsangerfjorden viste ingen økning utover sommeren og høsten. Dette tydet på lavt infeksjonstrykk, og at oppholdstiden til fisken i sjøvann ikke har noen klar sammenheng mengden lus på fisken. Salinitetsmålingene som ble gjort viste en salinitet på >30 ‰ for begge fjordene for hele perioden undersøkelsene pågikk, og det er derfor grunn til å tro at lakselusa hadde gode vekst og formerings- forhold på disse lokalitetene og ikke var påvirket av lave saliniteter (Pike & Wadsworth, 1999).

Under prøvefisket i uke 27/28 i Altafjorden og Porsangerfjorden ble det funnet nesten bare kopepoditter og chalimuslarver, noe som samsvarer med tidligere undersøkelser i Nord-Norge (Bjørn & Finstad, 2002; Bjørn et al., 2007a; Bjørn et al., 2008; Bjørn et al., 2009). Dette er et tegn på at infeksjonen var i en tidlig fase på grunn av at fisken nylig hadde vandret ut i sjøen (Rikardsen et al., 2007; Suhr, 2010), og lakselusa ikke hadde rukket å utvikle seg videre til preadult og adult- stadiet (Boxaspen, 2006; Stien et al., 2005). I tillegg var vanntemperaturen i Altafjorden i mai (måneden før prøvefisket i uke 27) på gjennomsnittlig 5,3 °C, noe som ifølge Stien et al., (2005) gir en langsom stadietutvikling og en lav eggproduksjon. I uke 31 og 36 var det større innslag av de preadulte og adulte lusestadiene i Altafjorden og Porsangerfjorden, men fortsatt var det chalimusstadiet som dominerte (spesielt i Altafjorden). Dette samsvarer også med tidligere undersøkelser i fjorder i Nord- Norge (Bjørn & Finstad, 2002; Bjørn et al., 2007a; Bjørn et al., 2008; Bjørn et al., 2009). Grunnen til den fortsatt høye andelen chalimuslarver i uke 36 i både Skillefjord og Talvik kan være en følge av at vanntemperaturen i henholdsvis Skillefjord og Talvik i måneden før (uke 31) var 11,4 og 11,8, noe som økte både hastigheten i utviklingen av lakselus fra kopepoditt til adult, men også hastigheten i reproduksjon slik at flere infektive stadier ble produsert (Johnson & Albright, 1991b; Pike & Wadsworth, 1999; Boxaspen & Næss, 2000; Heuch & Mo, 2001;

Heuch et al., 2002; Stien et al., 2005; Boxaspen, 2006). Populasjonsstrukturen i Altafjorden og Porsangerfjorden samsvarer imidlertid ikke med tidligere studier på sørlige lokaliteter i Norge (Schram et al., 1998). Det ble her ikke funnet høyere andel av chalimusstadier enn 15 %. Schram et al., (1998) forklarte dette med at utviklingstiden fra egg til adultstadiet var kortere enn livslengden til adult lus, slik at chalimus-larvene raskt ble utviklet til adult, og kunne være adulte over en lengre periode. I likhet med Porsangerfjorden ble studiet til Schram et al., (1998) utført i et oppdrettsfritt område. Og forskjellene i populasjonsstruktur er mest sannsynlig knyttet til forskjeller i temperatur mellom nordlige og sørlige lokaliteter (Bjørn & Finstad, 2002; Rikardsen, 2004). I Handelsbukta ble det funnet en høy andel chalimuslarver i første prøvefiskeperiode, og en gradvis oppbygning fra larver mot eldre stadier utover sommeren. Denne utviklingen samsvarer med tidligere studier fra Porsangerfjorden (Bjørn et al., 2010a), og karakteriserer områder uten oppdrett (Bjørn & Finstad, 2002). I Kåfjord ble det funnet til sammen seks lus på fisken under alle prøvetakningsperiodene. Èn chalimus og èn adult hunn med egg i uke 28 og èn kopepoditt og tre chalimus i uke 31. Det lave antall lus på denne lokaliteten gjorde at det ikke ble representativt å kommentere stadietutviklingen ytterligere.

I Talvik ble det imidlertid observert 51 chalimuslarver på èn fisk i uke 31, og dette utgjorde 96 % av det totale antallet chalimuslarver for denne uken på denne lokaliteten. I uke 36 ble det i Skillefjorden funnet èn fisk med 29 chalimuslarver, noe som utgjorde nesten halvparten av det totale antallet chalimuslarver som ble observert i denne perioden. Fisken fra Talvik med 51 chalimuslarver og fisken fra Skillefjorden med 29 chalimuslarver var mest sannsynlig eksempler på fisk som ved en tilfeldighet ganske nylig hadde blitt utsatt for svært store lokale konsentrasjoner av infektive luse-larver. Dette kan for eksempel skje hvis vandringsmønsteret til fisken har medført at fisken passerer nært et oppdrettsanlegg (Krkosek et al., 2005).

Metoden som ble brukt for å fange fisk i dette studiet kan ha hatt en effekt på de registrerte nivåene av lakselus på vill sjøørret og sjørøye (Nagasawa, 1985). Dette gjelder spesielt ved fjerning av fisken fra flytegarne, noe som kan ha resultert i at enkelte lus kan ha sluppet taket på fisken. Siden samme metode ble brukt under hele studiet vil de komparative analysene fortsatt vise de riktige forskjellene mellom for eksempel to områder. Bruk av flytegarn på forskning av lus på vill laksefisk er en anerkjent metode i hele Norge og i utlandet, og har vist å gi et forholdsvis nøyaktig bilde av luseinfeksjonen (Tully et al., 1999).

Det ble som forventet funnet et lavt infeksjonsjon av lakselus på vill sjøørret og sjørøye i de to undersøkte nordlige fjordene. Resultatene for infeksjonsdynamikk og populasjonsstruktur av lakselus på vill laksefisk samsvarer med resultater fra tidligere studier i nordlige områder (Johnsen, 2001; Bjørn & Finstad, 2002; Bjørn et al., 2001; Rikardsen, 2004; Bjørn et al., 2005; Bjørn et al., 2007a; Bjørn et al., 2008; Bjørn et al., 2009; Bjørn et al., 2010a), men står i kontrast til observasjoner av lakselus på vill sjøørret i sørlige lokaliteter i Norge (Mo & Heuch, 1998; Schram et al., 1998; Bjørn et al., 2005; Bjørn et al., 2007a; Bjørn et al., 2008; Bjørn et al., 2009; Bjørn et al., 2010a). Grunnen til forskjellene i infeksjon av lakselus på vill laksefisk mellom nordlige og sørlige fjorder er mest sannsynlig relatert til forskjeller i vanntemperatur (Bjørn & Finstad, 2002; Rikardsen, 2004)

4.2 Forskjeller i infeksjon av lakselus på anadrom laksefisk mellom en oppdrettsintensiv og en oppdrettsfri fjord i Finnmark

Denne studien tyder på at det var signifikant høyere infeksjonstrykk i den oppdrettsintensive Altafjorden enn i den oppdrettsfrie Porsangerfjorden både når det gjaldt luseinfeksjon på vill sjøørret og sjørøye og luseinfeksjon på laksesmolt i burforsøk. Dette samsvarer med tidligere studier på vill laksefisk på oppdrettsintensive og oppdrettsfrie lokaliteter i Norge (Bjørn et al., 2001; Bjørn & Finstad, 2002; Bjørn et al., 2009; Bjørn et al., 2010a), Irland (Tully et al., 1999; Gargan et al., 2003) og Canada (Krkosek et al., 2005). Bjørn et al., 2001 og Bjørn & Finstad (2002) viste at infeksjonen av lakselus på vill sjøørret og sjørøye var signifikant forskjellig mellom de oppdrettsintensive og de oppdrettsfrie lokalitetene. Studiet til Bjørn et al., (2001) på den oppdrettsintensive lokaliteten Vikbotten viste en betydelig høyere infeksjon av lakselus på villfisk enn hva som ble funnet på den oppdrettsintensive lokaliteten i denne studien. Den høyeste intensiteten i Vikbotten var på over 200 lus per infisert fisk i den ene prøvefiskeperioden, mens den høyeste intensiteten i denne studien var 9 lus per infisert fisk. Grunnen til denne forskjellen kan være at tettheten av fisk i oppdrettsanleggene i nærheten var høyere slik at det ble dannet flere infektive kopepoditter (Heuch et al., 2005), at det i Vikbotten var betydelig større oppdrettsvirksomhet, og/eller at beliggenheten lokalitetene hadde til oppdrettsanleggene var kortere (Gargan et al., 2003). Det nærmeste oppdrettsanlegget lå bare 4 km unna fiskelokaliteten i Vikbotten, mens for dette studiet i Altafjorden lå det nærmeste oppdrettsanlegget ca 7 km unna nærmeste oppdrettsanlegg. Anon (1995) viste at det var en sammenheng mellom graden av infeksjon av lakselus på vill sjøørret og nærheten til oppdrettsanlegg i Irland. Det har blitt estimert at oppdrettsvirksomhet har økt

den totale luseegg produksjonen med mer enn 50 ganger sammenlignet med områder uten oppdrettsvirksomhet (Heuch & Mo, 2001) og en slik økning i antall infeksjose lakseluslarver fra oppdrettsanlegg har vært antatt å bidra til økt infeksjon hos vill laksefisk (Bjørn et al., 2001; Butler & Watt, 2003; Gargan et al., 2003; Heuch et al., 2005; Krkosek et al., 2005).

Situasjonen i den oppdrettsfrie Porsangerfjorden var signifikant forskjellig fra den oppdrettsintensive Altafjorden. Både prevalens og gjennomsnittlig intensitet av lakselus på vill sjøørret og sjørøye i Porsangerfjorden var svært lav, og generelt lavere enn resultater fra andre studier fra oppdrettsfrie lokaliteter i Norge (Mo & Heuch, 1998; Schram et al., 1998; Bjørn et al., 2001; Bjørn & Finstad, 2002) og Irland (Gargan et al., 2003; Tully et al., 1999). Infeksjon av lakselus på vill sjøørret og sjørøye i Porsangerfjorden er mest sannsynlig styrt av stabile parasitt/vertsforhold siden det ikke er oppdrett i fjorden, og siden oppdrettsaktiviteten i området rundt er svært begrenset. Luseinfeksjoner på vill fisk i slike oppdrettsfrie fjorder varierer mindre fra år til år (Tingley et al., 1997; Schram et al., 1998; Rikardsen, 2004) og er styrt av antall naturlige verter i systemet. Ved utvandringen av sjøørret og sjørøye i månedsskiftet juni/juli vil disse kunne bli utsatt for infeksjon av lakselus fra luseinfisert laks som returnerer fra beitevandring i havet (Heuch et al., 2002). De ville populasjonene av sjøørret og sjørøye avluses naturlig hver høst ved tilbakevandring til elvene, og siden lakselus dør ved salinitet < 12‰ (Pike & Wadsworth, 1999) er overlevelsen til populasjonen av lakselus avhengig av laks på beitevandring som holder seg i sjøen hele vinteren (Rikardsen et al., 2004; Aas et al., 2011). Epidemier av lakselus i oppdrettsfrie områder forekommer svært sjelden (Johnson et al., 1996; Finstad et al., 2011) og det er få negative effekter på villfisk (Mo og Heuch, 1998; Schram et al., 1998; Bjørn et al., 2001; Rikardsen, 2004; Bjørn et al., 2008; Bjørn et al., 2009; Bjørn et al., 2010a).

Burfiskstudiet i Altafjorden og Porsangerfjorden viste en signifikant forskjell i luseinfeksjon mellom de to fjordene, noe som samsvarer med tidligere burstudier mellom oppdrettsintensive og oppdrettsfrie områder i Norge (Bjørn et al., 2008; Bjørn et al., 2009; Bjørn et al., 2010a). I Altafjorden ble det observert stor variasjon i infeksjon av lakselus mellom burene og det var sammenheng mellom burenes plassering iforhold til oppdrettsanleggene og infeksjonen av lakselus på fisken i burene. Burfisken i den svært oppdrettsintensive Øksfjordsektoren hadde en signifikant høyere infeksjon av lakselus enn fisken fra burene i både den indre og ytre sektoren i Altafjorden. Dette samsvarer med undersøkelser som viser et høyt antall pelagiske nauplius og kopepoditt- larver i områder med høy oppdrettsaktivitet (Tully et al., 1999; Bjørn

et al., 2001; Butler & Watt, 2003; Gargan et al., 2003; Heuch & Mo, 2001; Heuch et al., 2005; Krkosek et al., 2005). Den lave infeksjonsintensiteten på burfiskene i indre og ytre sektor i Altafjorden samsvarer med tidligere studier i samme fjord (Bjørn et al., 2008). For Porsangerfjorden var infeksjonsintensiteten svært lav på burfiskene, og det var ingen sammenheng mellom burenes plassering og infeksjonen av lakselus på burfiskene.

Det ble i burfiskstudiet i Altafjorden brukt laksesmolt med en gjennomsnittsvekt ved opptak på 106 gram, mens i Porsangerfjorden veide laksesmolten 58 gram ved opptak. Tucker et al., (2002), fant at større fisk var infisert av et høyere antall lus enn mindre fisk, selv om antallet lus per cm² var høyere hos den mindre fisken. Det er derfor en mulighet for at forskjellene i luseinfeksjon på burfiskene mellom Altafjorden og Porsangerfjorden var noe mindre enn hva som ble observert i denne studien siden det ikke ble tatt hensyn til denne størrelsesforskjellen ved registrering av lus.

Det ble som forventet funnet en høyere infeksjon av lakselus på anadrom laksefisk i den oppdrettsintensive Altafjorden enn hva som ble funnet i den oppdrettsfrie Porsangerfjorden. Dette samsvarer med tidligere studier mellom oppdrettsintensive og oppdrettsfrie lokaliteter i Norge (Bjørn et al., 2001; Bjørn & Finstad, 2002; Bjørn et al., 2009; Bjørn et al., 2010a), Irland (Tully et al., 1999; Gargan et al., 2003) og Canada (Krkosek et al., 2005). Hovedårsaken til disse forskjellene er mest sannsynlig knyttet til nærheten til oppdrettsanlegg. I et område med mye oppdrettsvirksomhet vil det være et høyt antall potensielle verter for lakselus. Disse vil utvikle seg på fisken i oppdrettsanleggene og etter hvert utvikle pelagiske nauplius- larver som vil kunne spre seg med strømmen og infisere vill laksefisk (Coestel et al., 1996; Bjørn et al., 2001; Heuch & Mo, 2001; Johnsen, 2001; Heuch et al., 2005; Asplin et al., 2011).

4.3 Forskjeller i luseinfeksjon på anadrom laksefisk mellom innsiden og utsiden av grensen for nasjonal laksefjord i Altafjorden og Porsangerfjorden

Resultatene fra luseinfeksjon på vill sjøørret og sjørøye i Altafjorden mellom innsiden og utsiden av vernesonen viste at det var svært liten forskjell mellom lokalitetene (Talvik og Skillefjorden). Bjørn et al., (2008) fant heller ingen signifikant forskjell i infeksjonen av lakselus på vill sjøørret og sjørøye innefor og utenfor vernesonen i Altafjorden. Mine observasjoner samsvarer også med tidligere resultater fra Sunndalsfjorden (Bjørn et al., 2008), som viste lav infeksjon av lakselus på sjøørret både innenfor og utenfor grensen av vernesonen. Studiet samsvarer imidlertid ikke med studiet til Bjørn et al., (i trykk). Der ble det funnet signifikant forskjell i infeksjon av lakselus på vill sjøørret mellom innsiden og utsiden av vernesonen i Romsdalsfjorden. En mulig grunn til at det ikke ble funnet noen klar forskjell mellom de to lokalitetene i denne studien kan være at det under prøvefisket fantes en oppdrettslokalitet innenfor vernesonen med oppdrettslaks (Ytre Simanes, 69° 59' N 23° 5' E). Det ble ikke innrapportert lusetall f.o.m. mai t.o.m. september for denne oppdrettslokaliteten, og det kan derfor ikke utelukkes at dette anlegget kan ha vært en kilde til økt luseinfeksjon på innsiden av vernesonen (Krkosek et al., 2005), spesielt siden studier av Asplin et al., (2011) viser at det meste av luselarvene spres innenfor en radius på 20- 30 km fra utslippskilden. Fiskelokalitetene i Talvik lå ca 15 km unna det nærmeste oppdrettsanlegget, og det lå flere anlegg innenfor en radius på 25 km. Med bakgrunn i studien til Asplin et al., (2011) er det derfor mulig at stasjonær sjøørret og sjørøye fra området rundt Talvik kan ha blitt infisert av infektive kopepoditter fra nærliggende oppdrettsanlegg. En annen forklaring på de små forskjellene i infeksjon av lakselus mellom Talvik og Skillefjord er at fisk som ble fanget på innsiden av vernesonen kunne ha vandret ut av vernesonen og blitt infisert i områder hvor lusetettheten var større (Krkosek et al., 2005). Suhr, (2010) kartla vandringsmønsteret til sjøørret og sjørøye i Altafjorden sommeren 2007. Fisken ble merket med akustisk telemetri og sluppet ut i utløpet av Halselva, som var i umiddelbar nærhet av hvor prøvefisket i Talvik foregikk. Resultatene viste at sjørøya oppholdt seg generelt mest i ytre del av fjordsystemet, altså ca 8 km lengre ut enn den ytterste fiskelokaliteten i Skillefjorden, mens sjøørret oppholdt seg hovedsaklig i midtre deler av fjorden, altså mest på innsiden av grensen for nasjonal laksefjord. Det ble imidlertid også registrert sjøørret i ytre deler av fjorden. Det er derfor stor sannsynlighet for at fisken som ble fanget i Talvik kan ha lagt ut på betydelige vandringer og blitt infisert av lakselus på utsiden av vernesonen.

Burstudiet i Altafjorden viste at infeksjonen av lakselus på burfisk økte signifikant fra den indre sektoren (innenfor vernesonen) til den ytre sektoren (utenfor vernesonen). Dette resultatet samsvarer ikke med resultatene fra villfiskstudiet, og heller ikke med tidligere burstudier i Altafjorden (Bjørn et al., 2008) hvor det ble observert en betydelig høyere prevalens og intensitet på innsiden av vernesonen enn hva som ble funnet på utsiden. Grunnen til denne forskjellen kan være ulik plassering av burene i fjorden. Siden de plankton pelagiske luselarvene fraktes med strøm (Boxaspen & Næss, 2000; Asplin et al., 2004; Asplin et al., 2011) vil plasseringen av burene være avgjørende for påslag av kopepoditter på fisken i burene. Variasjon i spredning av lakselus er direkte knyttet til strømforhold (Asplin et al., 2004; Asplin et al., 2011), men spredning av luselarver er komplisert, delvis uforutsigbart og varierer med ulike miljøparametre (Boxaspen, 2006; Asplin et al., 2011). Lusetall fra tidligere burfiskstudier har vist en lavere infeksjon av lakselus på burfisk enn lusetall fra villfiskstudier (Bjørn et al., 2008; Bjørn et al., i trykk). Generelt tyder burstudiene i Altafjorden på høyere forekomst av lakselus utenfor enn innenfor vernesonen, mens likheten i forekomst av lakselus hos vill sjøørret og sjørøye mellom inn- og utsiden av vernesonen tyder på en stor grad av vandring av fisk mellom sonene.

I Porsangerfjorden var det signifikant høyere total prevalens og abundans av lus på villfisk på innsiden enn på utsiden av vernesonen. Dette samsvarer ikke med resultatene til Bjørn et al., (2008) hvor effekten av vernesoner ble undersøkt i sju ulike fjorder i Norge. Generelt viste disse undersøkelsene varierende effekt av vernesonen, men ingen av studiene viste en høyere infeksjon av lakselus på vill laksefisk innenfor vernesonen. Fiskelokalitetene i Handelsbukta lå innenfor vernesonen og ca 100 km fra nærmeste oppdrettsanlegg (Storvika i Lafjorden). Denne avstanden er innenfor den maksimale grensen på 200 km for hvor langt de plankton pelagiske stadiene av lakselus spres (Asplin et al., 2011). Dette anlegget var imidlertid det eneste innenfor en radius på ca 70 km, og det ble ikke observert lus her i 2010. Resultatene fra denne studien samsvarer heller ikke med en tidligere undersøkelse av infeksjonen hos vill sjøørret og sjørøye fra Porsangerfjorden (Bjørn et al., 2009; Bjørn et al., 2010a). Det ble i disse studiene registrert en høyere luseintensitet hos vill sjøørret og sjørøye på utsiden enn på innsiden av grensen for nasjonal laksefjord. Lokaliteten på utsiden av vernesonen var imidlertid ikke den samme som i denne studien, og vill sjøørret og sjørøye fra de to tidligere studiene hadde en høyere intensitet og prevalens på denne lokaliteten enn hva som ble funnet for den ytre lokaliteten Kåfjord i denne studien. Det er med andre ord en mulighet at lusemengden på fisken i Kåfjorden ikke var representativ for resten av områdene utenfor

vernesonen i Porsangerfjorden, slik at observasjonen om høyere infeksjonstrykk av lakselus på innsiden av vernesonen kan være feilaktig. Siden Porsangerfjorden er uten oppdrettsaktivitet vil det være vill laksefisk som er vert for lakselus (Kabata, 1979). En mulig grunn til at fisken i Handelsbukta hadde høyere infeksjon av lakselus enn i Kåfjord kan være at det innenfor en radius på ca 22 km fra Handelsbukta var tre mellomstore elver med betydelig oppgang av anadrom laks (Lakselv, Stabburselv og Børselv) (Johansen, 2007). I områder med store lakseelver kan vill laks være en viktig lokal kilde til infektive larvestadier (Heuch et al., 2005). Dette var ikke tilfelle i Kåfjord som lå i nærheten av små anadrome vassdrag uten oppgang av laks (Johansen, 2007).

Resultatene fra burfiskstudiet viste at det ikke var noen signifikant forskjell verken i prevalens eller abundans mellom den indre og den ytre bursektoren i Porsangerfjorden, noe som samsvarer med studiet på vill sjøørret og sjørøye i Porsangerfjorden i 2009 (Bjørn et al., 2010a). Dette var forventet siden det ikke ble registrert lus på oppdrettsanlegget i Lafjorden som ville være den mest tenkelige kilden til produksjon av luselarver i Porsangerfjorden. Oppdrettslokaliteter i nabofjorden Laksefjord lå 70 til 100 km ifra burene i den ytre bursektoren i Porsangerfjorden, slik at det teoretisk ville være mulig for luselarver og drive denne distansen (Asplin et al., 2011). Det ble imidlertid ikke registrert lus på fisken i disse oppdrettsanleggene før i november i 2010 (www.mattilsynet.no).

Formålet med opprettelsen av de nasjonale laksefjordene var å verne de viktigste laksestammene i Norge mot inngrep og aktiviteter som ellers ville vært skadelige (Anon, 2006). Men virkningen av vernesonen kan være negativ for enkelte stammer av vill sjøørret og sjørøye (Bjørn et al., i trykk). I en fjord med intensiv oppdrett der kun den innerste delen av fjorden er vernet vil oppdretten antakeligvis bli mer konsentrert i den ytre delen som ikke er vernet. Dette vil favorisere sjøørret og sjørøye som utvandrer fra elver innerst i vernesonen og vil kunne begrense de negative påvirkningene lakselus fra oppdrettsanlegg kan medføre. Dette på grunn av at sjøørreten sjelden vandrer mer enn 80 km fra elven hvor de har blitt født (Thorstad et al., 2004; Finstad et al., 2005), og oppholder seg oftest nærmere enn 3 km fra utløpet (Berg & Berg, 1987). Vernesonen vil derimot virke negativt på stammer av sjøørret og sjørøye som har sin fødeelv utenfor vernesonen. Disse fiskene vil på grunn av vernesonen kunne møte et høyere infeksjonstrykk av lakselus fordi oppdrettsaktiviteten er mer konsentrert utenfor vernesonen. Median utvandringstidspunkt av sjøørret og sjørøye i Altafjorden er

henholdsvis 5. Juli og 26. juni, og tilbakevandringstidspunktet er henholdsvis midten av september og slutten av juli for sjøørret og sjørøye (Svenning & Jonsson, 2005). Denne korte oppholdstiden i fjorden i kombinasjon med lave sjøtemperaturer kan gjøre at et stort antall lus ikke rekker å nå adultstadiet før fisken går tilbake til ferskvann (Heuch et al., 2005)

Resultatene fra dette studiet gjør at det kan stilles spørsmålstegn til nytteverdien av en vernesone innerst i en fjord. For villaksen vil den ha liten positiv effekt siden laksen uansett ikke bruker disse områdene som beiteområde, men trekker raskt ut i havet (Hvidsten et al., 1998; Thorstad et al., 2007; Halttunen et al., 2009; Aas et al., 2011). Hvis vernesonen kan begrense antall oppdrettsanlegg i en fjord vil det være positivt i forhold til det totale lusemengden laksen møter på sin ferd ut mot havet, men hvis vernesonen gjør at anleggene blir liggende tettere lengre ut i fjorden så vil dette ikke utgjøre noen forskjell på det totale infeksjonstrykket av lakselus og heller ikke ha noen positiv effekt for vill laks. Asplin et al., (2004) mente at lakselus produsert i ytre fjordstrøk er verre infeksjonsmessig for laksesmolten enn lakselus som blir produsert innerst i fjorden. Dette blir begrunnet med at enten har vannet i de indre delene av fjorden ofte har en lav salinitet, <24 ‰, slik at det vil være høy dødelighet av luselarver, eller så har ikke nauplius- larvene rukket å nå det infektive kopepoditt- stadiet når laksen passerer langt inne i fjorden (Asplin et al., 2004).

Resultatene fra Altafjorden viste liten forskjell i infeksjon av lakselus på anadrom laksefisk mellom innsiden og utsiden av vernesonen. Dette tyder på at vernesonen kun har en begrenset effekt på luseinfeksjon på villfisk. Grunnen til dette kan være oppdrettsanlegget som var lokalisert på innsiden av vernesonen, eller at anleggene lå for tett inntil vernesonen slik at luselarvene likevel påvirket villfisk på innsiden (Asplin et al., 2004; Asplin et al., 2011). For Porsangerfjorden så det ut til at vernesonen ikke hadde noen betydning for lakselusmitte på villfisk slik situasjonen var, siden fjorden er fri for oppdrett. Generelt tyder resultatene på at infeksjoner av lakselus på vill laksefisk er et betydelig mindre problem i de store nasjonale laksefjordene i Nord- Norge enn hva som er observert lengre sør i landet (Bjørn et al., 2009; Bjørn et al., 2010a).

4.4 Produksjon av luselarver og vurdering av bærekraft for vill laksefisk i Altafjorden og Porsangerfjorden

Det ble ikke funnet noen direkte sammenheng mellom produksjonen av luselarver i oppdrettsanlegg og resultatene fra lakselus på vill laksefisk i Altafjorden. Variasjonen i antall produserte luselarver fra juli til desember kom som en følge av forskjeller i antall fisk som var infisert og antallet modne hunnlus disse var infisert med, men siden utviklingshastigheten av eggstrengene var styrt av temperatur (Heuch et al., 2001; Stien et al., 2005) var temperaturen i fjorden avgjørende for den totale luselarveproduksjonen hver måned. Det ble utført avlusning på seks oppdrettsanlegg i Altafjorden i oktober, og dette kan være en grunn til nedgangen i larveproduksjonen denne måneden. Med bakgrunn i villfiskstudiet var det forventet en forholdsvis jevn larveproduksjon i juli- september, og ikke en kraftig økning fra juli til september slik resultatene av larveproduksjonsmodellen viste. Infeksjonsnivåene på villfisk i denne studien var imidlertid svært lave i nasjonal målestokk sammenlignet med tidligere studier (Bjørn et al., 2004; Bjørn et al., 2005; Bjørn et al., 2007a; Bjørn et al., 2008; Bjørn et al., 2009; Bjørn et al., 2010a), noe som kan tyde på at luseproduksjon på anleggene også var liten i nasjonal målestokk. Dette bekreftes av lusetall fra de to sørlige fylkene Møre og Romsdal og Sogn og Fjordane. Disse hadde et gjennomsnittlig antall voksne hunnlus per oppdrettsfisk på henholdsvis 0,8 og 1,2 lus per fisk i september i 2010, mens for Finnmark var dette tallet 0,1 lus per oppdrettsfisk (www.lusedata.no). Det ble ikke registrert modne hunnlus på oppdrettslaks på anleggene i 2010 i Altafjorden før juli, og som eneste fylke i Norge ble det i Finnmark ikke funnet modne hunnlus på oppdrettsanleggene f.o.m. mars t.o.m. mai (www.lusedata.no). Porsangerfjorden har som nevnt kun et anlegg helt ytterst i fjorden (Storvika). Det ble ikke registrert lus på dette anlegget i hele 2010. Det totale antallet produserte luselarver produsert på oppdrettsanlegg i denne fjorden blir derfor null.

Som nevnt innledningsvis er modellen for luselarveproduksjon basert på en del parametre med varierende grad av usikkerhet. Det har blant annet blitt vist at oppdretterne ikke alltid rapporterer riktige lusetall (Lien, 2003), og det er vist at oppdretterne i gjennomsnitt ligger på $\pm 5\%$ feilestimering av biomassetall, men at dette kan variere helt fra 0- 40%.

Underestimering skjer hyppigst og står for 65 % av tilfellene (Anon, 2009b). Dette betyr at det er en viss mulighet for at antallet oppdrettslaks og antallet lus registrert hos disse brukt i min modell er underestimert. Videre ble det i denne studien antatt at hvert sett av eggstrenger inneholdt 500 luselarver, på bakgrunn av studiet til Tully & Whelan, (1993). Dette tallet ble

funnet etter en studie av til sammen 500 lus som ble samlet inn langs kysten av Irland. Heuch et al.,(2000) fant ikke et like klart mønster på antall egg per eggstreng under sin studie av lakselus fra oppdrettsanlegg og vill laksefisk fra vest- kysten av Norge. Kroppsstørrelse til lus, bruk av avlusningsmidler og forskjeller i immunrespons er faktorer som kan påvirke antallet produserte egg hos lakselus (Tully & Whelan, 1993; Glover et al., 2003). Det knytter seg derfor en viss usikkerhet til studien utført av Tully & Whelan, (1993) og verdien av overførbareheten til nordnorske forhold. Dette tallet har imidlertid tidligere blitt brukt i larveproduksjonsmodeller (Heuch & Mo, 2001). Tallene i denne oppgaven vil være underestimert hvis oppdrettsfisken i Altafjorden var infisert med lakselus som produserte mer enn 500 lus per sett av eggstrenger.

Forruten noen få unntak er det ikke å anta at infeksjonsnivået på fisken i de fire undersøkte lokalitetene i Altafjorden og Porsangerfjorden gav noen store negative fysiologiske konsekvenser for fisken (Taranger et al., 2011). Dette samsvarer med tidligere studier i de samme fjordene (Bjørn et al., 2009; Bjørn et al., 2010a), men står i kontrast til undersøkelser gjort i fjorder lengre sør i landet (Bjørn et al., 2005; Bjørn et al., 2007a; Bjørn et al., 2008; Bjørn et al., 2009; Bjørn et al., 2010a; Bjørn et al., 2010b). Dette er som nevnt tidligere mest sannsynlig knyttet til forskjeller i vanntemperatur og oppdrettsaktivitet i nærområdene. I Skillefjorden (Altafjorden) ble det i uke 27 funnet et lusenivå som overskred hva som er satt som grense for bærekraftig utvikling (Taranger et al., 2011). Disse fiskene var imidlertid stort sett infisert med kopepoditter og chalimuslarver med relative intensiteter som bare så vidt overskred grensen på 0,1 lus per gram (0,13 lus per gram og 0,11 lus per gram). Dette er fortsatt et godt stykke unna hva Bjørn & Finstad, (1998) viste til for osmoregulatoriske problemer (0,7 lus per gram fisk) og hva Bjørn & Finstad, (1998) fant for dødelighet (1,6 lus per gram fisk). Sjørøya er ifølge Tveiten et al., (2010) mer sensitiv for luseinfeksjoner og viser osmoregulatoriske problemer allerede ved et lusenivå på 0,07 lus per gram fisk. Ingen av sjørøyene som ble fanget i Altafjorden og Porsangerfjorden hadde en relativ intensitet som overskred 0,07 lus per gram fisk. Med dette som bakgrunn betyr det at 10,5 % av vill sjørørret og sjørøye i Skillefjorden i uke 27 hadde en luseinfeksjon som overskred 0,1 lus per gram, mens for uke 36 var 7,1 % av fisken over denne grensen på samme lokalitet. Risikoen for at lakselus skal ha en populasjonsregulerende effekt blir derfor lav i Altafjorden og Porsangerfjorden.

Utvandringstidspunktet for laksesmolt i Altafjorden er i månedskiftet juni/ juli (Hvidsten et al., 1998) Estimatene fra luselarveproduksjonen i Altafjorden viste at larveproduksjonen var svært lav i denne tidsperioden. Siden laksen passerer fjorden såpass raskt på sin vei ut mot havet er det liten grunn til å tro at laksebestanden i Altafjorden vil bli negativt påvirket av lus under utvandring. Dette samsvarer med resultatene til Bjørn et al., (2007b) hvor det ikke ble registrert lakselus på noen av de 153 laksesmolt som ble fanget i Altafjorden, noe som antakeligvis indikerte en ”mismatch” mellom utvandringen av laksesmolt og den sesongmessige økningen av luselarver i Atafjorden (Bjørn et al., 2007b). Oppdrettsanleggene er ofte plassert nært littoralsonen og ikke lengre ut i fjorden hvor laksen har sin migrasjonsrute. På den annen side har det blitt registrert en forlenget beiteadferd av atlantisk postsmolt i Altafjorden enkelte år (Rikardsen et al., 2004), slik at det ikke kan utelukkes at laksen kan oppleve et vist infeksjonstrykk av lakselus.

Denne studien viser at den relative intensiteten av lakselus på vill sjøørret og sjørøye i de to undersøkte fjordene ligger godt under hva Havforskningsinstituttet har satt som grense for hvilket infeksjonstrykk som gir populasjonsregulerende effekt. Dette til tross for at det i Altafjorden drives intensiv oppdrett. Grunnen til det forholdsvis lave lusenivået er antakeligvis den lave temperaturen i sjøen i vår, sommer og høst- sesongen. Situasjonen kan imidlertid endre seg dersom oppdrettsintensiteten øker, vanntemperaturen stiger eller lusemidlene slutter å fungere (Bjørn et al., 2009; Bjørn et al., 2010a).

Referanser

Aas. Ø., Einum. S, Klemetsen. A, Skurdal. J (2011). "Atlantic salmon ecology" Blackwell publishing. West sussex, UK.

Anonymous (1995) "Report of the sea trout working group, 1994." Department of the marine, Dublin.

Anonymous (1999) Til laks åt alle kan ingen gjera? Om årsaker til nedgangen i de norske villaksbestandene og forslag til strategier og tiltak for å bedre situasjonen, Stastens forvaltningstjeneste. Norges offentlige utredninger. NOU 1999:9, 1-296

Anonymous (2002) Om opprettelsen av nasjonale laksevassdrag og laksefjorder. Det kongelige miljødepartement. St. prp. Nr. 79, 1-116.

Anonymous (2004) Nasjonale laksevassdrag og laksefjorder. Ferdigstilling av ordningen. www.dirnat.no/archive/attachments/01/61/NLVNL053.pdf

Anonymous (2006) Om vern av villaksen og ferdigstilling av nasjonale laksevassdrag og laksefjorder. St.prp.nr.32 (2006- 2007), Det Kongelige Miljøverndepartement 143 pp

Anonymous (2009a) "Rapport fra vitenskapelig råd for lakseforvaltningen. Status for norske laksebestander i 2009 og råd om beskatning." NR 1.

Anonymous (2009b). "Konsekvensanalyse - utredning rundt følgene av feilestimering av biomasse i sjøbasert oppdrett" SINTEF Fiskeri og havbruk på oppdrag fra Marine Harvest Norge AS, Norbit AS og Akvagroup ASA.

Asplin L, Boxaspen K, Sandvik AD (2004) "Modelled distribution of salmon lice in a Norwegian fjord." ICES CM 2004/P:11

Asplin L, Boxaspen K, Sandvik AD (2011) "Modelling the distribution and abundance of planktonic larval stages of *Lepeophtheirus salmonis* in Norway In: Jones S, Beamish R, (ed) Salmon lice: An Integrated Approach to Understanding Parasite Abundance and Distribution Wiley- Blackwell, Oxford, UK, in press.

Birkeland, K. (1996a). "Salmon lice, *Lepeophtheirus salmonis* Krøyer, infestations and implications for anadromous brown trout, *Salmo trutta* L". Dr. scient. Thesis, University of Bergen

Birkeland, K. and P. J. Jakobsen (1997). "Salmon lice, *Lepeophtheirus salmonis*, infestation as a causal agent of premature return to rivers and estuaries by sea trout, *Salmo trutta*, juveniles." Environmental Biology of Fishes 49(1): 129-137.

Berg, O. K. and M. Berg (1987). "Migrations of Sea Trout, *Salmo-Trutta*-L, from the Vardnes River in Northern Norway." Journal of Fish Biology 31(1): 113-121.

Bjørn, P. A. and B. Finstad (1998). "The development of salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*) on artificially infected post smolts of sea trout (*Salmo trutta*)." *Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie* 76(5): 970-977.

Bjørn, P. A., B. Finstad and R. Kristoffersen (2001). "Salmon lice infection of wild sea trout and Arctic char in marine and freshwaters: the effects of salmon farms." *Aquaculture Research* 32(12): 947-962.

Bjørn, P. A. and B. Finstad (2002). "Salmon lice, *Lepeophtheirus salmonis* (Kroyer), 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 Journal of Marine Science* 59(1): 131-139.

Bjørn, P. A., Finstad, B. & Kristoffersen, R. (2004). "Registreringer av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye i 2003." NINA Oppdragsmelding 853: 1-28

Bjørn, P. A., Finstad, B. & Kristoffersen, R. (2005). "Registreringer av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye i 2003." NINA Rapport 60: 1-26

Bjørn, P.A., Finstad, B., Nilsen, R., Skaala, Ø. & Øverland, T. (2007a). Registreringer av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye i 2006. NINA Rapport 250: 1-24.

Bjørn, P. A., B. Finstad, R. Kristoffersen, R. S. McKinley and A. H. Rikardsen (2007b). "Differences in risks and consequences of salmon louse, *Lepeophtheirus salmonis* (Kroyer), infestation on sympatric populations of Atlantic salmon, brown trout, and Arctic charr within northern fjords." *Ices Journal of Marine Science* 64(2): 386-393.

Bjørn, P.A., Finstad, B., Nilsen, R., Asplin, L., Uglem, I., Skaala, Ø., Boxaspen, K.K. & Øverland, T. (2008). Nasjonal overvåkning av lakselusinfeksjon på ville bestander av laks, sjøørret og sjørøye i forbindelse med nasjonale laksevassdrag og laksefjorder. NINA Rapport 377: 1-33.

Bjørn, P.A., Finstad, B., Nilsen, R., Uglem, I., Asplin, L., Skaala, Ø., Boxaspen, K.K. & Øverland, T. (2009). "Nasjonal lakselusovervåkning 2008 på ville bestander av laks, sjøørret og sjørøye langs Norskekysten samt i forbindelse med evaluering av nasjonale laksevassdrag og laksefjorder." NINA Rapport 447: 1-52.

Bjørn, P.A., Finstad, B., Nilsen, R., Uglem, I., Asplin, L., Skaala, Ø. & Hvidsten, N.A. (2010a a). Nasjonal lakselusovervåkning 2009 på ville bestander av laks, sjøørret og sjørøye langs Norskekysten samt i forbindelse med evaluering av nasjonale laksevassdrag og laksefjorder. NINA Oppdragsmelding 547. 50 sider.

Bjørn, P.A., Asplin, L., Nilsen, R., Boxaspen, K.K., Finstad, B., Uglem, I., Kålås, S & Barlaup, B. (2010b). "Luseinfeksjonen på vill laksefisk langs Norskekysten i 2010." Nr. 13-2010.

Bjørn, P. A., Sivertsgård, R., Finstad, B., Nilsen, R., SerraLlinares, R. M & Kristoffersen, R (i trykk). "Can area protection reduce salmon louse infection risk on wild salmonids?"

Boxaspen, K. and T. Naess (2000). "Development of eggs and the planktonic stages of salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*) at low temperatures." *Contributions to Zoology* 69(1-2): 51-55.

Boxaspen, K. (2006). "A review of the biology and genetics of sea lice." *Ices Journal of Marine Science* 63(7): 1304-1316.

Bush, A.O., Lafferty, K.D., Lotz, J.M. & Shostak, A.W., (1997). Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *Journal of Parasitology*, 83, 575-583.

Butler, J. R. A. and J. Watt (2003). "Assessing and managing the impacts of marine salmon farms on wild Atlantic salmon in western Scotland: Identifying priority rivers for conservation." *Salmon at the Edge*: 93-118.

Costello M, Costello J, Roche N (1996) Planktonic dispersion of larval salmon lice, *Lepeophtheirus salmonis*, associated with cultured salmon, *Salmo salar*, in Western Ireland. *J Mar Biol Assoc, UK* 76:141–149

Costello, M. J. (2006). "Ecology of sea lice parasitic on farmed and wild fish." *Trends in Parasitology* 22(10): 475-483.

Eithun, I., (2000). "Measures to control sea lice in Norwegian salmon farms." *Caligus* 6, 4-5.

Finstad, B., P. A. Bjørn, A. Grimnes and N. A. Hvidsten (2000). "Laboratory and field investigations of salmon lice [*Lepeophtheirus salmonis* (Kroyer)] infestation on Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) post-smolts." *Aquaculture Research* 31(11): 795-803.

Finstad B., Økland F., Thorstad E.B., Bjørn P.A. & McKinley R.S. (2005) Migration of hatchery-reared Atlantic salmon and wild anadromous brown trout post-smolts in a Norwegian fjord system. *Journal of Fish Biology* 66, 86–96.

Finstad, B., Bjørn, P. A., Todd, C. T., Whoriskey, F., Gargan, P. G., Forde, G. & Revie, C. W. (2011). "The effect of sea lice on Atlantic Salmon and other Salmonid Species. In: *Atlantic Salmon Ecology*" (ed. Aas, Ø., Einum, S., Klemetsen, A. & Skurdal, J). pp 253-276. Oxford: Blackwell Publishing Ltd.

Gargan PG, Tully O, Poole WR (2003) "Relationship between sea lice infestation, sea lice production and sea trout survival in Ireland, 1992–2001." In: Mills D, editor. *Salmon at the edge*. Oxford: Blackwell Science. pp. 119–135.

Glover, K.A, Ø. Skaala, F. Nilsen, R. Olsen, J.B. Taggart and A.J. Teale, (2003) Differing susceptibility of anadromous brown trout *Salmo trutta* L. populations to salmon lice infections, *ICES J. Mar. Sci.* 60 (2003), pp. 1–10.

Grimnes, A. and P. J. Jakobsen (1996). "The physiological effects of salmon lice infection on post-smolt of Atlantic salmon." *Journal of Fish Biology* 48(6): 1179-1194.

Grimnes A, Finstad B, Bjørn PA (1999) "Registreringer av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye i 1998." NINA (Nor Inst Nat Res). Oppdragsmelding 579:1–33

Halttunen E, Rikardsen AH, Davidsen JG, Thorstad EB, Dempson JB (2009) Survival, migration speed and swimming depth of Atlantic salmon kelts during sea entry and fjord migration. In: Nielsen JL, Fragoso N, Lutcavage M, Arrizabalaga H, Hobday A, Sibert J (eds) Tagging and tracking of marine animals with electronic devices. Reviews: methods and technologies in fish biology and fisheries, Vol 9. Springer-Verlag, Dordrecht, p 35–49

Heuch PA, Nordhagen JR, Schram TA (2000) Egg production in the salmon louse *Lepeophtheirus salmonis* (Krøyer) in relation to origin and water temperature. *Aquacult Res* 31:805–814

Heuch, P. A. and T. A. Mo (2001). "A model of salmon louse production in Norway: effects of increasing salmon production and public management measures." *Diseases of Aquatic Organisms* 45(2): 145-152.

Heuch, P. A., J. A. Knutsen, H. Knutsen and T. Schram (2002). "Salinity and temperature effects on sea lice over-wintering on sea trout (*Salmo trutta*) in coastal areas of the Skagerrak." *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 82(5): 887-892.

Heuch, P. A., P. A. Bjorn, B. Finstad, J. C. Holst, L. Asplin and F. Nilsen (2005). "A review of the Norwegian 'National Action Plan Against Salmon Lice on Salmonids': The effect on wild salmonids." *Aquaculture* 246(1-4): 79-92.

Holst et al., (2003b) J.C. Holst, P. Jacobsen, F. Nilsen, M. Holm, L. Asplin and J. Aure, "Morality of seaward-migrating post-smolts of Atlantic salmon due to salmon lice infection in Norwegian salmon stocks." In: D. Mills, Editor, *Salmon at the edge*, Blackwell Science, Oxford (2003), pp. 136–137.

Hvidsten, N. A., Heggberget, T. G. & Jensen, A. J. (1998). "Sea water temperature at Atlantic salmon smolt entrance." *Nordic Journal of Freshwater Research* 74, 79–86.

Jensen, A. J., Finstad, B., Forseth, T. og Rikardsen, A. (2005). "Sjøørret, sjørøye og klima. Kystøkologi: økosystemer og menneskelig aktivitet." M. A. Svenning og B. Jonsson. Trondheim, Norsk institutt for naturforskning, Temahefte 31, 55-61.

Johansen, M. (2007) Regionvis vurdering av bestandene av anadrom laksefisk i Finnmark, pp 91

Johnson, L. (1980). The Arctic charr. pp. 15-98. In: E.K. Balon (ed.) *Charrs, Salmonid Fishes of the Genus *Salvelinus**, Dr W. Junk Publishers, The Hague.

Johnson and Albright, (1991b) S.C. Johnson and L.J. Albright, "Development, growth and survival of *Lepeophtheirus salmonis* (Copepoda: Caligidae) under laboratory conditions", *J. Mar. Biol. Assoc. UK* 71 (1991), pp. 425–436.

Johnson, S.C. Blaylock R.B., J. Elphick and K.D. Hyatt, (1996) Disease induced by the sea louse (*Lepeophtheirus salmonis*) (Copepoda: Caligidae) in wild sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) stocks of Alberni Inlet, British Columbia, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53 (1996), pp

Johnsen, Maja (2001). "Population dynamics of the two seal lice species *Lepeophtheirus salmonis* (Krøyer, 1837) and *Caligus elongatus* (von Nordmann, 1832) on farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and wild sea trout (*Salmo trutta* L.) in northern Norway, and possible ways of salmon lice transmission." Thesis Candidata Scientiarum.

Kabata, Z., (1979). Parasitic Copepoda of British fishes. London: The Ray Society.

Kabata, Z. (1974). "Lepeophtheirus-Cuneifer Sp-Nov (Copepoda-Caligidae), a Parasite Rasisite of Fishes from Pacific-Coast of North-America." Journal of the Fisheries Research Board of Canada 31(1): 43-47.

Klemetsen, A., P.-A. Amundsen, J. B. Dempson, B. Jonsson, N. Jonsson, M. F. O'Connell & E. Mortensen, (2003). Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L. and Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.): a review of aspects of their life histories. Ecology of Freshwater Fish 12: 1–59.

Krkosek, M., M. A. Lewis and J. P. Volpe (2005). "Transmission dynamics of parasitic sea lice from farm to wild salmon." Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences 272(1564): 689-696.

Lien, 2003 Lien, T., 2003. "Lakselusprosjekt våren (2003)." Statens Dyrehelsetilsyn ved Fylkesveterinæren for Hordaland og Sogn og Fjordane, Bergen, Norway, Report.

Lyse, A.A., Stefansson, S.O. & Fernø, A., (1998). "Behaviour and diet of sea trout post-smolts in a Norwegian fjord system." Journal of Fish Biology, 52, 923-936.

McKibben, M. A. and D. W. Hay (2004). "Distributions of planktonic sea lice larvae *Lepeophtheirus salmonis* in the inter-tidal zone in Loch Torridon, Western Scotland in relation to salmon farm production cycles." Aquaculture Research 35(8): 742-750.

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 Journal of Marine Science, 55, 176-180.

Nagasawa K. (1985). "Comparison of the infection levels of *Lepeophtheirus salmonis* (Copepoda) on chum salmon captured by two methods." Jpn. J. Ichthyol. 32: 368-370.

Nolan, D. T., P. Reilly and S. E. W. Bonga (1999). "Infection with low numbers of the sea louse *Lepeophtheirus salmonis* induces stress-related effects in postsmolt Atlantic salmon (*Salmo salar*)." Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 56(6): 947-959.

Pike AW, SL Wadsworth. (1999). "Sealice on salmonids: their biology and control." Adv. Parasitol. 44: 233-337.

Pemberton, R. (1976). "Sea trout in North Argyll sea lochs": II. diet. *Journal of Fish Biology* 9, 195–208.

Rikardsen, A. H., P. A. Amundsen, P. A. Bjorn and M. Johansen (2000). "Comparison of growth, diet and food consumption of sea-run and lake-dwelling Arctic charr." *Journal of Fish Biology* 57(5): 1172-1188.

Rikardsen, A. H., M. Haugland, P. A. Bjorn, B. Finstad, R. Knudsen, J. B. Dempson, J. C. Holst, N. A. Hvidsten and M. Holm (2004b). "Geographical differences in marine feeding of Atlantic salmon post-smolts in Norwegian fjords." *Journal of Fish Biology* 64(6): 1655-1679.

Rikardsen, A. H., D. J. M. Elliott, J. B. Dempson, J. Sturlaugsson and A. J. Jensen (2007). "The marine temperature and depth preferences of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) and sea trout (*Salmo trutta*), as recorded by data storage tags." *Fisheries Oceanography* 16(5): 436-447.

Roth, M., R. H. Richards and C. Sommerville (1993). "Current Practices in the Chemotherapeutic Control of Sea Lice Infestations in Aquaculture - a Review." *Journal of Fish Diseases* 16(1): 1-26.

Schram, T.A., 1993. Supplementary descriptions of the developmental stages of *Lepeophtheirus salmonis* (Krøyer, 1837) (Copepoda: Caligida). In *Pathogens of wild and farmed fish: sea lice* (ed. G.A. Boxshall and D. Defaye), pp. 30-47. Chichester: Ellis & Horwood.

Schram, T. A., J. A. Knutsen, P. A. Heuch and T. A. Mo (1998). "Seasonal occurrence of *Lepeophtheirus salmonis* and *Caligus elongatus* (Copepoda: Caligidae) on sea trout (*Salmo trutta*), off southern Norway." *Ices Journal of Marine Science* 55(2): 163-175.

Stien, A., P. A. Bjorn, P. A. Heuch and D. A. Elston (2005). "Population dynamics of salmon lice *Lepeophtheirus salmonis* on Atlantic salmon and sea trout." *Marine Ecology-Progress Series* 290: 263-275.

Suhr, A. H, (2010) "Vandringsmønster til sjørøye og sjørøret i et nordnorsk fjordsystem." Master thesis. University of Tromsø.

Svenning, M. A og Jonsson, B. (2005) *Kystøkologi: økosystemprosesser og menneskelig aktivitet*. NINAs strategiske instituttprogrammer, 2001- 2005,- NINA temahefte 31, 64pp.

Taranger, G. L., Boxaspen, K. K. Madhun, A. S. Svåsand, T (2010) "Risikovurdering – miljøvirkninger av norsk fiskeoppdrett"

Thorstad, E. B., F. Okland, B. Finstad, R. Sivertsgard, P. A. Bjorn and R. S. McKinley (2004). "Migration speeds and orientation of Atlantic salmon and sea trout post-smolts in a Norwegian fjord system." *Environmental Biology of Fishes* 71(3): 305-311.

Thorstad, E. B., F. Okland, B. Finstad, R. Sivertsgard, N. Plantalech, P. A. Bjorn and R. S. McKinley (2007). "Fjord migration and survival of wild and hatchery-reared Atlantic salmon and wild brown trout post-smolts." *Hydrobiologia* 582: 99-107.

Tingley, G. A., M. J. Ives and I. C. Russell (1997). "The occurrence of lice on sea trout (*Salmo trutta* L.) captured in the sea off the East Anglian coast of England." *Ices Journal of Marine Science* 54(6): 1120-1128.

Todd, C. D, Walker AM, Wolff K, Northcott SJ, Walker AF, Ritchie MG, Hoskins R, Abbott RJ, Hazon N. (1997). Genetic differentiation of populations of the copepod sea louse *Lepeophtheirus salmonis* (Krøyer) ectoparasitic on wild and farmed salmonids around the coasts of Scotland: Evidence from RAPD markers. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 210: 251-274.

Tully, O. and K. F. Whelan (1993). "Production of Nauplii of *Lepeophtheirus-Salmonis* (Kroyer) (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." *Fisheries Research* 17(1-2): 187-200.

Tully, O., P. Gargan, W. R. Poole and K. F. Whelan (1999). "Spatial and temporal variation in the infestation of sea trout (*Salmo trutta L.*) by the caligid copepod *Lepeophtheirus salmonis* (Kroyer) in relation to sources of infection in Ireland." *Parasitology* 119: 41-51.

Tveiten, H., P. A. Bjorn, H. K. Johnsen, B. Finstad and R. S. McKinley (2010). "Effects of the sea louse *Lepeophtheirus salmonis* on temporal changes in cortisol, sex steroids, growth and reproductive investment in Arctic charr *Salvelinus alpinus*." *Journal of Fish Biology* 76(10): 2318-2341.

Wagner, G. N., R. S. McKinley, P. A. Bjorn and B. Finstad (2003). "Physiological impact of sea lice on swimming performance of Atlantic salmon." *Journal of Fish Biology* 62(5): 1000-1009.

Wootten, R., Smith, J.W. and Needham, E.A., (1982). Aspects of the biology of the parasitic copepods *Lepeophtheirus salmonis* and *Caligus elongatus* on farmed salmonids and their treatment. *Proc. R. Sot. Edinburgh*, 81 B: 185- 197.

Appendix

Appendix A: Testverdier for signifikansnivå av prevalens og abundans (i parentes) av lakselus på vill sjørørret og sjørøye fanget med flytegarn. Testene er foretatt mellom de forskjellige ukene for de ulike lokalitetene i Altafjorden og Porsangerfjorden 2010. Verdiene for ble betraktet signifikant forskjellige ved en p- verdi < 0,05.

Talvik			Skillefjord		
Uke	31	36	Uke	31	36
27	p=0,899 (p=0,612)	p=0,133 (p=0,086)	27	p=0,112 (p=0,030)	p=0,678 (p=0,517)
31		p=0,094 (p=0,079)	31		p=0,28 (p=0,189)
Handelsbukt			Kåfjord		
Uke	31	36	Uke	31	36
28	p=0,004 (p=0,022)	p=0,544 (p=0,404)	28	p=0,505 (p=0,505)	p=0,522 (p=0,161)
31		p=0,069 (p=0,462)	31		p=0,391 (p=0,044)

Appendix B: Oppsummerte parametre som beskriver infeksjonen av lakselus på vill sjørørret og sjørøye for de fire prøvefiskelokalitetene i Altafjorden og Porsangerfjorden. Standardavvik er angitt for gjennomsnittlig intensitet og abundans.

Altafjorden	Skillefjorden			Talvik		
	uke 27	uke 31	uke 36	uke 27	uke 31	uke36
Antall fisk	19	15	14	20	22	31
Prevalens	84,2	60	78,6	70	68,2	87,1
Gjennomsnittlig intensitet	7,6±4,1	4,8±2,3	9,1±9,0	4,3±3,4	6,3±12,9	5,4±4,0
Abundans	6,4±4,7	2,9±3,0	7,1±8,6	3,0±3,8	4,3±11,0	4,7±4,1
Median	6	2	4	1	1	3
Varians	22,1	9,0	74,2	14,4	119,9	17,2
Varians /Abundans	3,4	3,1	10,4	4,8	28,0	3,7
Porsangerfjorden	Handelsbukt			Kåfjord		
	uke 28	uke31	uke36	uke28	uke31	uke36
Antall fisk	34	22	16	31	36	6
Prevalens	23,5	54,5	25	6,5	11,11	0
Gjennomsnittlig intensitet	1,3±0,5	1,5±0,8	4,3±2,2	1±0	1±0	0
Abundans	0,3±0,6	0,8±1,0	1,1±1,8	0,1±0,2	0,1±0,3	0
Median	0	1	0	0	0	0
Varians	0,34	0,92	3,10	0,06	0,10	0
Varians /Abundans	1,14	1,12	2,91	0,96	0,92	0

Appendix C: Testverdier for signifikansnivå av prevalens og abundans (i parentes) av lakselus på vill sjørørret og sjørøye fanget med flytegarn og lakselus på laksesmolt i bur. Testene er foretatt mellom den totale prevalens og abundans i Altafjorden og Porsangerfjorden.

	Altafjorden/Porsangerfjorden
Villfisk	p<0,00001 (p<0,00001)
Burfisk	p<0,00001 (p<0,00001)

Appendix D: Prevalens, gjennomsnittlig intensitet og abundans for villfisk og burfisk på de ulike lokalitetene og sektorene i Altafjorden og Porsangerfjorden 2010.

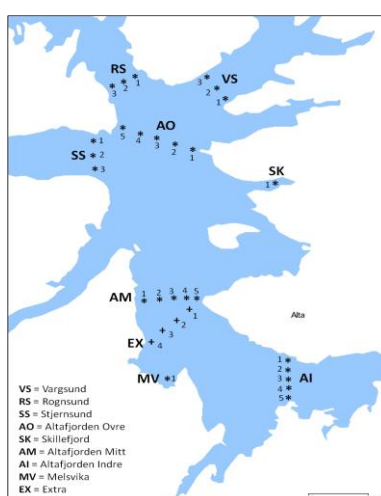
Villfisk	prevalens	gj. intens	abundans
<i>Altafjorden (totalt)</i>	76,0 %	6,1	4,60
Talvik	76,7 %	5,4	4,20
Skillefjord	75,0 %	7,0	5,10
<i>Porsangerfjorden (totalt)</i>	19,3 %	1,7	0,32
Handelsbukta	33,3 %	1,7	0,60
Kåfjord	8,2 %	1,0	0,10
Burfisk	prevalens	gj. Intens	abundans
<i>Altafjorden (totalt)</i>	41,0 %	3,0	1,2
Indre sektor	5,5 %	1,0	0,05
Ytre sektor	21,0 %	1,3	0,26
Øksfjordsektor	75,8 %	3,5	2,64
<i>Porsangerfjorden (totalt)</i>	2,6 %	1,0	0,03
Indre sektor	2,2 %	1,0	0,02
Ytre sektor	3,0 %	1,0	0,03

Appendix E: Testverdier for signifikansnivå av prevalens og abundans (i parentes) av lakselus på villfisk mellom Talvik og Skillefjorden og mellom Handelsbukta og Kåfjord. Samt testverdier for signifikansnivå av prevalens og abundans av lakselus på burfisk mellom indre og ytre bursektor i Altafjorden og mellom indre og ytre bursektor i Porsangerfjorden.

Villfisk	<i>Talvik/Skillefjord</i>	<i>Handelsbukta/Kåfjord</i>
	p=0,8290 (p=0,1667)	p=0,0007 (p=0,00008)
Burfisk	<i>Altafjorden</i>	<i>Porsangerfjorden</i>
<i>Indre sektor/ytre sektor</i>	p=0,0123 (p=0,0045)	p=0,7259 (0,7036)
Indre sektor/Øksfjord sektor	p=6,2* (10) ⁻¹⁷ (p=1,3*(10) ⁻¹⁹)	
Ytre sektor/Øksfjord sektor	p=7,0* (10) ⁻¹³ (p=6,8*(10) ⁻¹⁹)	

Appendix F: Salinitet (‰) og temperatur (°C) med stadardavvik for henholdsvis Altafjorden og Porsangerfjorden, samt kart med avmerkede transekter og lokaliteter for datainnsamling.

Altafjorden	Uke 31		Uke 36	
	Salinitet	Temperatur	Salinitet	Temperatur
MV	30,1	11,2	33,2	8,4
SK	30	11,4	32,2	8,5
AM	30,7±0,39	10,8±0,45	-	-
EX	-	-	32,3±0,3	8,7±0,05
VS	30,7±0,25	10,5±0,21	-	-
RS	31,5±0,61	10,3±0,21	-	-
SS	31,7±0,62	10,4±0,15	-	-
AO	31,3±0,34	10,6±0,4	-	-
AI	28,6±0,28	11,9±0,30	-	-



Porsangerfjorden	Uke 28		Uke 31		Uke 36	
	Salinitet	Temperatur	Salinitet	Temperatur	Salinitet	Temperatur
PF1	31,8±0,53	8,1±0	31,5±0,62	9,7±0,45	-	-
PF2	-	-	32,3±0,25	10,9±0,35	-	-
PF3	-	-	-	-	-	-
PF4	33,4±0,55	8,9±0,49	33,1±0,22	10,4±0,55	-	-
PF5	33,6±0,79	8,7±0,01	-	-	-	-
PF6	-	-	-	-	-	-
PF- extra	-	-	-	-	32,6±0,04	7,9±0,05
HB	31,4	6,3	-	-	31,9	7,9

