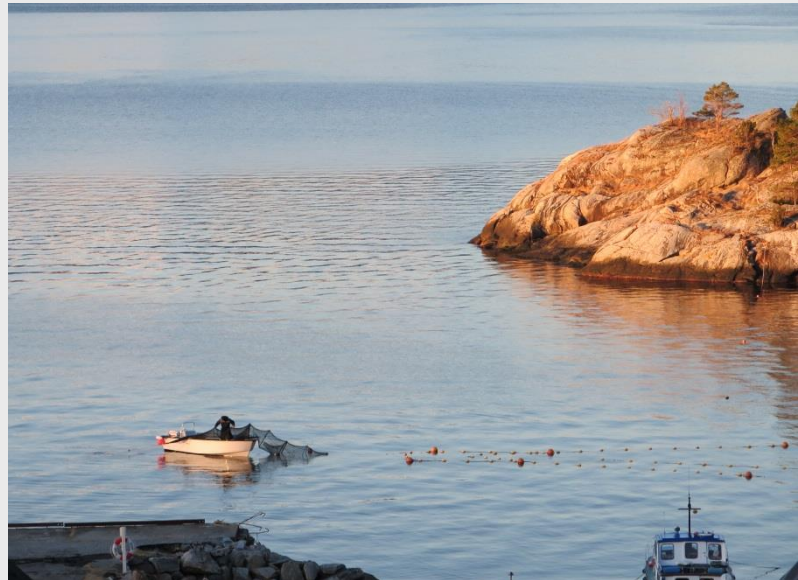
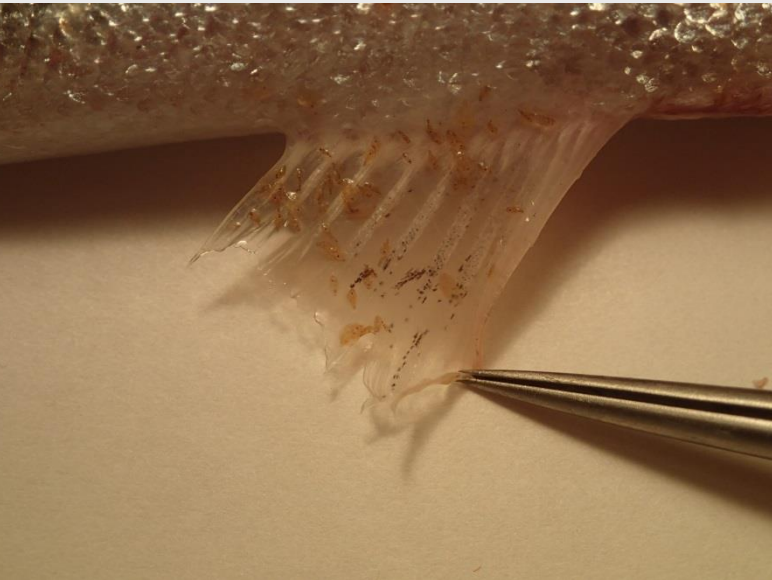


# Registrering av lakselus på sjørretet i Sognefjorden 2013-2016

Samlerapport for prosjektperioden



# Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske

LFI Uni Miljø  
Nygårdsgaten 112  
5008 Bergen

Telefon: 55 58 22 28

ISSN nr: ISSN-1892-889

LFI-rapport nr: 278

**Tittel:** Registrering av lakselus på sjøørret i Sognefjorden 2013-2016 – Samlerapport for prosjektperioden

**Dato:** 13.12.2016

**Forfattere:** Knut Wiik Vollset, Ina Bakke Birkeland, Bjørnar Skår & Bjørn T. Barlaup

**Røktare av storruser:** Morten Jacobsen, Olav Giskeødegaard, Tore Kyrkjebø og Arve Frivik

**Geografisk område:** Sognefjorden

**Oppdragsgiver:** Sogn Villaksråd ved prosjektansvarlig Bjarne Meel

**Antall sider:** 98

**Emneord:** Sjøaure, lakselus, storruse

**Utdrag:** Vinteren 2013 engasjerte Sogn Villaksråd LFI fra Uni Research Miljø i Bergen for å være faglig ansvarlig for å gjennomføre en prøvetakning av sjøaure innfanget med storruse i Sognefjorden. Bakgrunnen for initiering av prosjektet var bekymringsmeldinger for tilstanden til sjøauren i Sognefjorden og hensikten med prosjektet var i utgangspunktet å kartlegge lusesituasjonen/ infeksjonsnivået på sjøauren som befant seg i Sognefjorden vinter/vår 2013. Arbeidet ble videreført for årene 2014-2016 og denne rapporten sammenstiller resultatene fra hele prosjektperioden 2013-2016. De viktigste forklaringsvariablene for lusedataene virket til å være vekt, sone (innenfor eller utenfor nasjonal sone) og år. Periode (januar-februar versus mars-april) virket ikke til å være en viktig forklaringsvariabel. Antall fastsittende og bevegelige lus økte med vekt. Det var signifikant flere lus (fastsittende og bevegelige) innenfor den nasjonale laksefjord grensen. For fastsittende var det signifikant flere lus i 2014 sammenlignet med 2015 og 2016. Mens for bevegelige var det motsatt med signifikant færre lus i 2014 sammenlignet med 2015 og 2016. Resultatet fra fire år med studier av lusemengder på sjøørret i Sognefjorden på vinterstid har vist at det forekommer epizootiske utbrudd av lakselus på sjøauren om vinteren i Sognefjorden, selv om slike episoder er registrert relativt sjelden (kun observert i 2014). Nivåene av lus som observeres utenom disse episodene relativt høye til sammenligning med hva som er observert om vinteren på sjøørret i områder uten oppdrett.

**Forsidefoto:** Oppe til høyre: Britt Sissel Kyrkjebø. Resterende: Uni Research Miljø LFI

## Innhold

Sammendrag .....	5
1. Introduksjon .....	6
2. Lokalitet .....	8
3. Materiale og metode.....	9
3.1 Fangstredskap – modifisert storruse.....	9
3.2 Prøvetaking av sjøørret .....	10
3.2.1 Prøvetaking 2013:.....	11
3.2.2 Prøvetaking 2014:.....	11
3.2.3 Prøvetaking 2015:.....	12
3.2.4 Prøvetaking 2016:.....	12
3.3 Telling av lakselus i felt.....	12
3.4 Telling av lakselus i laboratorium .....	14
3.5 Registrering av lus på oppdrettsfisk .....	15
3.6 Definisjon av grenseverdier brukt i denne rapporten.....	15
3.7 Dataanalyse .....	15
3.8 Genetisk analyse.....	16
4. Resultater .....	16
4.1 Temperatur- og salinitetsmålinger.....	16
4.2 Telling av lakselus i felt.....	18
4.2.1 Fordeling av lus.....	18
4.2.2 Kondisjon .....	18
4.3 Tellinger av lakselus på laboratorium .....	20
4.3.1 Fordeling av lus.....	20
4.3.2 Lus per gram fisk.....	24
4.3.3 Fordeling av stadier .....	25
4.3.4 Modellresultater.....	25
5. Diskusjon .....	27
6. Konklusjoner.....	28
7. Referanser .....	29
Appendix I. Genetiske analyser av sjøørret fanget i Sognefjorden .....	31

Appendix II. Oppsummering av modell resultater .....	35
Appendix III. Resultater av telling av lakselus på lab ved lokalitetene Kvamsøy, Arnafjord og Kyrkjebø i 2014, 2015 og 2016.....	38
Appendix IV. Hvorfor har vi lagt mindre vekt på telling av data i felt utført av lokalt personell. ....	42
Appendix V. Rådata fra lakselustelling på lab ved lokalitetene Kvamsøy, Arnafjord og Kyrkjebø i 2014, 2015 og 2016.....	43
Appendix VI-VIII. Tidligere notater fra 2013-2015.....	49

## Sammendrag

Vinteren 2013 engasjerte Sogn Villaksråd LFI fra Uni Research Miljø i Bergen for å være faglig ansvarlig for å gjennomføre en prøvetakning av sjøørret innfanget med storruse i Sognefjorden. Bakgrunnen for initiering av prosjektet var bekymringsmeldinger for tilstanden til sjøørret i Sognefjorden og hensikten med prosjektet var i utgangspunktet å kartlegge lusesituasjonen/infeksjonsnivået på sjøørret som befant seg i Sognefjorden vinter/vår 2013. Arbeidet ble videreført for årene 2014-2016 og denne rapporten sammenstiller resultatene fra hele prosjektperioden 2013-2016. Vi har valgt å oppsummere resultatene for 2014-2016 i to perioder: januar-februar og mars-april. Bakgrunnen for dette er at datsettet på lakselus som er innsamlet er utfordrende å analysere statistisk. En av årsakene er at dataen er ubalansert. Det vil si at det ikke i alle tidsperioder/år kombinasjoner er gjort prøvetakning. I tillegg er dataen, på lik linje med data på nesten alle parasitter i verden, klumpvis fordelt. Det vil si at det er noen individer som har veldig mange lus og en relativt stor andel som har få lus. Dette gjør det komplisert å bruke tradisjonelle statistiske analyser som baserer seg på at dataen er normalfordelt. Ved å dele opp dataen i større tidsintervaller vil det øke antall individer i hvert tidsintervall, og dermed gjøre det enklere å tilpasse en statistisk modell. For resultater utenom de nevnte periodene henvises det til tidligere notater fra prosjektperioden som finnes som appendix til denne rapporten.

De viktigste forklaringsvariablene for lusedataene virket til å være vekt, sone (innenfor eller utenfor nasjonal sone) og år. Periode (januar-februar versus mars-april) virket ikke til å være en viktig forklaringsvariabel. Antall fastsittende og bevegelige lus økte med vekt. For fastsittende lus var derimot dette mønsteret sterkt drevet av noen enkelt fisk i 2014, og det er dermed knyttet usikkerhet til dette resultatet. Det var derimot et klarere mønster for bevegelige lus der antall bevegelige lus økte med vekten på fisken. Det var signifikant flere lus (fastsittende og bevegelige) innenfor den nasjonale laksefjord grensen. For fastsittende var det signifikant flere lus i 2014 sammenlignet med 2015 og 2016, mens for bevegelige var det motsatt med signifikant færre lus i 2014 sammenlignet med 2015 og 2016.

Parallelt med arbeidet med å registrere antall lus på sjøørret på vinterstid har det også blitt tatt vevs prøver av et utvalg av sjøørreten i 2016 for å evaluere om det er mulig å bestemme opphavet til fisken basert på genetiske markører. Analysearbeidet er gjennomført av Sten Karlsson ved NINA. De preliminare resultatene indikerer at en relativ stor andel av fisken stammer fra de største vassdragene innerst i fjorden (Lærdalselva & Aurlandselva).

Resultatet fra fire år med studier av lusemengder på sjøørret i Sognefjorden på vinterstid har vist at det forekommer epizootiske utbrudd av lakselus på sjøørret om vinteren i Sognefjorden, selv om dette er registrert relativt sjelden (kun observert i 2014). Samtidig er nivåene som observeres utenom disse episodene relativt høye til sammenligning med hva som er observert om vinteren på sjøørret i områder uten oppdrett, og hvis man legger Havforskningsinstituttet sin risikovurderingsmetode til grunn vil en relativt stor andel av ørreten som er fanget (fra 8,1-52,9 %) ha en økt sannsynlighet for å dø på grunn av lakselus. Vi kan ikke, basert på disse dataene, konkludere med at disse forhøyede nivåene av lus forekommer som en konsekvens av oppdrett, men det er en sannsynlig forklaring. Det er ikke funnet noen annen årsak som kan forklare dette mønsteret. En nærmere kobling mellom estimert smittetrykk fra oppdrettsanlegg og våre data kan gi oss nærmere svar på dette.

# 1. Introduksjon

Vinteren 2013 engasjerte Sogn Villaksråd LFI fra Uni Research Miljø i Bergen for å være faglig ansvarlig for å gjennomføre en prøvetakning av sjøørret innfanget med storruse i Sognefjorden. Hensikten med prosjektet var å «kartlegge lusesituasjonen/infeksjonsnivå og helsetilstanden på sjøørret som befinner seg i Sognefjorden vinter/ vår 2013.» Sogn Villaksråd er en sammenslutning av grunneierlag, elveeierlag, jakt og fiskerforeninger, og har som formål å arbeide for å sikre bærekraftig forvaltning av lokale villaks- og sjøørretstammer både i elv og fjordområder.

Bakgrunnen for initiering av prosjektet var bekymringsmeldinger for tilstanden til sjøørret i Sognefjorden. Sogn Villaksråd mente datainnsamlingen for sjøørret var mangelfull ettersom kun 2 stasjoner med garn var tatt i bruk for å overvåke lakselussituasjonen i Sognefjorden i nasjonal lakselusovervåking gjennomført av Havforskningsinstituttet (videre referert til som HI). Det er dokumentert at garnfiske etter sjøørret er en dårlig metode for å registrere lakselus, ettersom en ukjent mengde av lakselusen vil bli skrappt av (Barlaup et al. 2013). HI har i de senere år tatt i bruk storruser som fangstredskap, ofte i en kombinasjon med garn. Prøvetakningsperioden for nasjonal lakselusovervåking er hovedsakelig fokusert på våren og forsommeren. I tillegg er en del av Sognefjorden en nasjonal laksefjord som skal sluttevalueres i 2017. I denne vurderingen blir situasjonen i.f.t. lakselus et viktig kriterium.

LFI har mangeårig erfaring med prøvetakning av sjøørret og laksesmolt fra Osterfjordssystemet, Ryfylke og Hardanger og er av den grunn medforfattere på den årlige rapporten fra HI til Mattilsynet på tilstanden for vill laksefisk i.f.t. lakselus. I arbeidet med dette har LFI utarbeidet, i samarbeid med ruseprodusent Jon Løyland, en modifisert storruse (Barlaup et al. 2013), som nå brukes i den nasjonale overvåkingen i Norge (Bjørn et al. 2011). Det er dette fangstredskapet som er brukt i prosjektet.

I denne rapporten oppsummerer vi overvåking av lakselus på sjøørret i sognefjorden gjennom vinteren (januar- april) i årene 2013-2016. Studiet ble designet på en slik måte at man ved bruk av ruse kan gjøre en skånsom prøvetakning av sjøørret gjennom vinter og vårsesongen for å få et representativt bilde av lakselussituasjonen. Vi har ikke til hensikt å gå gjennom hvert år i samme detaljnivå som de foreliggende rapportene/notatene fra de forskjellige årene, men heller i større grad prøve å presentere et mer helhetlig bilde av hva man kan si av den dataen som er opparbeidet gjennom hele prosjektperioden. Det er derimot slik at prøvetakningen har endret seg en del gjennom årene med tanke på tidspunkt og lokaliteter og dette er uttrykt i rapporten. Vi vil understreke at disse undersøkelsene er motivert av et ønske om å dokumentere om det er tilfeller av epizootisk utbrudd av lakselus (dvs. unaturlig høye forekomster av parasitten på sjøørret) om vinteren i Sognefjorden. Samplingen er således ikke designet for å kunne dokumentere verken årsaken til slike utbrudd eller om spredning fra oppdrettsanlegg er årsaken til disse utbruddene. Det skal derimot sies at det per dags dato ikke er dokumentert noen andre kilder til slike evt. epizootisk utbrudd av lus på vinterstid på villfisk, og det er også slik at studiet har blitt motivert av en bekymring om at oppdrettsanlegg kan føre til unaturlige nivåer av lus på sjøørret. Vi mener at dokumentasjonen som presenteres her bør motivere forvaltning og forskningsmiljø til å studere lusedynamikken i og utenfor oppdrettsanlegg på vinterstid i nærmere detalj.

### **Om lakselus og sjøørret**

Lakselus (*Lepeoptheirus salmonis*, Krøyer 1837) er et lite krepsdyr som lever som ektoparasitt på laksefisk. Parasitten er naturlig i økosystemer med laksefisk på den nordlige halvkule. Parasitten lever sine første stadier (egg og copepoditt) i de åpne vannmasser og kan kunne utvikle seg til det neste stadiet hvis den finner seg en laksevert. Når den har festet seg på verten går den gjennom flere fastsittende stadier (Chalimus) før den utvikler seg til bevegelige stadier (preadult) som til slutt blir kjønnsmodne (adult), hvor hunnlusen igjen kan begynne å slippe egg.

Årsaken til det store fokuset på lakselus de siste årene er at oppdrettslaks fungerer som verter for lakselus og øker det totale smittepresset på sjøørret både i perioder når det er naturlig smittepress (om våren, sommeren og tidlig høst), men også i perioder hvor man skal forvente at det naturlig ikke er noe smittepress (vinter). Hva som er naturlige nivåer av lus på sjøørret er vanskelig å dokumentere, men et nylig publisert studie fra Irland fra et område uten oppdrett har vist at det ikke er uvanlig at 60-70 % av ørreten i et område har lakselus (prevalens) med en intensitet<sup>1</sup> på i snitt 3-5 lus per fisk (Gargan et al. 2016)<sup>2</sup>. I Sør-Norge hvor det heller ikke er oppdrett er det vist at prevalensen kan øke til 100 % i juli og august i noen år, men med et relativt intensitet (snitt 8 lus per fisk) (Schram et al. 1998). På sen høst og vinterstid varierte prevalensen mellom ca. 50-90 % med en intensitet som sjeldent var over 3 lus per fisk. I Nord-norge i et område uten oppdrett var tallene relativt like, men maks antall lus virket til å være noe senere (september) hvor intensiteten økte til ca. 8 lus per fisk. Også her var prevalensen lav om vinter og tidlig vår (ca. 25 %) og intensiteten i denne perioden lav (mindre enn 0,5 lus per fisk) (Rikardsen 2004). Typisk for studiene fra områder uten oppdrett er at større og voksne stadier dominerer på fisken, og man sjelden ser fisk med store påslag av små stadier (copepoditter og chalimus).

### **Nasjonale laksevasdrag og laksefjorder**

Stortinget har opprettet 52 nasjonale laksevasdrag og 29 nasjonale laksefjorder i Norge. Som det går frem i St.prp. nr 32 *Om vern av villaksen og ferdigstilling av nasjonale laksevasdrag og laksefjorder* «formålet med nasjonale laksevasdrag og laksefjorder er å gi et utvalg på om lag 50 av de viktigste laksebestandene i Norge særlig beskyttelse». De laksebestandene som inkluderes i denne ordningen skal beskyttes mot skadelige inngrep og aktiviteter i vassdragene og i nærliggende fjord- og kystområder. Dette inkluderer ulike tiltak som tiltak i forbindelse med fiskeoppdrett, bekjempelse av lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*, beskyttelse av laksenes leveområder i vassdrag, reguleringer i laksefisket, kalking av vassdrag, fiskeutsettinger, ta vare på materiale fra laksebestandene i genbank og FoU-aktiviteter.

Ordningen med nasjonale laksevasdrag og laksefjorder omfatter rundt 75 % av villaksressursen i Norge og inkluderer bestander med høy produktivitet eller potensiale for høy produktivitet, storlaksbestander og bestander med spesiell genetisk karakter. Ordningen er i utgangspunktet permanent, men ny

---

<sup>1</sup> Intensitet er et mål på antall parasitter på individer som har parasitter. Dette målet på antall parasitter må altså sees i sammenheng med prevalens (dvs. antall individer som har parasitter).

<sup>2</sup> Det skal også nevnes at i studiet fra Irland var det en relativt høy andel skottelus (*Caligus elongatus*). Denne arten av lus som er en lus som også setter seg på andre fisk, eksisterer også i Norge, men ofte i mindre antall.

kunnskap kan over tid gjøre det aktuelt for endringer i regelverket. Derfor skal ordningen evalueres i 2017, altså ti år etter at den ble ferdigstilt.

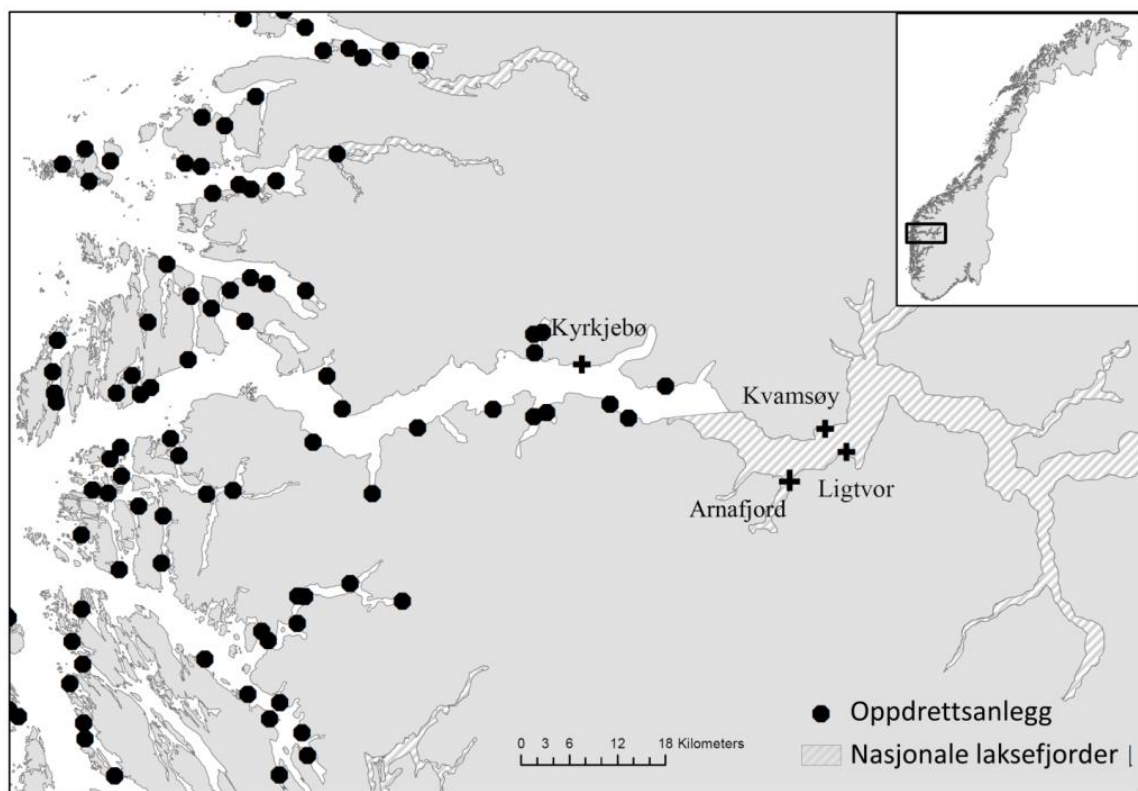
Innerste delen av Sognefjorden er en nasjonal laksefjord (**Figur 1**), og de tilhørende nasjonale laksevassdragene er Vikja, Nærøydalselva, Flåmselva, Lærdalselva og Årøyelva. I forbindelse med ordningen om nasjonale laksevassdrag og laksefjorder skal også Sognefjorden sluttevalueres i 2017. I denne vurderingen blir situasjonen i.f.t. lakselus et viktig kriterium.

## 2. Lokalitet

Rusene som er brukt under prosjektperioden har blitt satt ut ved ulike lokaliteter i Sognefjorden. Den indre delen av Sognefjorden er en nasjonal laksefjord, mens den ytre delen er ikke (**Figur 1**). Gjennom prosjektperioden har det blitt benyttet litt ulike ruselokaliteter fra år til år. I 2013 ble det benyttet to ruselokaliteter: Kvamsøy i Balestrand og Ligtvor i Vik. Begge disse stasjonene ligger innenfor grensen for nasjonal laksefjord. I 2014 ble det benyttet tre ulike ruselokaliteter: Kvamsøy i Balestrand, Arnafjord og Kyrkjebø i Høyanger. Lokaliteten Kyrkjebø ligger utenfor grensen for nasjonal laksefjord mens både lokaliteten Kvamsøy og Arnafjord ligger innenfor grensen for nasjonal laksefjord. I 2015 ble det benyttet to ruselokaliteter: Kvamsøy i Balestrand og Kyrkjebø i Høyanger. Lokalitetene Kvamsøy og Kyrkjebø ble også benyttet i 2016.

I all hovedsak har ruselokalitetene vært Kvamsøy og Kyrkjebø. Ved Kvamsøy kommer det ut 4 små bekker med varierende vannmengde. Området er grunt, noe som kan tyde på gode beiteforhold for fisk. Denne lokaliteten er bedre egnet for rusefisket enn lokaliteten Kyrkjebø, som er mer vindutsatt. Det finnes en flombekk i tilknytning til lokaliteten Kyrkjebø med varierende vannmengde og lokaliteten er mindre grunn enn Kvamsøy.



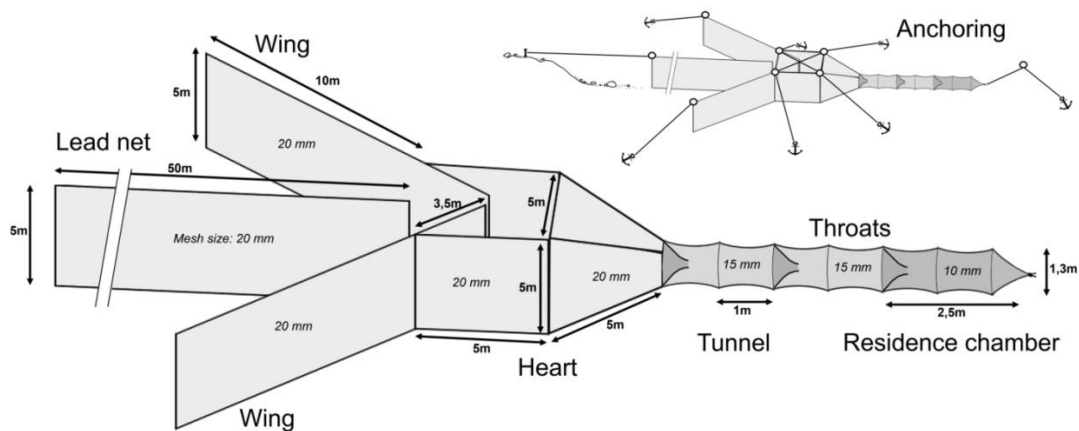


**Figur 1.** Kart over Sognefjorden med ruselokaliteter (svarte kryss) og oppdrettsanlegg (sorte prikker). Nasjonale laksefjorder er markert med grå skravering. Merk at oppdrettsanlegg er kun oppdrettlokaliteter og sier ingenting om hva produksjonen/biomassen er i anleggene. Data er hentet fra fdir.kart.no.

### 3. Materiale og metode

#### 3.1 Fangstredskap – modifisert storruse

Fangstredskapet som ble benyttet i prosjektet er en modifisert storruse konstruert for å fange sjørørret til analyse av lakseluspåslag. Detaljer rundt rusen er beskrevet i Barlaup et al. (2013). I korte trekk består rusen av et ledegarn med to vinger som fører inn i en serie kalver og fangstrom (Figur 2). Fisken blir dermed ledet inn i fangstrommet hvor de ikke kan svømme ut. Rusen har en stor fordel til sammenligning med garn ved at lakselus i mindre grad vil bli skrapet av. Arbeidet med rusen er intensivt og rusen må røktes ofte (som regel hver dag). I tillegg er tilgroing et problem ettersom fangbarheten vil synke drastisk med økt tilgroing. Dette fører til at rusen må tas opp av vannet og rengjøres med jevne mellomrom.



**Figur 2.** Storruse for fangst av sjøørret i sjø. Redskaperen er utviklet gjennom et langvarig samarbeid mellom LFI Uni Research Miljø og ruseprodusent Jon Løyland. Modifisert etter Barlaup et al. (2013).

### 3.2 Prøvetaking av sjøørret

Ettersom sjøørret er en art som er under sterkt press fra ulike menneskapede og naturlige påvirkninger har det vært ønskelig å ta livet av færrest mulig individer i prosjektet. Dette både med tanke på den generelle bestandsituasjonen til sjøørret på Vestlandet, og også på at man er usikker på hvilken bestand man beskatter når man tar ut fisk i sjøen. Prøvetakning av fisk fra storruse har en stor fordel i så måte, ettersom det er mulig å fange fisk og sette dem levende tilbake igjen uten store skader.

Originalt var tanken at man skulle gjøre prøvetakning kun hvis man registrerte urovekkende mengder lus på fisken. Bestemmelsen om når man skulle ta ut en prøve skulle gjøres i samråd med LFI, og det ble da tatt ut en representativ prøve med fisk som ble avlivet, individmerket og frosset ned individuelt i poser og deretter sendt til laboratoriet hos LFI for lakselustelling. Et slikt uttak er gjort alle år i prosjektet. I 2013 ble det i tillegg bestemt at man skulle ta prøver på de tidspunktene HI sin nasjonale overvåkning gjør tilsvarende prøvetakninger i andre fjordssystemer og på andre stasjoner.

All fisk over 50 cm ble sluppet levende ut igjen i dette prosjektet. Dette ble gjort ettersom man ønsker å bevare store individer siden de har et stort reproduktivt potensiale i små og utsatte bestander. Røkting av rusene ble gjort basert på frivillig arbeid fra lokalt personell. Dette har gjort at rusen har vært satt ut periodevis i hvert enkelt år og dermed har prøvetaking av sjøørret også vært periodevis. Været har også ved enkelte tidspunkt satt begrensinger for når fisket ved hjelp av rusen kunne foregå (**Tabell 1**). Under følger en mer detaljert beskrivelse av fiske de ulike årene.

**Tabell 1.** Oversikt over hvilke lokaliteter det har vært fisket etter sjøørret ved bruk av storruse og i hvilke måneder fisket har blitt gjennomført gjennom prosjektperioden 2013-2016.

	2013						2014						2015					2016						
	Jan	Feb	Mars	April	Mai	Juni	Jan	Feb	Mars	April	Mai	Juni	Jan	Feb	Mars	April	Okt*	Nov*	Jan	Feb	Mars	April	Mai	Juni
Vik				x	x	x																		
Arnafjord										x	x													
Kvamsøy	x	x	x	x				x	x				x	x	x				x	x	x	x		
Kyrkjebø								x	x	x	x	x		x	x		x	x	x		x	x		

\*Merk at det ble fisket i oktober og november i 2015.

### 3.2.1 Prøvetaking 2013:

Prøvetakingen ble delt opp i to perioder. Den første perioden var ved lokaliteten Kvamsøy i Balestrand fra januar til april. Det ble ikke tatt ut fisk for telling ved laboratorium fra Kvamsøy i 2013, men all fisk (43 individer) ble registrert og telt lakselus på i felt. Resultatene fra dette er oppsummert i eget notat, se **Appendix VI**. Den andre perioden var ved lokaliteten Ligtvor i Vik fra april til juni (**Figur 1**). Det ble tatt ut og avlivet totalt 24 individer fra Ligtvor i to perioder om våren (13-16 mai og 23-30 mai) for telling av lakselus på laboratoriet hos LFI. Disse resultatene er også rapportert i HI sin nasjonale overvåking av lakselus dette året.

Det ble i 2013 satt ut temperatur- og salinitetslogger ved rusen ved Kvamsøy i januar, februar og mars og ved Ligtvor i juni.

### 3.2.2 Prøvetaking 2014:

Prøvetakingen ble delt opp i ulike perioder ved de ulike lokalitetene. Totalt for perioden er det foretatt 5 luseregistreringer på laboratoriet hos LFI etter lokale periodevis uttak og innlevering av fisk. Ved lokaliteten Kvamsøy ble det fisket i perioden 2.3-20.3 og det ble tatt ut prøver for telling av lakselus på laboratoriet i perioden 9.3-20.3. Ved lokaliteten Arnafjord ble det fisket i perioden 3.5-15.5 og det ble også tatt ut individer for telling av lakselus hos LFI i samme periode. Ved lokaliteten Kyrkjebø ble fisket i tre ulike perioder i løpet av vinter/vår. Den første perioden var fra 12.3-24.3 og det ble tatt ut fisk for telling av lakselus hos LFI i perioden 15.3-24.3. Den andre perioden var fra 24.4-30.4 og det ble tatt ut fisk for telling hos LFI i samme periode. Den tredje perioden var 1.6-9.6 og det ble tatt ut fisk for telling hos LFI i perioden 1.6-2.6. Det ble dette året tatt ut totalt 12 individer fra Kvamsøy, totalt 15 individer fra Arnafjord og totalt 48 individer fra Kyrkjebø som ble sendt til laboratoriet hos LFI for lakselustelling.

Det ble ikke logget temperatur og salinitet fra lokalitetene i 2014.

### **3.2.3 Prøvetaking 2015:**

Prøvetakingen ble delt opp i ulike perioder ved de ulike lokalitetene. Totalt for perioden er det foretatt 6 luseregistreringer på laboratoriet hos LFI etter lokale periodevise uttak og innlevering av fisk. Ved lokaliteten Kvamsøy ble det fisket i to perioder i løpet av vinter/vår. Den første perioden var 8.1-11.1 mens den andre perioden var 18.3-20.3. Det ble tatt ut fisk for telling hos LFI i de samme periodene. Ved lokaliteten Kyrkjebø ble det fisket i fire ulike perioder. Den første perioden var 27.2-3.3, den andre perioden var 23.3-28.3, den tredje perioden var 19.10-23.10 mens den fjerde perioden var 23.11-30.11. I alle periodene ble det tatt ut fisk for telling av lakselus hos LFI.

Det ble dette året tatt ut totalt 39 individer fra Kvamsøy og totalt 53 individer fra Kyrkjebø, hvor 20 individer ble tatt ut på senhøsten, som ble sendt til laboratoriet hos LFI for lakselustelling. Grunnen til at det også ble fisket på senhøsten i 2015 var et ønske om å kartlegge luseforholdene også på denne tiden av året. Dette er en tid på året hvor en forventer at en større andel av den eldre fisken befinner seg på gyteområdene i vassdragene.

Det ble ikke logget temperatur og salinitet fra lokalitetene i 2015.

### **3.2.4 Prøvetaking 2016:**

Prøvetakingen ble delt opp i ulike perioder ved de ulike lokalitetene. Totalt for perioden er det foretatt 6 luseregistreringer på laboratoriet hos LFI etter lokale periodevise uttak og innlevering av fisk. Ved lokaliteten Kvamsøy ble det fisket i tre ulike perioder. Den første perioden var 16.1-19.1, den andre perioden var 22.2-29.2 mens den tredje perioden var 11.4-16.4. Det ble tatt ut fisk for telling hos LFI i de samme periodene. Ved lokaliteten Kyrkjebø ble det også fisket i tre ulike perioder. Den første perioden var 19.1-26.1, den andre perioden var 05.3-10.3 og den tredje perioden var 10.4-18.4. Det ble tatt ut fisk for telling hos LFI i de samme periodene. Det ble dette året tatt ut totalt 35 individer fra Kvamsøy, hvor 33 er brukt i videre analyser og totalt 23 individer fra Kyrkjebø. Disse individene ble sendt til laboratoriet hos LFI for lakselustelling.

Det ble også i 2016 satt ut temperatur- og salinitetslogger ved rusen både ved Kvamsøy og ved Kyrkjebø som logget i den perioden rusen var ute i sjøen. Loggerene ble festet slik at de logget ved 1 m dypde.

## **3.3 Telling av lakselus i felt**

Personen som har røktet rusen har målt lengde, registrert kondisjon og luseskader på hver sjørret som er fanget i rusen, og gjort en telling på antall lakselus på hvert individ og sluppet ut igjen de individene som ikke ble tatt ut for lakselusregistreringer på laboratoriet. Det har vært skilt mellom fastsittende stadier (copepoditter, chalimus 1 og chalimus 2), bevegelige stadier uten eggstrenger (preadulte, hann og hunn) og bevegelige stadier med eggstrenger (hunn). Alle registreringer ble ført i excel-ark som ble oversendt til LFI (se bilde). Metoden brukt under felttellingene var noe enklere enn metoden til Havforskningsinstituttet som brukes i den nasjonale overvåkingen av lakselus, men røkterene har fått opplæring av personell fra LFI i metoden i samsvar med skjema brukt under feltregistreringene.

Lakselusregistrering ved Kvamsøy i Balestrand kommune.  
Rusefangst 2014. Utført i regi av Sogn Villaksråd. Lokale  
kontaktpersonar: Olav Giskeødegaard. Andre som har delteke: Erna  
Aasen

#### Bestemmelsesnøkkel for lakselus

Påslag	Fastsittende (ca. almu 1-4)				Bevegelige			Kjønnsmodne
Koppefitt ca 0,7 mm	Fastsittende 1 ca 1,1 mm	Fastsittende 2 ca 1,3 mm	Fastsittende 3 ca 2,1 mm	Fastsittende 4 ca 2,3 mm	Bevegelig 1 hann, 3,4 mm	Bevegelig 1 hunn, 3,6 mm	Bevegelig 2 hann, ca 4,3 mm	Kjønnsmodne, hann, 5-6 mm

EVERY OCEAN. EVERY FISH.

Kjønnsmodne,  
hunn, 8-12 mm

Skjema utarbeid av Ken Heine Bakke; utfylt av Olav G.

#### Tal og type lus:

Dato:	Kven:	Fisk nr:	Fiskeslag:	Lengde:	Kondisjon:	Temp overflate:	Temp luft:	Merknader:	Fastsittende (vanskelig å skilje)	Bevegelige - Utan trådar	Bevegelige - Med trådar
01.mar	Olav					?	6,0	Rusa vart sett i sjøen			
02.mar	Olav	1	Aure	25,0	Mager	?	6,5	6 torsk, 126 småsei, 10 flyndre, 9 sild	1		1
03.mar	Olav og Erna	1	Aure	28,0	Mager	?	8,0		3		
03.mar	Olav og Erna	2	Aure	22,0	Mager	?	8,0	Ingen lus	0		3

Bildet viser skjema brukt av feltpersonell under lakselusregistreringene på sjørret ved alle lokaliteter gjennom hele prosjektperioden.

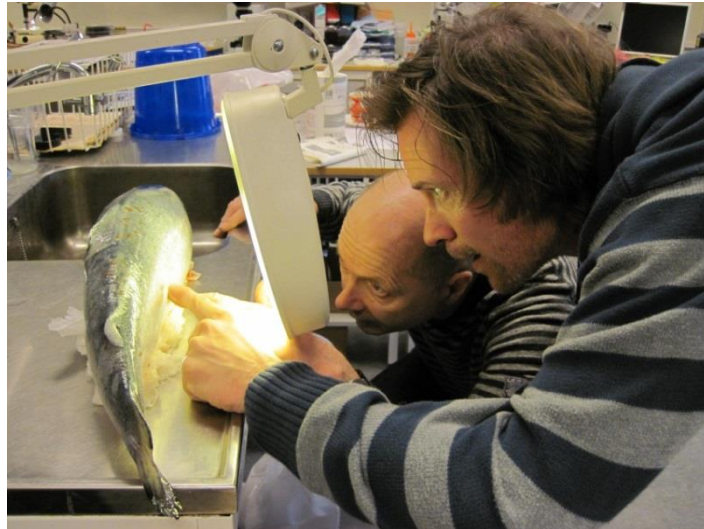
Periodene med utsett og røkting av rusene varierer noe fra år til år, og dette skyldes varierende værforhold som i perioder gjorde at utsett og røkting av rusene ikke var gjennomførbart. I tillegg ble rusene driftet av lokale frivillige og bemanning var også en faktor som påvirket ruseutsett og røkting.



Bildet viser sjørret fanget ved lokaliteten Kyrkjebø 2016. Man kan se ulike stadier av lakselus og også luseskade på ryggfinne. Foto: Britt Sissel Kyrkjebø.

### 3.4 Telling av lakselus i laboratorium

Registrering av lakselus i laboratorium skjer ved at individuell fisk blir tint og analysert under en lupe. I tillegg blir posen fisken ligger i kontrollert for eventuell lus som kan falle av. Tidlige stadier fester seg ofte på finnene og det er dermed av og til nødvendig og klippe disse av og se nærmere på dem under høyere forstørrelse. Lusen blir registrert i følgende stadier: copepoditt, chalimus 1, chalimus 2, preadult, adult hann, adult hunn uten egg streng og adult hunn med eggstreng (Hamre et al. 2013). Det blir også registrert antall skottelus. I rapporteringen er det fokusert på totalt antall lus (minus skottelus<sup>3</sup>), og det refereres til fordeling av stadier i diskusjonen der dette er relevant.



Illustrasjonsbilder av luseregistrering i laboratorium. Øvre bilde viser Sven-Erik Gabrielsen og Arne Johannsen som diskuterer definisjoner av lusestadier (merk at dette er på en rømt regnbueørret). Nedre bilde illustrerer hvordan telling på finner med høye påslag gjennomføres.

<sup>3</sup> Det ble identifisert skottelus, men disse utgjorde 0.2 % av lusen, og vi har derfor valgt å ekskludere disse fra den videre analysen for å gjøre rapporten enklere å lese. Inkludering av skottelus i analysen hadde ingen effekt på estimerer eller konklusjoner.

### 3.5 Registrering av lus på oppdrettsfisk

I tillegg til data fra villfisk har LFI fått tilgang til tellinger av lakselus på oppdrettsfisk via regionkontoret til Mattilsynet (Helene Marie Øgaard, Mattilsynet Distriktskontoret for Sunnfjord og Ytre Sogn, Marte Albriksten Kaldestad, Distriktskontoret for Bergen og Omland). Metoder som er blitt brukt for tellinga av lakselus på oppdrettsfisk kan finnes her: <http://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2012-12-05-1140>. Disse er rapportert i tidligere notater/rapporter. Disse var relevante å rapportere all den tid lokalitet spesifikk informasjon ikke var tilgjengelig. Disse er nå tilgjengelig for hele prosjektperioden her: <https://www.barentswatch.no/fiskehelse/>. Det er derimot begrenset hva man si om smittebidrag fra oppdrettsanlegg basert på lusetelling, uten å kunne estimere infestasjonstrykk. Flere metoder eksisterer, eksempelvis statistiske avstandsmodeller (Aldrin et al. 2013) eller hydrodynamiske modeller (Asplin et al. 2014, Johnsen et al. 2014). Et fremtidig studie burde om mulig forsøke å koble observasjonene gjort i dette feltstudiet til slike estimerte smittetrykk. Dette er derimot et større arbeid som vi i dette prosjektet ikke har hatt ressurser til. Vi har derfor valgt å ikke gå noe nærmere i detalj på oppdrettsdata i denne oppsummeringsrapporten.

### 3.6 Definisjon av grenseverdier brukt i denne rapporten

I forbindelse med evalueringen av de norske laksefjordene og risiko knyttet til infeksjon av lakselus på ville laksefisk (laks, sjøørret og røye) utført av Havforskningsinstituttet og NINA, ble en rekke laboratorie- og feltstudier fra Norge og utlandet gjennomgått (Serra-Llinares et al. 2014, Taranger et al. 2015). Basert på gjennomgangen ble følgende risikoindeks lagt til grunn i analysen: Dødsrisikoen for den enkelte fisk under 150 gram øker 100 % ved mer enn 0,3 lus pr. gram fiskevekt (dvs. 30 lus for en 100 grams fisk), 50 % økning ved 0,2-0,3 lus pr. gram fisk, 20 % økning ved 0,1-0,2 lus per gram fisk, mens verdier under 0,1 lus pr. gram fiskevekt ikke ble forventet å gi økt dødelighet. For fisk over 150 gram er utgangspunktet at dødeligheten øker med 100 % ved mer enn 0,15 lus pr. gram fisk, 75 % økning ved 0,1-0,15 lus pr. gram fisk, 50 % økning ved 0,05-0,1 lus pr. gram fisk, 20 % økning ved 0,025-0,05 lus pr. gram fisk, mens verdier under 0,025 lus pr. gram fisk ikke ble forventet å gi økt dødelighet. Når det gjelder grenser for når en infeksjon i et område kan forventes å få bestandsreducerende effekt, så ble følgende lagt til grunn: Når økt dødsrisiko for fisken var lavere enn 10 % ble bestandseffekten satt som lav, ved økt dødsrisiko på 10-30 % ble den forventete bestandsreducerende effekten bedømt som middels, og ved økt dødsrisiko over 30 % ble den bestandsreducerende effekten bedømt som høy. Disse risikoindeksene, som brukes av HI under overvåking, rådgiving og forskning vedrørende lakselusinfeksjonen på vill laksefisk langs norskekysten, er lagt til grunn for bedømmelsen av lusesituasjonen for sjøørretbestanden i det foreliggende arbeidet. For en mer detaljert beskrivelse av hvordan bestandseffektene regnes ut henvises det til Rapport fra Havforskningsinstituttet, nr. 13 - 2012 *Forslag til første generasjons målemetode for miljøeffekt* ([https://www.imr.no/filarkiv/2012/05/forslag\\_til\\_førstegenerasjons\\_målemetode\\_for\\_miljøeffekt.pdf/nb-no](https://www.imr.no/filarkiv/2012/05/forslag_til_førstegenerasjons_målemetode_for_miljøeffekt.pdf/nb-no)).

### 3.7 Dataanalyse

Datasettet på lakselus som er innsamlet er utfordrende å analysere statistisk av flere årsaker. En av årsakene er at dataen er ubalansert. Det vil si at det ikke i alle tidsperioder/år kombinasjoner er gjort prøvetakning. I tillegg er dataen, på lik linje med data på nesten alle parasitter i verden, klumpvis fordelt.

Det vil si at det er noen individer som har veldig mange lus og en relativt stor andel som har få lus. Dette gjør det komplisert å bruke tradisjonelle statistiske analyser som baserer seg på at dataen er normalfordelt. For å overkomme den ubalanserte naturen i datasettet har vi valgt i denne oppsummeringsrapporten å dele opp dataen i større tidsintervaller. Dette gjør vi fordi det vil øke antall individer i hvert tidsintervall, og dermed gjøre det enklere å tilpasse en statistisk modell. Dataen er grovt delt opp i en periode tidlig på vinteren (januar-februar) og en periode sent på vinteren/tidlig på våren (mars-april). I denne analysen har vi ikke inkludert data fra sommer og høst, men disse foreligger i tidligere notater fra prosjektperioden (**Appendix VI-VIII**). Ved å gjøre dette har vi hatt muligheten til å analysere hvordan vekt (i gram), periode (januar-februar/mars-april), sone (utenfor eller innenfor nasjonal laksefjord) og år (2014-2016) har å si på lusemengdene på sjøørret i Sognefjorden. Vi har anvendt en «generalized linear model» i R som enten har brukt en «Poisson» fordeling, en «negativ-binomial» fordeling eller en «zero-inflated negative binomial» (ZINB) fordeling. Modellen er blitt tilpasset i R. I tillegg presenterer vi rådataen i kvantilplot for på best mulig måte vise hvordan modellen tilpasser dataen og hvilke faktorer har en innvirkning på mengden lus på fisk. Vi har valgt å dele opp og analysere dataene separat for bevegelige og fastsittende stadier av lus. Dette fordi det er åpenbart fra rådatene at fastsittende stadier og bevegelige stadier har ulike fordelinger. For en mer detaljert beskrivelse av de statistiske metodene som er anvendt henviser vi til (Zuur & Ieno 2016).

### 3.8 Genetisk analyse

Parallelt med arbeidet med å registrere antall lus på sjøørret på vinterstid har det også blitt tatt vevs prøver av et utvalg av sjøørreten i 2016 for å evaluere om det er mulig å bestemme opphavet til fisken basert på genetiske markører. Analysearbeidet er gjennomført av Sten Karlsson ved NINA. Notatet levert basert på disse preliminnære resultatene er lagt ved som **Appendix I**.

## 4. Resultater

### 4.1 Temperatur- og salinitetsmålinger

Temperatur – og salinitetsmålingene ved de ulike lokalitetene for 2013 og 2016 er oppsummert i **Figur 3**.

Ved Kvamsøy 2013 varierte temperaturene mellom 2,1-4,1 °C i januar, mellom 2,0-6,8 °C i februar og mellom 2,3-6,1 °C i mars. Ved Ligtvor 2013 varierte temperaturen mellom 10,9-15,6 °C i juni, den eneste perioden temperaturen ble logget ved denne lokaliteten i 2013.

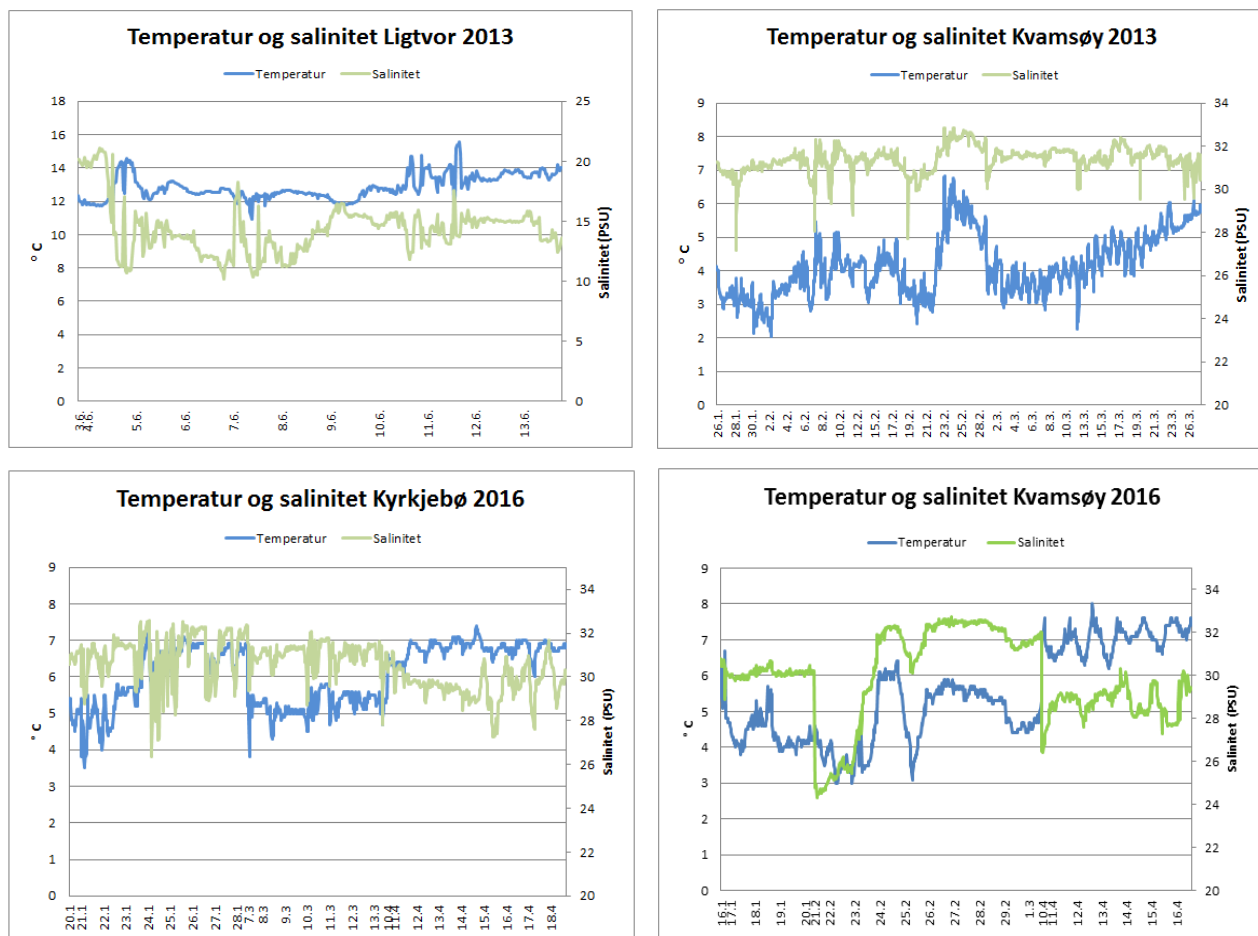
Ved Kvamsøy 2013 varierte saliniteten, målt som PSU (praktiske salinitetsenheter), mellom 27,2-31,4 PSU i januar, mellom 27,7-32,9 PSU i februar og mellom 29,5-32,4 PSU i mars. Ved Ligtvor 2013 varierte saliniteten mellom 10,1-21,1 PSU i juni, den eneste perioden saliniteten ble logget ved denne lokaliteten i 2013.

Ved Kyrkjebø 2016 varierte temperaturene mellom 3,5-7,2 °C i januar, mellom 3,8-5,8 °C i mars og mellom 6,0-7,4 °C i april. Det ble ikke logget temperatur i februar ved Kyrkjebø. Ved Kvamsøy 2016 varierte temperaturen mellom 3,8-6,7 °C i januar, mens den lå mellom 3,0-6,4 °C i februar og mellom



6,2-8,0 °C i april. Vi ser av figuren at det var litt større variasjon i temperaturene ved Kvamsøy i januar og februar kontra april. Det ble kun logget ved en dato i mars ved Kvamsøy.

Ved Kyrkjebø 2016 varierte saliniteten, målt som PSU (praktiske salinitetsenheter), mellom 26,4-32,6 PSU i januar, mellom 27,8-32,1 PSU i mars og mellom 27,3-31,7 PSU i april. Ut i fra grafen ser en at saliniteten er generelt noe lavere på våren enn om vinteren. Det ble ikke logget salinitet i februar ved Kyrkjebø. Ved Kvamsøy 2016 varierte saliniteten mellom 28,9-30,8 PSU i januar, mens den lå mellom 24,3-32,7 PSU i februar og mellom 26,4-30,3 PSU i april. Også her ser en at saliniteten er noe lavere på våren enn om vinteren. Det ble kun logget ved en dato i mars ved Kvamsøy.



**Figur 3.** Temperatur- og salinitetsmålinger 2013 og 2016. Øverst til venstre målinger ved Ligtvor 2013 i perioden 3.6-13.6 og øverst til høyre målinger ved Kvamsøy 2013 i perioden 26.1-27.3. Nederst til venstre målinger ved Kyrkjebø 2016 i periodene 20.1-28.1, 7.3-13.3 og 10.4-18.4 og nederst til høyre målinger ved Kvamsøy 2016 i periodene 16.1-20.1, 21.2-1.3 og 11.4-16.4. Blå linje representerer temperaturmålingene mens grønn linje representerer salinitetsmålingene. Alle målingene er foretatt ved 1 m dybde.

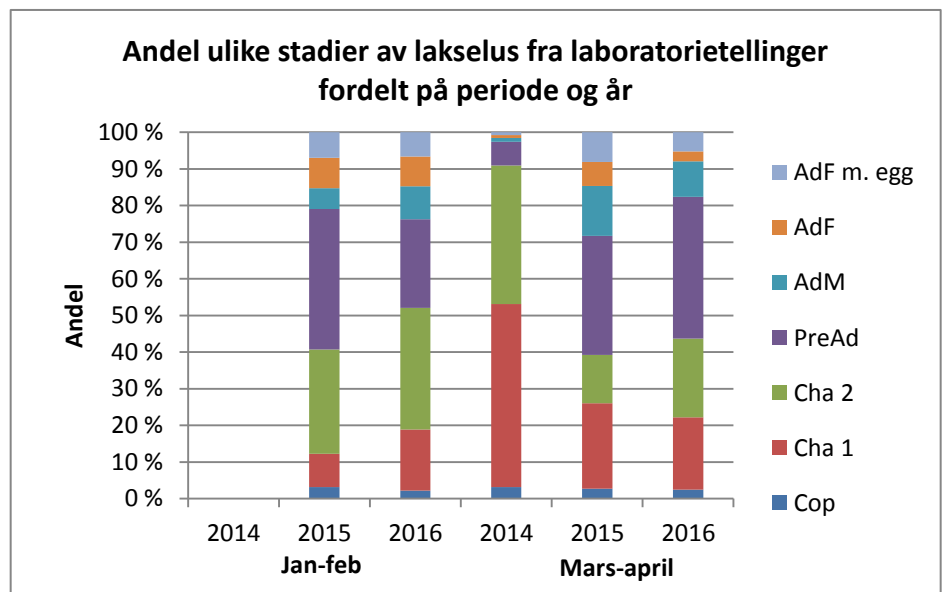
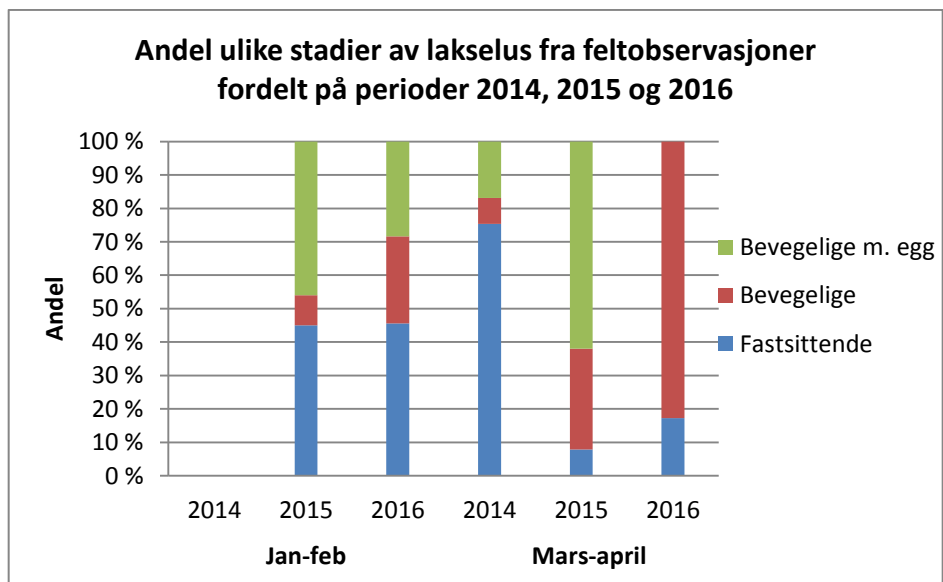
## 4.2 Telling av lakselus i felt

### 4.2.1 Fordeling av lus

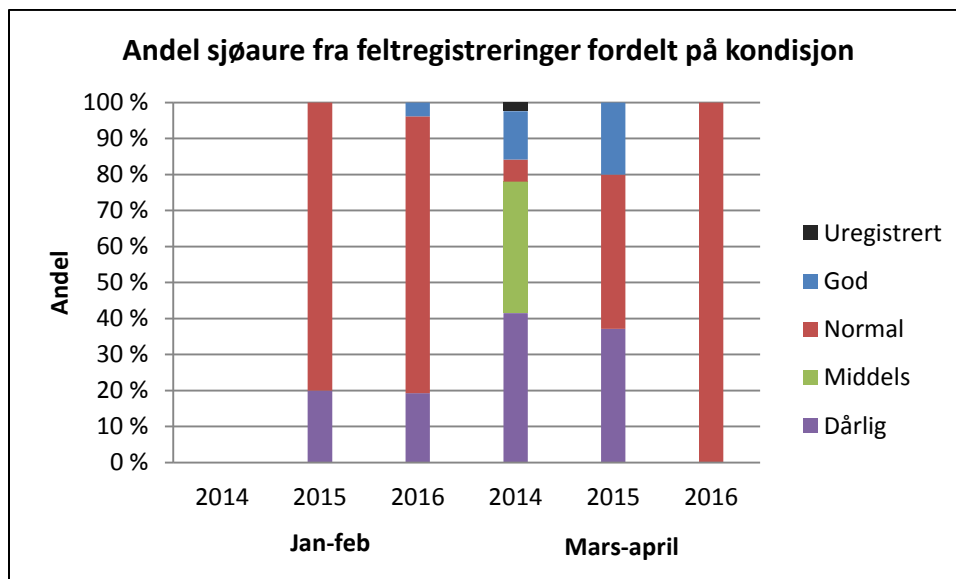
I 2013 og 2014 ble data fra felttellingene oppsummert i egne notat og for en mer detaljert beskrivelse for disse årene henvises det til disse (**Appendix VI-VIII**). For 2015 og 2016 er det valgt å ikke oppsummere resultatene på samme måte som i 2013 og 2014. Grunnen til dette er at det kan være vanskelig å utføre nøyaktige tellinger i felt, da spesielt på små og fastsittende lus, noe som knytter usikkerhet til disse tallene (se **Appendix IV** for en grundigere beskrivelse av hvorfor vi har lagt mindre vekt på disse tellingene). **Figur 4** illustrerer dette. For eksempel i perioden mars-april 2014 er andelen fastsittende lavere og andelen bevegelige høyere i feltregistreringer enn det som ble talt opp på laboratoiret, og tilsvarende for perioden mars-april 2015 hvor det ble rapportert om en lavere andel fastsittende og høyere andel bevegelige i felt enn fra laboratoriet. Resultatene i figuren er basert på antall lakselus som er rapportert tilbake til LFI i forbindelse med felttelling av lakselus. Det skal i denne forbindelse nevnes at det også har vært registrert lakselus på sjøørret utenom det som er gjengitt i figuren, men fordi at antall og stadie ikke har vært rapportert er disse utelatt. Nøyaktig andel vil også avvike noe ettersom det til tider er rapportert kun ca. antall lakselus. Felldata fra Kyrkjebø 2016 er ikke inkludert i dataene.

### 4.2.2 Kondisjon

Personene som har røkten rusene har også rapportert tilbake kondisjon på sjøørret som har blitt fanget. Det har blitt skilt mellom fisk med god (fet fisk), normal, middels og dårlig (mager/tynn fisk) kondisjon. **Figur 5** viser fordelingen fra feltregistreringene. For 2014 er det kun fanget fisk i perioden mars-april. Her er rundt 40 % av fangstene rapportert med dårlig kondisjon, rundt 35 % med middels og rundt 20 % med normal eller god. I 2015 er andelen sjøørret registrert med dårlig kondisjon lavere i perioden jan-feb (rundt 20 %) versus mars-april (rundt 40 %), men vi ser også at andelen med god kondisjon er gått fra 0 % jan-feb 2015 til rundt 20 % mars-april 2015. I 2016 er det kun registrert sjøørret med dårlig kondisjon i jan-feb (rundt 20 %), og andelen med normal kondisjon øker fra rundt 75 % til 100 % fra jan-feb til mars-april. Felldata fra Kyrkjebø 2016 er ikke inkludert.



**Figur 4.** Andel ulike stadier av lakselus fra lakselustellinger fordelt på periodene jan-feb og mars-april for 2014, 2015 og 2016. Feltdata fra Kyrkjebø 2016 er ikke inkludert i figurene. Øverst tellinger fra felt og nederst tellinger fra laboratoriet. I felt er det skilt mellom fastsittende, bevegelig og bevegelige med egg, mens i laboratoriet er det skilt mellom copepoditt (Cop), chalimus 1 (Cha 1), chalimus 2 (Cha 2), preadulte (PreAd), adult hann (AdM), adult hunn uten egg (AdF) og adult hunn med egg (AdF m. egg). Copepoditt, chalimus 1 og chalimus 2 utgjør fastsittende stadier, mens preadulte, adult hann og adult hunn uten og med egg utgjør bevegelige stadier.



Figur 5. Andel sjøørret med ulike kondisjon registrert under feltobservasjoner fordelt på periodene jan-feb og mars-april for 2014, 2015 og 2016. Felldata fra Kyrkjebø 2016 er ikke inkludert.

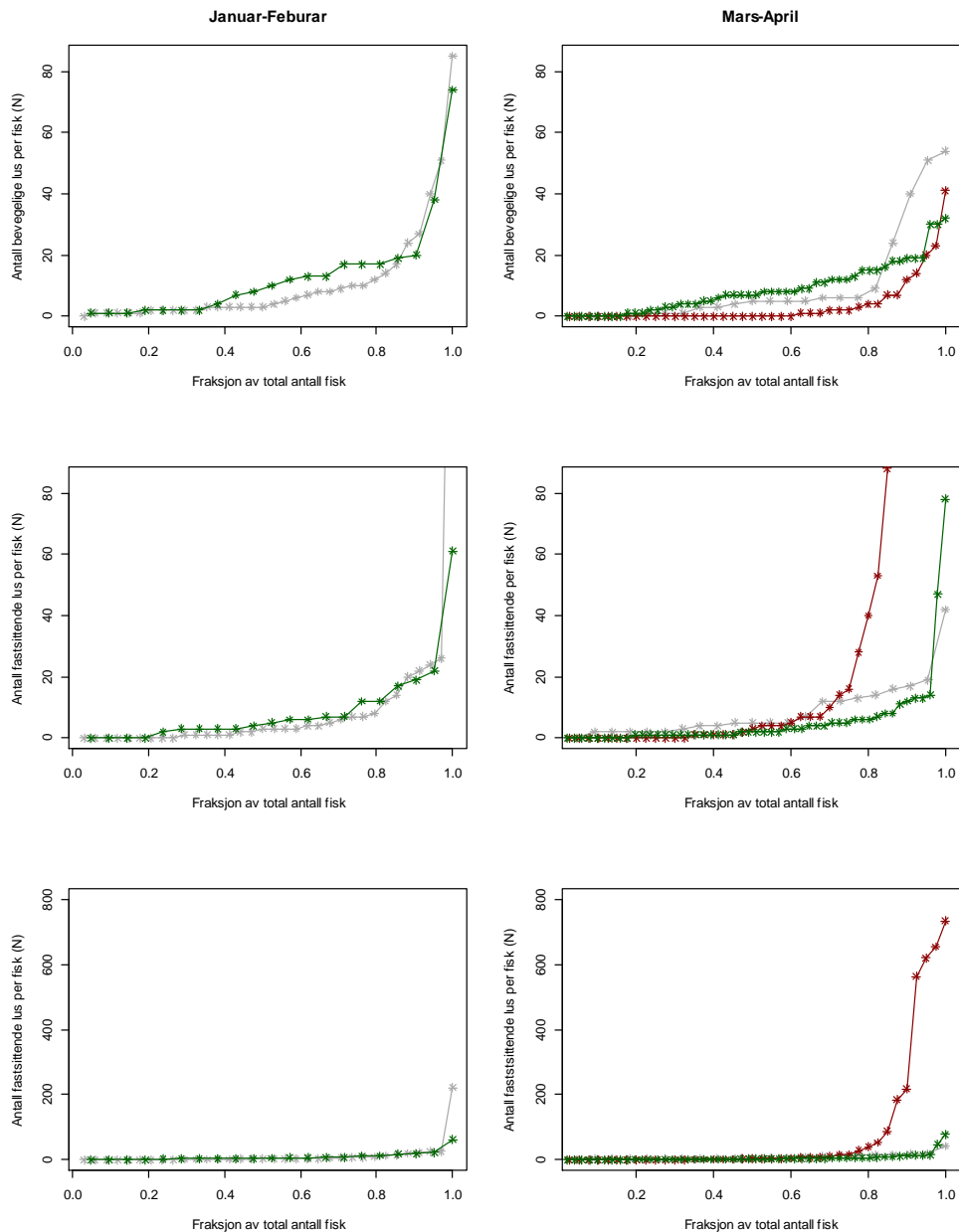
### 4.3 Telling av lakselus på laboratorium

I denne oppsummeringen for prosjektperioden 2013-2016 har vi valgt å presentere et mer helhetlig bilde av lusesituasjonen i Sognefjorden ved å sammenligne periodevis mellom de ulike årene. Dette har vi gjort ved å dele resultatene inn i to perioder: januar-februar og mars-april. Ettersom det ikke ble tatt ut fisk for telling på laboratoriet i vinterperioden 2013 er disse dataene utelatt her, og for mer detaljer om resultatene dette året henvises det til tidligere notat (**Appendix VI**). Det henvises også til egne notat i 2014 og 2015 for hhv. perioden mai-juni og oktober-november (**Appendix VII-VIII**).

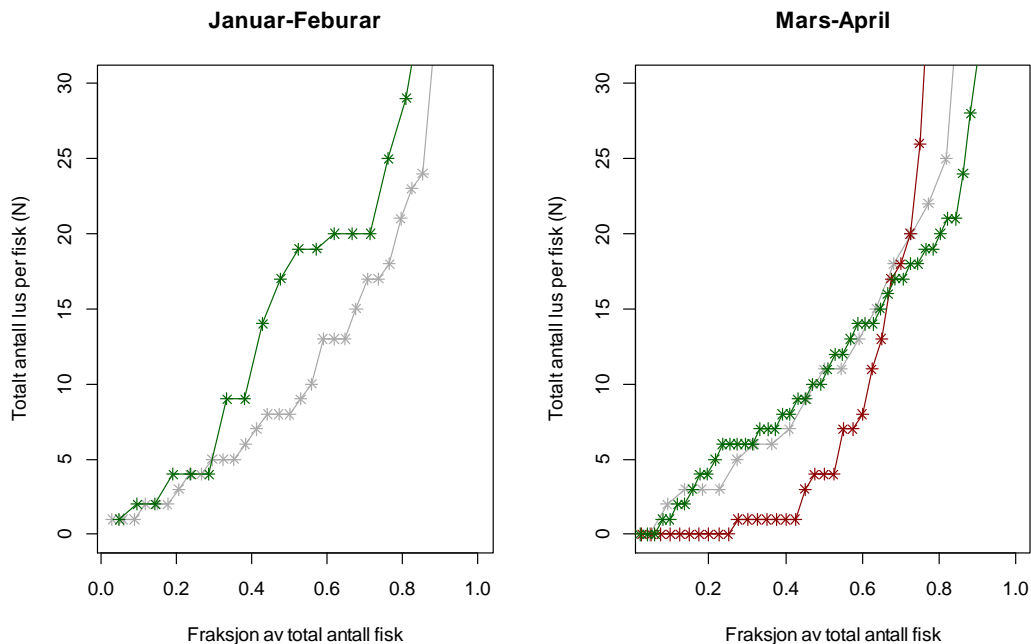
#### 4.3.1 Fordeling av lus

I **Figur 6** har vi presentert kvantilplot av rådataen som brukes i analysen. I kvantilplot sorteres dataen i forhold til antall lus per fisk og plottes mot fraksjon av det totale sampelet. I slike plot kan man enkelt se hvor stor andel av fisken som har mer eller mindre enn et visst antall lus. Vi har plottet dataen for bevegelige (øverste to plot) og fastsittende lus (nederste fire plot) (**Figur 6**). Vi har valgt å repetere plottene for fastsittende lus med to forskjellige skalaer ettersom det er noen enkeltindivider som har veldig høye verdier av fastsittende lus. Fra dette plottet kan man for eksempel se at fordelingen av bevegelige lus er relativt lik mellom år, men at 2015 virker til å ha noe mer lus jevnt fordelt mellom fisk. I tillegg ser man at det er en liten andel av bestanden som har over 20 bevegelige lus per fisk og at enkelt individer har nærmere 80 bevegelige lus (i januar). For fastsittende lus er fordelingen noe annerledes. Fordelingen av antall fastsittende lus er lignende de bevegelige (og kanskje litt lavere) i mesteparten av fordelingen, men har noen av individene har veldig høye nivåer av lus (~20 % har mer enn 50 lus per fisk). Dette er unaturlig høye nivåer av fastsittende lus på sjøørret om vinteren og ble presentert i en artikkel i et vitenskapelig tidsskrift i 2014 (Vollset & Barlaup 2014).

I **Figur 7** har vi plottet kvantilplot av total antall lus med en skala som går opp til 30. I dette plottet kan man se at en relativt stor andel av fisken har over 10 lus per sjøørret (ca. 40-60 %). Det er derimot også interessant å påpeke at denne andelen er lavere i 2014 i samme perioden som man hadde enkelt individer med svært høye nivåer. Dette illustrerer hvor vanskelig det er å presentere slike data på en balansert måte.



**Figur 6.** Kvantilplot av lakselus på sjøørret fisket i perioden januar til april 2014-2016. De øverste to figurene er bevegelige lus fra henholdsvis januar til februar og mars til april. De tre årene er differensiert med fargene rødt (2014), grønt (2015) og grått (2016). Det nederste plottet har større skala enn de to øverste ettersom det er noen enkeltindivider som har veldig høye verdier av fastsittende lus.

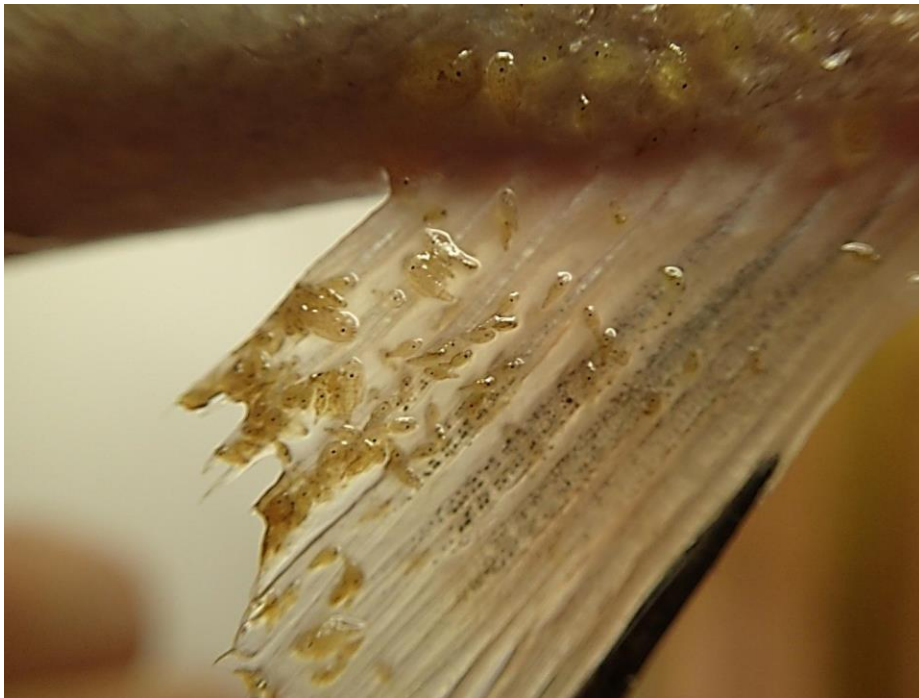


**Figur 7.** Kvantilplot av total antall lakselus på sjøørret fisket i perioden januar til april 2014-2016. De tre årene er differensiert med fargene rødt (2014), grønt (2015) og grått (2016).

Fordeling av lus kan også presenteres som prevalens (andel av sjøørret med lus) eller andel av fisk over en hvis mengde lus per gram fiskevekt. Dette gir en oversikt over dataen og er presentert i **Tabell 2**. For en mer detaljert oversikt fra de ulike år henvises det til **Appendix III**.

**Tabell 2.** Prevalens og prosent av fisk over 0,1 og 0,3 lus per gram for de forskjellige lokalitetene, periodene og årene. NA = ikke analysert.

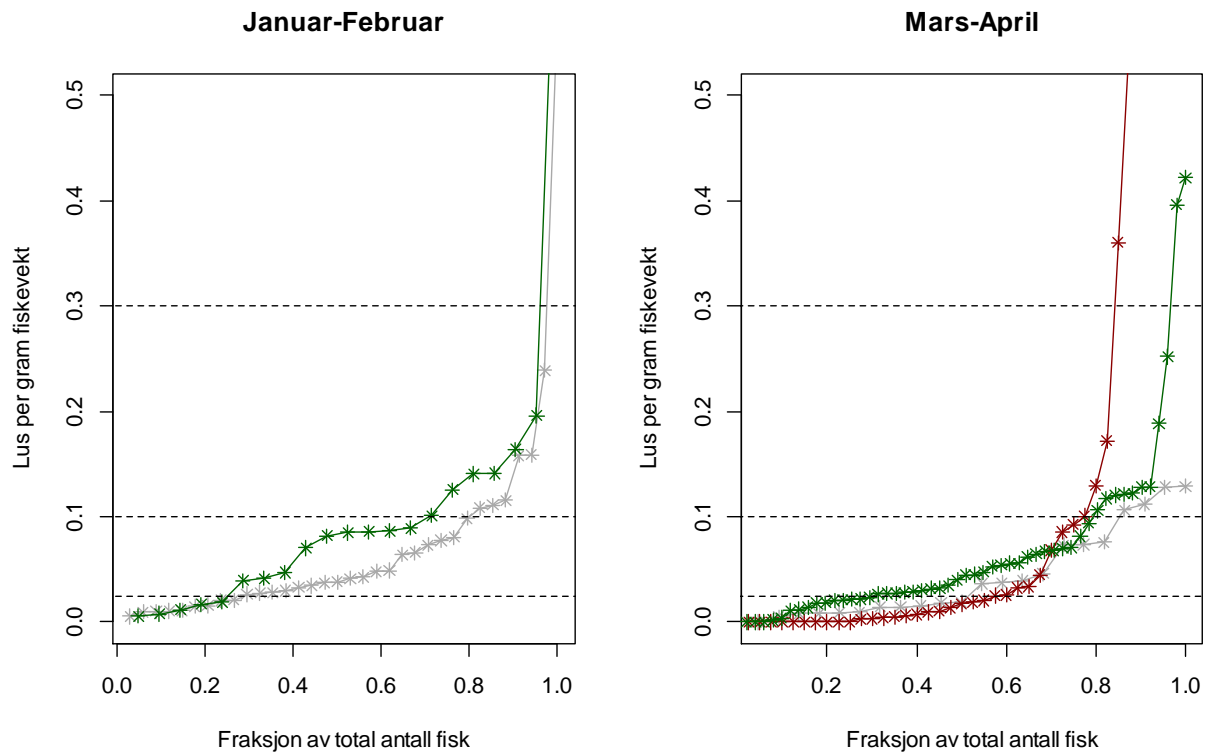
Kvamsøy					
År	Periode	N	Prevalens	> 0.1 lus pr gram fiskevekt	> 0.3 lus pr gram fiskevekt
2014	Jan-feb	NA	NA	NA	NA
	Mars-april	12	100 %	58 %	42 %
2015	Jan-feb	20	100 %	35 %	5 %
	Mars-april	19	95 %	26 %	11 %
2016	Jan-feb	26	100 %	23 %	4 %
	Mars-april	9	100 %	33 %	0
Kyrkjebø					
År	Periode	N	Prevalens	> 0.1 lus pr gram fiskevekt	> 0.3 lus pr gram fiskevekt
2014	Jan-feb	NA	NA	NA	NA
	Mars-april	28	64 %	11 %	7 %
2015	Jan-feb	1	100 %	0	0
	Mars-april	32	91 %	19 %	0
2016	Jan-feb	8	100 %	13 %	0
	Mars-april	13	92 %	8 %	0



Bildet øverst viser sjøørret fanget ved Kvamsøy mars 2014. Lakselus er hovedsakelig Chalimus 1 og Chalimus II. Foto av Bjørnar Skår. Bilde nederst viser gattfinne på sjøørret fanget ved Kvamsøy mars 2014. Lakselus er hovedsakelig Chalimus 1 og Chalimus II. Foto av Sven-Erik Gabrielsen.

### 4.3.2 Lus per gram fisk

I **Figur 8** har vi plottet lus per gram fisk i kvantilplot. I dette plottet kan man se hvor stor andel av fisken som har over 0,025 gram per lus, over 0,1 gram per lus og over 0,3 gram per lus. For en mer detaljert oversikt for de ulike periodene rusene har vært ute i årene 2013-2015 henvises det til **Appendix VI-VIII**.



**Figur 8.** Kvantilplot av lus per gram fiskevekt på sjøørret fisket i perioden januar til april 2014-2016. De tre årene er differensiert med fargene rødt (2014), grønt (2015) og grått (2016)

Til slutt har vi brukt Havforskningsinstituttet sin metode for å regne ut bestandseffekter. Denne metoden er beregnet og utviklet for fisk som er fanget på våren og det er dermed usikkerhet knyttet til om disse verdiene er overførbare til fisk fanget i kaldt vann om vinteren. Det er også fanget relativt lavt antall fisk i dette prosjektet sammenlignet hva som er anbefalt i overvåkingsprogrammet NALO organisert av HI. Resultatene er oppsummert i **Tabell 3**.



**Tabell 3.** Estimert bestandseffekter på sjøørret fanget i Sognefjorden basert på Havforskningsinstituttet sine risikovurderinger (se Taranger et al. 2012 for detaljer). Grønn betyr lav effekt, gul betyr middels effekt og rød betyr høy effekt etter HI sine risikovurderinger. Det må tas forbehold om at denne metoden er utviklet for fisket fanget i perioden mai-juni under HI sitt årlige overvåkningsprogram og ikke for fisk fanget om vinterhalvåret.

Estimerte bestandseffekter basert på HI sine risikovurderinger			
År	Sone	N	Estimert % bestandseffekt
2014	Indre	12	52,9
	Ytre	28	14,8
2015	Indre	39	37,7
	Ytre	33	22,1
2016	Indre	33	25,9
	Ytre	21	8,1

#### 4.3.3 Fordeling av stadier

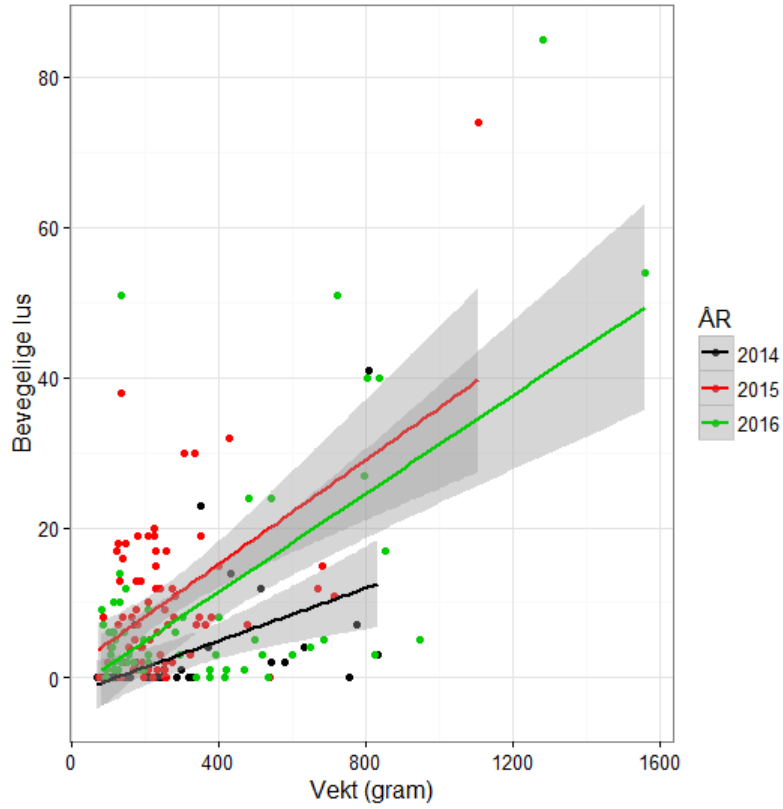
I de ulike årene er det ulik andel av de forskjellige stadiene som dominerer (**Figur 4**). I perioden jan-feb 2015 er det preadulte som dominerer (38,3 %) mens det for samme periode i 2016 er chalimus 2 som dominerer (33,2 %). Sammenligner vi perioden mars-april er det i 2014 chalimus 1 som dominerer (49,9 %), mens det er preadulte som dominerer i både 2015 (32,5 %) og 2016 (38,7 %). Det som er likt mellom de ulike periodene og årene er at andelen copepoditter ligger jevnt på rundt 3 % og at andelen adulte stort sett ligger mellom 0-25 %.

#### 4.3.4 Modellresultater

En mer detaljert beskrivelsen av modellene og modellseleksjon er beskrevet i **Appendix II**. Av de forskjellige modellene var det en negativ-binomial modell som passet dataen best basert på AIC kriteriet både for fastsittende og bevegelige lus. De viktigste forklaringsvariablene virket til å være vekt, sone (innenfor eller utenfor nasjonal sone) og år. Periode (januar-februar versus mars-april) virket ikke til å være en viktig forklaringsvariabel.

Antall fastsittende og bevegelige lus økte med vekt. For fastsittende lus var derimot dette mønsteret sterkt drevet av noen enkelt fisk i 2014, og det er dermed knyttet usikkerhet til dette resultatet. Når man fjerner enkelte svært influerende individer forsvinner denne effekten. Det var derimot et klarere mønster for bevegelige lus der antall bevegelige lus økte med vekten på fisken (**Figur 9**).

Det var signifikant flere lus (fastsittende og bevegelige) innenfor den nasjonale laksefjord grensen. For fastsittende var det signifikant flere lus i 2014 sammenlignet med 2015 og 2016, mens det for bevegelige var motsatt, med signifikant færre lus i 2014 sammenlignet med 2015 og 2016.



**Figur 9.** Sammenheng mellom antall bevegelige lus per fisk og størrelsen på fisken i gram. Lineare tilpasninger med 95 % konfidens intervall er plottet for hvert år for å bedre visualisere forhold mellom de to variablene.

## 5. Diskusjon

Resultatene fra fire år med studier av lusemengder på sjøørret i Sognefjorden på vinterstid har vist at det er forekomster av epizootiske utbrudd av lus på sjøørret om vinteren i Sognefjorden. Slike episoder er registrert relativt sjelden og ble kun observert i 2014 i denne undersøkelsesperioden. Samtidig er nivåene som observeres utenom disse episodene relativt høye til sammenligning med hva som er observert om vinteren på sjøørret i områder uten oppdrett. For eksempel, hvis man sammenligner resultatene med de få studiene som er blitt gjort på sjøørret i oppdrettsfrie områder på vinterstid (Schram et al. 1998, Rikardsen 2004), er både intensiteten og prevalensen høyere i dette studiet sammenlignet med oppdrettsfrie områder. Legger en HI sin risikovurderingsmetode til grunn vil en relativt stor andel av ørreten som er fanget (fra 8,1-52,9 %) ha en økt sannsynlighet for å dø på grunn av lakselus. Vi kan ikke, basert på disse dataene, konkludere med at disse forhøyede nivåene av lus forekommer som en konsekvens av oppdrett, men det er en sannsynlig forklaring. Det har ikke blitt funnet andre årsaker som kan forklare dette mønsteret. En nærmere kobling mellom estimert smittetrykk fra oppdrettsanlegg og våre data kan gi oss nærmere svar på dette.

Det er ingen studie som med sikkerhet kan si noe om hvor stor bestandseffekt slike påslag av lus på vinterstid har. Effekter på bestandsnivå og i laboratorium er gjort på temperaturer og perioder av året som skal etterligne hovedsakelig forsommer og vår (Finstad et al. 2000, Thorstad et al. 2015). Vi har også lite informasjon om hvor stor andel av sjøørret i bestandene i Sognefjorden som oppholder seg i sjøen på vinterstid. Slik informasjon finnes kun for et fåtall elver nasjonalt og internasjonalt i et geografisk begrenset område (Thorstad et al. 2016). Generelt er det vanlig å sitere disse studiene med å si at det er vanlig at sjøørret oppholder seg i sjøen alt fra noen dager til flere måneder i sommerhalvåret, mens enkelte individer kan oppholde seg i sjøen i flere år (Jonsson & Jonsson 2009, Jensen & Rikardsen 2012). Dette kan sannsynligvis variere mye mellom år og det er til nå publisert lite som kan si noe om dette for bestander i Sognefjorden. En rapport fra Kristensen et al. (2010, NIVA rapport 2010/233 – 415) viser at sjøørret fra Lærdal kan bruke hele fjorden i løpet av sitt sjøopphold. Samtidig er det nok sannsynlig at en stor andel av sjøørretbestandene i Sognefjorden oppholder seg i ferskvann i vintermånedene og således ikke er eksponert for lus. Det pågående merkestudie av sjøørret i Sognefjorden kan gi verdifull informasjon om hvor stor andel av sjøørreten oppholder seg i sjøen om vinteren (H. Urke et al. upubliserte data).

Et av hovedproblemene med forhøyet lusepåslag om vinteren for sjøørret er at den sannsynligvis påvirker spesielle komponenter av bestandene og bestander som har et ustabil ferskvannshabitat om vinteren (Limburg et al. 2001, Jensen & Rikardsen 2012). I slike bestander kan en stor andel av bestanden oppholde seg i sjøen om vinteren og dermed vil høye lusepåslag ha en relativt sett høy bestandseffekt på disse til sammenligning med andre bestander der kun en liten andel av bestanden oppholder seg i sjøen. Resultatene fra de genetiske analysene (**Appendix I**) kan ikke brukes til å gjøre noen endelige konklusjoner angående hvilke sjøørrestammer som oppholder seg i Sognefjorden om vinteren, men de preliminare resultatene indikerer at en relativt stor andel av fisken stammer fra de største vassdragene innerst i fjorden (Lærdalselva & Aurlandselva). Dette kan indikere at også bestander med stabile ferskvannshabitat i stor grad bidrar til komponenten som oppholder seg i sjøen om vinteren.

En av effektene vi vet lite om er også hvordan skader fra lus på sjøørret påvirker hvordan de eventuelt takler kaldt sjøvann. Vi vet at sjøørret har større problemer med å osmoregulere når temperaturen er lav. I løpet av innsamlingsperioden ble det observert sjøørret med synlige skader/sår på områder som vanligvis assosieres med luseskader (rundt gatt og på ryggfinner). Disse kan i teorien hindre sjøørret å utnytte habitater i sjøen om vinterstid på grunn av redusert sjøvannstoleranse.

Fordeling av lus mellom sjøørret er et viktig element i å forstå hvordan lus eventuelt påvirker populasjoner av sjøørret. Mengden lus på hver sjøørret er meget skjevt fordelt i utvalget vi har i dette studiet. Det vil si, enkelte fisk har meget høye verdier og en stor andel har relativt sett lave verdier. Dette reflekteres både i kvantilplottene og i det faktum at den beste modellen for å beskrive dataene var en negativ binomial modell. Hva denne fordelingen kommer av er vanskelig å si noe sikkert om, men man kan tenke seg flere mekanismer som fører til dette mønsteret. For eksempel: (1) Sjøørret med høye nivåer av lus dør naturlig eller blir tatt av predatorer, (2) lus er fordelt klumpvis og kun en andel av fisken møter dermed på områder med høye nivåer av lus, (3) man samler både de som vandrer på vei utover (lave nivåer) og de som kommer tilbake fra områder med lus og høy salinitet (høye nivåer). For å sikkert kunne besvare dette må man ha bedre data på dynamikken rundt sjøørretens sjøopphold

Fisk som ble fanget innenfor nasjonal laksefjordgrense hadde generelt høyere nivåer av lus enn de som ble fanget utenfor. Årsaken til dette vet vi lite om, men en forklaring kan være at sjøørret som er infisert med høye nivåer lus søker innover mot lavere salinitet (Birkeland 1996, Birkeland & Jakobsen 1997) og er dermed mer fangbare på lokalitetene lenger inne i fjorden. Ser man på de salinitetsdataene som er tilgjengelig for 2013 og 2016 ser man at lokalitetene innenfor nasjonal laksefjord grense har et større innslag av lave salinitetsmålinger. En annen forklaring til forskjeller i lakselus mellom indre og ytre del av Sognefjorden kan være ruselokaliteten. Kvamsøy er godt skjermet og stille mens Kyrkjebø er mer utsatt for sterk strøm og vind. En urolig ruse kan føre til at noe lus blir lettere skrapet av fisken, men det finnes for lite data til å si noe helt sikkert.

## 6. Konklusjoner

- Det forekommer av epizootiske utbrudd av lus på sjøørret om vinteren i Sognefjorden. Slike episoder er registrert relativt sjelden
- Nivåene av lus som observeres utenom disse episodene er relativt høye til sammenligning med hva som er observert om vinteren på sjøørret i områder uten oppdrett
- En relativt stor andel av ørreten som er fanget (fra 8,1-52,9 %) har en økt sannsynlighet for å dø på grunn av lakselus basert på HI sin risikovurderings metode
- Fisk som ble fanget innenfor grensen for nasjonal laksefjord hadde generelt høyere nivåer av lus enn de som ble fanget utenfor
- Dokumentasjonen som presenteres her bør motivere forvaltning og forskningsmiljø til å studere lusedynamikken i og utenfor oppdrettsanlegg på vinterstid i nærmere detalj

## 7. Referanser

- Aldrin M, Storvik B, Kristoffersen AB, Jansen PA (2013) Space-Time Modelling of the Spread of Salmon Lice between and within Norwegian Marine Salmon Farms. *Plos One* 8:e64039
- Asplin L, Johnsen IA, Sandvik AD, Albretsen J, Sundfjord V, Aure J, Boxaspen KK (2014) Dispersion of salmon lice in the Hardangerfjord. *Mar Biol Res* 10:216-225
- Barlaup BT, Gabrielsen SE, Loeyland J, Schlaeppy ML, Wiers T, Vollset KW, Pulg U (2013) Trap design for catching fish unharmed and the implications for estimates of sea lice (*Lepeophtheirus salmonis*) on anadromous brown trout (*Salmo trutta*). *Fisheries Research (Amsterdam)* 139:43-46
- Birkeland K (1996) Consequences of premature return by sea trout (*Salmo trutta*) infested with the salmon louse (*Lepeophtheirus salmonis* Kroyer): Migration, growth, and mortality. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences/Journal Canadien des Sciences Halieutiques et Aquatiques Ottawa* 53:2808-2813
- Birkeland K, Jakobsen PJ (1997) Salmon lice, *Lepeophtheirus salmonis*, infestation as a causal agent of premature return to rivers and estuaries by sea trout, *Salmo trutta*, juveniles. *Environ Biol Fish* 49:129-137
- Bjørn PA, Nilsen R, Serra Llinares RM, Boxaspen K, Finstad B, Uglem I, Kålsås S, Barlaup BT, Vollset KW (2011) Sluttrapport til Mattilsynet over lakselusinfeksjonen på vill laksefisk langs norskekysten i 2011. In: Rapport fra Havforskningen, Book 19
- Finstad B, Bjoern P, Grimnes A, Hvidsten N (2000) Laboratory and field investigations of salmon lice [*Lepeophtheirus salmonis* (Kroyer)] infestation on Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) post-smolts. *Aquaculture Research* 31:795-803
- Gargan P, Karlsbakk E, Coyne J, Davies C, Roche W (2016) Sea lice (*Lepeophtheirus salmonis* and *Caligus elongatus*) infestation levels on sea trout (*Salmo trutta* L.) around the Irish Sea, an area without salmon aquaculture. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*
- Hamre LA, Eichner C, Caipang CMA, Dalvin ST, Bron JE, Nilsen F, Boxshall G, Skern-Mauritzen R (2013) The Salmon Louse *Lepeophtheirus salmonis* (Copepoda: Caligidae) Life Cycle Has Only Two Chalimus Stages. *Plos One* 8
- Jensen JLA, Rikardsen AH (2012) Archival tags reveal that Arctic charr *Salvelinus alpinus* and brown trout *Salmo trutta* can use estuarine and marine waters during winter. *Journal of Fish Biology* 81:735-749
- Johnsen IA, Fiksen O, Sandvik AD, Asplin L (2014) Vertical salmon lice behaviour as a response to environmental conditions and its influence on regional dispersion in a fjord system. *Aquacult Env Interac* 5
- Jonsson B, Jonsson N (2009) Migratory timing, marine survival and growth of anadromous brown trout *Salmo trutta* in the River Imsa, Norway. *Journal of Fish Biology* 74:621-638
- Limburg KE, Landergren P, Westin L, Elfman M, Kristiansson P (2001) Flexible modes of anadromy in Baltic sea trout: making the most of marginal spawning streams. *Journal of Fish Biology* 59:682-695
- Rikardsen AH (2004) Seasonal occurrence of sea lice *Lepeophtheirus salmonis* on sea trout in two north Norwegian fjords. *Journal of Fish Biology* 65:711-722
- Schram TA, Knutsen JA, Heuch PA, Mo TA (1998) Seasonal occurrence of *Lepeophtheirus salmonis* and *Caligus elongatus* (Copepoda : Caligidae) on sea trout (*Salmo trutta*), off southern Norway. *Ices J Mar Sci* 55:163-175
- Serra-Llinares RM, Bjorn PA, Finstad B, Nilsen R, Harbitz A, Berg M, Asplin L (2014) Salmon lice infection on wild salmonids in marine protected areas: an evaluation of the Norwegian 'National Salmon Fjords'. *Aquacult Env Interac* 5:1-16

- Taranger GL, Karlsen Ø, Bannister RJ, Glover KA, Husa V, Karlsbakk E, Kvamme BO, Boxaspen KK, Bjørn PA, Finstad B, Madhun AS, Morton HC, Svåsand T (2015) Risk assessment of the environmental impact of Norwegian Atlantic salmon farming. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* 72:997-1021
- Thorstad EB, Todd CD, Uglem I, Bjørn PA, Gargan PG, Vollset KW, Halttunen E, Kalas S, Berg M, Finstad B (2015) Effects of salmon lice *Lepeophtheirus salmonis* on wild sea trout *Salmo trutta*-a literature review. *Aquacult Env Interac* 7:91-113
- Thorstad EB, Todd CD, Uglem I, Bjørn PA, Gargan PG, Vollset KW, Halttunen E, Kålås S, Berg M, Finstad B (2016) Marine life of the sea trout. *Marine Biology* 163:1-19
- Vollset KW, Barlaup BT (2014) First report of winter epizootic of salmon lice on sea trout in Norway. *Aquacult Env Interac* 5:5
- Zuur AF, Ieno EN (2016) *Beginner's guide to zero-inflated models with R*, Vol. Highland Statistics Ltd. , Newburgh, U.K.

# Appendix I. Genetiske analyser av sjøørret fanget i Sognefjorden

*Sten Karlsson, NINA*

**Oppdragsgiver:** Sogn villaksråd, kontaktperson Bjarne Meel

**Samarbeidspartner:** Uni Research (Bjørnar Skår, Ina Bakke Birkeland)

**Oppdrag:** I forbindelse med luseregistrering på sjøørret fanget i Sognefjorden ble NINA spurt om å gjøre noen genetiske analyser av fisken med tanke på å tilordne den til bestand. For å besvare dette på en så nøyaktig måte som mulig er det nødvendig med referansebestander som i størst mulig grad inkluderer alle mulig bestander som den fjordfangede ørreten kan tenkes ha opphav i. Referansedatabasen hos NINA med genetiske data for sjøørret inkluderer fra nord til sør: Skibotnelva, Signaldalselva, Ranaelva, Driva, Istra, Måna, Lærdalselva, Aurlandselva, Steindalselva, Jondalselva og Ådlandselva. Denne listen er ufullstendig med tanke på å finne opphav til enkelt fisk fanget i Sognefjorden. De genetiske analysene presentert her er derfor foreløpige og vil bli mere nøyaktige etter hvert som flere referansebestander blir analysert.

## Sammendrag

- 55 individer av sjøørret fanget i sognefjorden ble analysert for genetisk variasjon i 96 enkelt-nukleotide-polymorfismer (såkalt SNP'er).
- Referansematerialet besto av 464 individer analysert for de samme genetiske markørene fra Skibotnelva, Signaldalselva, Ranaelva, Driva, Istra, Måna, Lærdalselva, Aurlandselva, Steindalselva, Jondalselva og Ådlandselva.
- Lavere observert heterozygositet i forhold til forventet heterozygositet (såkalt Wahlund effekt) indikerte at stikkprøven av sjøørret fra Sognefjorden hadde opphav i fler enn en bestand.
- Gruppering av individer til et på forhånd bestemt antall populasjoner med hjelp av programmet STRUCTURE viste en tydelig indikasjon på at stikkprøven besto av to populasjoner. Deteksjon av bestander med denne typen analyse forutsetter relativt store genetiske forskjeller mellom bestander og det kan derfor konkluderes med at stikkprøven var representert av individer fra minst to ulike bestander.
- 21 individ ble genetisk tilordnet Lærdalselva, 8 til Jondalselva, 7 til Aurlandselva, 6 til Steindalselva, 5 til Måna, 4 til Ådlandselva, 3 til Ranaelva, 1 til Signaldalselva og ingen til Driva, Istra og Skibotnelva.

## Material og metoder

Finneprøver preservert på etanol av 55 sjøørret ble sendt NINA for genetiske analyser. Arvestoffet (DNA) ble ekstrahert med Qiagen blood & tissue kit. Samtlige individer ble analysert for 96 enkelt-nukleotide polymorfe loci (SNP'er). SNP genotyping ble utført med en EP1™ 96.96 Dynamic array IFCs (Fluidigm, San Francisco, CA.). Et eksisterende referansemateriale av 464 sjøørret fra 11 bestander (Skibotnelva, Signaldalselva, Ranaelva, Driva, Istra, Måna, Lærdalselva,

Aurlandselva, Steindalselva, Jondalselva og Ådlandselva) analysert for de samme genetiske markørene ble benyttet for å finne mulig opphav til sjøørreten fanget i Sognefjorden.

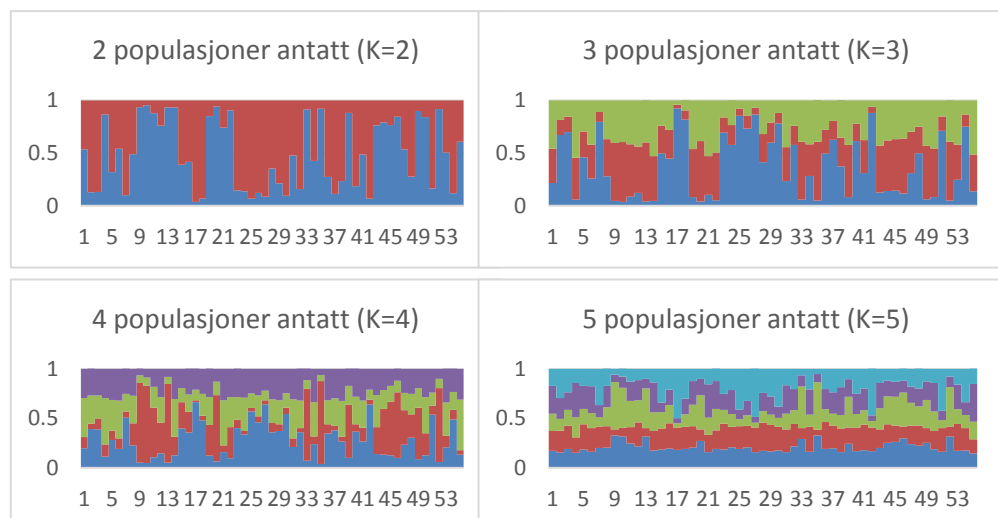
For på undersøke hvorvidt stikkprøven fra Sognefjorden bestod av individer fra flere ulike bestander ble det undersøkt om der var underskudd av observert heterozygositet i forhold til forventet heterozygositet (såkalt Wahlund effect). Videre ble programmet STRUCTURE (Pritchard et al. 2000) benyttet for å gruppere individer til et på forhånd bestemt antall populasjoner. Dette programmet grupperer individer utfra genotype til et på forhånd valgt antall populasjoner slik at avvik fra Hardy-Weinberg og koblingsulikevekt minimeres i hver av populasjonene. Grupperingen ble forsøkt gjort til 2, 3, 4 og 5 populasjoner.

Parvise genetiske distanser ( $F_{ST}$ ) mellom alla bestander (stikkprøven fra Sognefjorden og 11 referansebestander) ble estimert og visualisert i et Prinsipal koordinat analyse plot (PCoA plot) med hjelp av programmet GenAlEx 6.502 (Peakall & Smouse 2012). Sjøørreten fra Sognefjorden ble genetisk tilordnet de ulike referansebestandene med hjelp av programmet GenClass2 (Piry m fl. 2004). Dette ble gjort ved direkte individuell genetisk tilordning med den bayesianske metoden (Rannala & Mountain 1997) implementert i programmet. Med denne metoden blir hver enkelt individ tilordnet de ulike referansebestandene med en relativ sannsynlighet (log likelihood score).

## Resultater

Analyser av genetisk variasjon innad stikkprøven fra Sognefjorden viste et underskott av heterozygoter i forhold til forventet andel heterozygoter i henhold til Hardy-Weinberg forventet genotypefordeling, og en vanlig tolkningen av dette er at stikkprøven består av en fysisk miks av individer fra flere enn en bestand (såkalt Wahlund effekt). Denne type test er lite sensitiv ved små eller moderate genetiske forskjeller mellom bestander og avviket fra Hardy-Weinberg forventningen var ikke signifikant ( $P=0.37$ ). Imidlertid så viste stikkprøven et nominelt underskudd av heterozygoter i 55 av de 96 undersøkte SNPene, mens tilsvarende antall SNP'er med underskudd i referansebestandene var mellom 28 og 45.

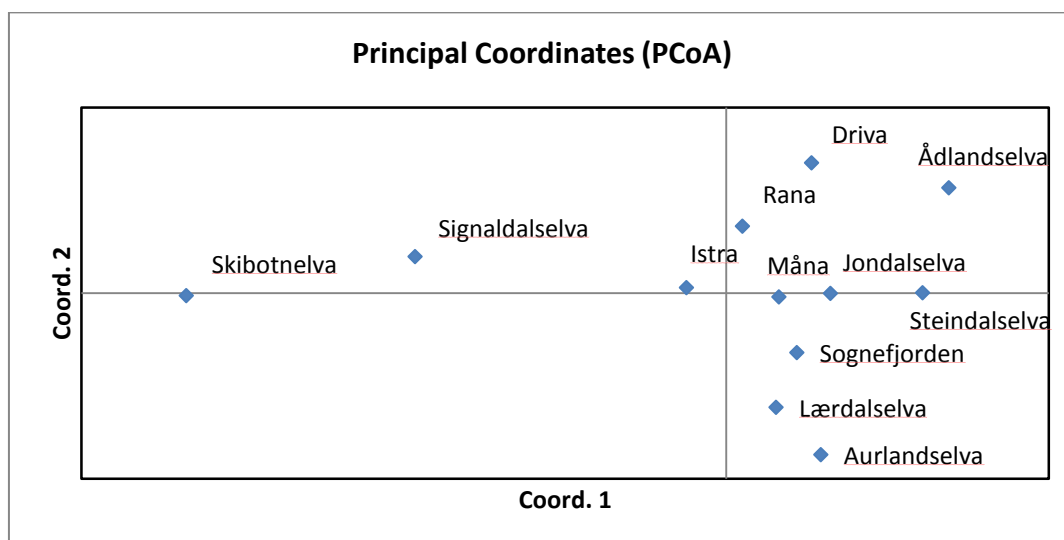
Gruppering av individer fra stikkprøven fra Sognefjorden kun basert på genotype ble gjort med hjelp av programmet STRUCTURE ved å tillate gruppering til 2, 3, 4, eller 5 populasjoner. Denne analysen viste en relativt sterk gruppering til to, men ikke flere forskjellige populasjoner (Figur 1).





**Figur 1.** Analyser av populasjonsstruktur i en stikkprøve av sjøørret fanget i Sognefjorden med hjelp av programmet STRUCTURE. Hver stolpe er et individ og for hvert individ er sannsynligheten for å tilhøre de ulike populasjonene (y-aksen) delt opp i ulike fargekoder. Dersom stikkprøven ikke består av individer fra flere enn en bestand forventes sannsynligheten bli jevnt fordelt til de antatte populasjonene. Ved å anta to populasjoner ser man at individer i stor grad enten den ene (oransje populasjon) eller den andre populasjonen (blå populasjon). Ved å anta flere enn to populasjoner ser det imidlertid ikke ut som individene grupperes til ytterligere flere populasjoner.

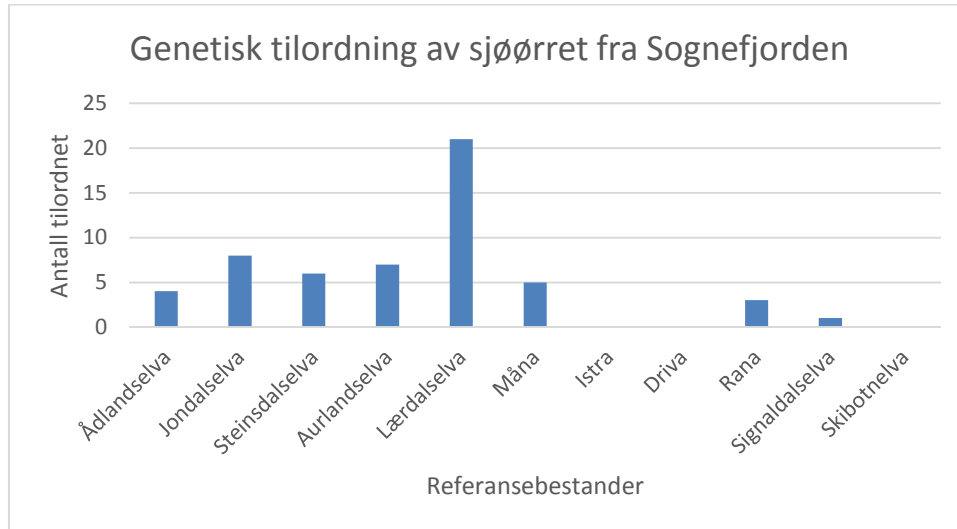
Stikkprøven fra Sognefjorden viste størst genetisk forskjell til Skibotnelva ( $F_{ST}=0,057$ ,  $P=0,000$ ) og minst genetisk forskjell til Lærdalselva ( $F_{ST}=0,013$ ,  $P=0,020$ ). Utfra parvise genetiske forskjeller ( $F_{ST}$ ) visualisert i et PCoA plot viste som forventet stikkprøven fra Sognefjorden mest likhet med de to referanseelvene i Sognefjorden; Lærdalselva og Aurlandselva, mens de nordlige bestandene Skibotnelva og Signaldalselva viste størst genetisk avstand fra de andre referansebestandene (Figur 2).



**Figur 2.** Prinspal koordinat analyse plot basert på parvise genetiske distanser ( $F_{ST}$ ) mellom stikkprøver av sjøørret fra 11 elver og en stikkprøve fra Sognefjorden, estimert fra genetisk variasjon i 96 SNPer.

Hvert enkelt individ fra stikkprøven fra Sognefjorden ble genetisk tilordnet de 11 ulike referansebestandene ved å beregne relativ sannsynlighet for å tilhøre de ulike bestanden. Med denne metoden tvinger man et individ å tilordnes en bestand og hvorvidt man kan anta at den mest sannsynlige bestanden er den faktiske opphavsbestanden avhenger av hvor godt representert de mulige opphavsbestandene er blant referansebestandene. I denne analysen er Lærdalselva og Aurlandselva

representert blant du mest sannsynlige opphavsbestanden, mens mange andra ennå savnes. Man kan derfor ikke med dette begrensede referansematerialet si noe sikkerhet om opphavet. Imidlertid ser det ut som metoden vil kunne fungere dersom flere referansebestander blir inkludert siden en overveiende andel av individene (21) ble tilordnet Lærdalselva og et ikke ubetydelig antall ble tilordnet Aurlandselva (7).



Figur 3. Genetisk tilordning av 55 sjøørret fanget i Sognefjorden til 11 forskjellige referansebestander

### Referanser

Peakall, R. & Smouse, P.E. 2006. GENALEX 6: genetic analysis in excel. Population genetic software for teaching and research. - *Mol Ecol Notes* 6: 288-855.

Piry, S., A. Alapetite, J. M. Cornuet, D. Paetkau, L. Baudouin & A. Estoup, 2004. GeneClass2: a software for genetic assignment and first-generation migrant detection. - *Journal of Heredity* 95: 536–539.

Pritchard, J. K., Stephens, M., & Donnelly, P. 2000. Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics*, 155: 945-959.

Rannala, B. & J. L. Mountain, 1997. Detecting immigration by using multilocus genotypes. - *Proceedings of the National Academy Science* 94: 9197-9201.

## Appendix II. Oppsummering av modell resultater

### Fastsittende lus

AIC resultater fra sammenligning av GLM (poisson), GLM (Negativ binomial), ZIP og ZINB modeller for fastsittende lus. Modellen som sammenlignes ser slik ut

Lus (n) ~ Vekt + Periode + Sone + faktor(År)

Merk at AIC verdien for NB.GLM og ZINB er like. Vi har valgt å velge NG.GLM modellen ettersom denne har færre parameter.

		df	AIC
<b>GLM</b>	m1	6	8523
<b>NB.GLM</b>	m2	7	<b>1083</b>
<b>ZIP (Vekt og periode i ZI modell)</b>	m3	9	7689
<b>ZINB (Vekt og period i ZI modell)</b>	m4	10	<b>1083</b>

Diagnostiske plot viste ingen tegn til mønster. Dispersions koeffsienten var 1.09.

### Bevegelige lus

AIC resultater fra sammenligning av GLM (poisson), GLM (Negativ binomial), ZIP og ZINB modeller for fastsittende lus. Modellen som sammenlignes ser slik ut

Lus (n) ~ Vekt + Periode + Sone + faktor(År)

		df	AIC
<b>GLM</b>	m1	6	1850.042
<b>GLM</b>	m2	7	<b>1000.651</b>
<b>ZIP (Vekt og periode i ZI modell)</b>	m3	9	1612.976
<b>ZINB (Vekt og period i ZI modell)</b>	m4	10	1082.907

Diagnostiske plot viste ingen tegn til mønster. Dispersions koeffsienten var 1.15.

## Resultater fra NB.GLM for fastsittende lus

Call:

```
glm.nb(formula = Fast ~ Vekt + period + Sone + as.factor(Year),  
data = wi_data, init.theta = 0.4504246024, link = log)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.98995	-1.28832	-0.50340	0.08615	2.37614

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
(Intercept)	3.9599541	0.3960817	9.998	< 2e-16 ***
Vekt	0.0013874	0.0005098	2.721	0.0065 **
periodMarApr	0.4056410	0.3255495	1.246	0.2128
SoneYtre	-1.6571214	0.2731941	-6.066	1.31e-09 ***
as.factor(Year)2015	-2.0268508	0.3147075	-6.440	1.19e-10 ***
as.factor(Year)2016	-2.1316611	0.3704018	-5.755	8.66e-09 ***

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(0.4504) family taken to be 1)

Null deviance: 332.43 on 167 degrees of freedom

Residual deviance: 188.79 on 162 degrees of freedom

AIC: 1083.4

Number of Fisher Scoring iterations: 1

Theta: 0.4504  
Std. Err.: 0.0510

2 x log-likelihood: -1069.4490

## Resultater fra NB.GLM for Bevegelige lus

Call:  
glm.nb(formula = Bev ~ Vekt + period + Sone + as.factor(Year),  
data = wi\_data, init.theta = 0.8302970527, link = log)

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-2.3681	-1.1898	-0.3567	0.3029	2.7710

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	0.7172533	0.3151460	2.276	0.02285	*
Vekt	0.0021775	0.0003836	5.677	1.37e-08	***
periodMarApr	-0.1382237	0.2430544	-0.569	0.56956	
SoneYtre	-0.6672850	0.2079624	-3.209	0.00133	**
as.factor(Year)2015	1.4036538	0.2564183	5.474	4.40e-08	***
as.factor(Year)2016	0.8279271	0.2948177	2.808	0.00498	**

---  
Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(0.8303) family taken to be 1)

Null deviance: 270.96 on 167 degrees of freedom  
Residual deviance: 189.35 on 162 degrees of freedom  
AIC: 1000.7

Number of Fisher Scoring iterations: 1

Theta: 0.830  
Std. Err.: 0.110

2 x log-likelihood: -986.651

## Appendix III. Resultater av telling av lakselus på lab ved lokalitetene Kvamsøy, Arnafjord og Kyrkjebø i 2014, 2015 og 2016

N = Antall fisk

Prevalens = andel fisk med lus

Abundans = gjennomsnittlig antall lus på all fanget fisk

Median = middelvei for infisert fisk

v/X = varians over gjennomsnitt på all fisk

IQR = Variasjon (Inter quartile range)

Intensitet = gjennomsnittlig antall lus på fisk med lus

Min = minimum antall lus på en infisert fisk

Maks = maksimum antall lus på en infisert fisk

Relativ intensitet = antall lus per gram fiskevekt

% > 10 lus = % fisk av totalfangst med mer enn 10 lus

% > 0,1 = % fisk av totalfangst (også uinfisert fisk) med mer enn 0,1 lus per gram fiskevekt

### Sjørret-ruse Kvamsøy 2014

Periode	Fiskedata				Prevalens	Infeksjonsmål						Relativ Intensitet			
	art	n	lengde (SD)	vekt (SD)		Abundans (SD)	Median	v/X	IQR	Intensitet (SD)	min	maks	Median	% > 0,1 rel int	% > 10 lus
9.3-20.3	Sjørret	12	34.77	405.29	100.0	254.25	63	346.2	607	254.25	4	759	0.151	58.3	75.0
			9.44	303.80		296.69				296.69					

### Sjørørret-ruse Arnafjord 2014

Fiskedata					Infeksjonsmål								Relativ Intensitet		
Periode	art	n	lengde (SD)	vekt (SD)	Prevalens	Abundans (SD)	Median	v/X	IQR	Intensitet (SD)	min	maks	Median	% > 0,1 rel int	% > 10 lus
3.5-15.5	Sjørørret	15	22.53	189.33	66.7	5.53	2	10.6	10	8.3	1	25	0.022	6.7	13.3
			10.28	308.64		7.66				8.8					

### Sjørørret-ruse Kyrkjebø 2014

Fiskedata					Infeksjonsmål								Relativ Intensitet		
Periode	art	n	lengde (SD)	vekt (SD)	Prevalens	Abundans (SD)	Median	v/X	IQR	Intensitet (SD)	min	maks	Median	% > 0,1 rel int	% > 10 lus
15.3-24.3	Sjørørret	14	31.42	263.10	71.4	26.79	3	96.5	28.75	37.50	1	188	0.017	35.7	14.3
			4.69	140.62		52.77				59.80					
24.4-30.4	Sjørørret	14	28.87	242.32	57.1	5.64	1	31.5	4	9.88	1	52	0.004	14.3	7.1
			7.17	178.61		13.84				17.55					
1.6-2.6	Sjørørret	20	18.54	77.36	95	20.70	17	9.8	24.75	21.79	1	51	0.361	75.0	75.0
			5.48	81.86		14.63				14.18					

### Sjørret-ruse Kvamsøy 2015

Sjørret-ruse Kvamsøy 2015															
Periode	Fiskedata				Prevalens	Infeksjonsmål							Relativ Intensitet		
	art	n	lengde (SD)	vekt (SD)		Abundans (SD)	Median	v/X	IQR	Intensitet (SD)	min	maks	Median	% > 0,1 rel int	% > 10 lus
8.1-11.1	Sjørret	20	28.98 3.57	203.30 79.95	100.0	19.70 21.34	18	23.1	20	19.70 21.34	1	99	0.085	35.0	60.0
18.3-20.3	Sjørret	19	31.19 5.38	269.05 150.68	94.7	19.05 24.70	12	20.1	24	20.11 20.12	1	78	0.058	26.3	57.9

### Sjørret-ruse Kyrkjebø 2015

Sjørret-ruse Kyrkjebø 2015															
Periode	Fiskedata				Prevalens	Infeksjonsmål							Relativ Intensitet		
	art	n	lengde (SD)	vekt (SD)		Abundans (SD)	Median	v/X	IQR	Intensitet (SD)	min	maks	Median	% > 0,1 rel int	% > 10 lus
27.2-3.3	Sjørret	17	29.83 7.58	274.06 257.58	100.0	18.94 17.63	16	16.4	13	18.94 18.17	2	78	0.070	35.3	58.8
23.3-28.3	Sjørret	16	31.66	295.13 127.36	87.5	8.50 5.99	7	4.2	10	9.71 5.61	2	20	0.025	0.0	37.5
19.10-23.10	Sjørret	16	25.05	167.78 188.09	84.2	13.13 11.99	11	11.0	17	16.15 11.77	2	39	0.06	37.5	50.0
23.11-30.11	Sjørret	4	27.95	211.60 168.43	75.0	8.75 8.47	7	8.2	18	11.67 9.61	3	22	0.033	25.0	25.0



### Sjørørret-ruse Kvamsøy 2016

Fiskedata					Infeksjonsmål								Relativ Intensitet		
Periode	art	n	lengde (SD)	vekt (SD)	Prevalens	Abundans (SD)	Median	v/X	IQR	Intensitet (SD)	min	maks	Median	% > 0,1 rel int	% > 10 lus
16.1-19.1	Sjørørret	20	28.58 7.76	248.0 225.55	100.0	13.55 17.66	8	21.9	13	13.55 17.66	1	77	0.039	20.0	40.0
22.02-29.02	Sjørørret	4	40.78 11.63	675.0 483.92	100.0	98.75 139.75	38	148.3	227	98.75 139.75	13	307	0.112	50.0	100.0
11.04-16.04	Sjørørret	9	38.53 7.73	590.11 279.36	100.0	32.67 27.81	22	21.0	33	32.67 27.81	2	93	0.073	33.3	88.9

### Sjørørret-ruse Kyrkjebø 2016

Fiskedata					Infeksjonsmål								Relativ Intensitet		
Periode	art	n	lengde (SD)	vekt (SD)	Prevalens	Abundans (SD)	Median	v/X	IQR	Intensitet (SD)	min	maks	Median	% > 0,1 rel int	% > 10 lus
19.1-26.1	Sjørørret	8	25.68 5.49	166.38 130.63	100.0	8.38 9.87	5	10.2	6	8.38 9.87	2	32	0.039	12.5	12.5
5.3-10.3	Sjørørret	4	36.38 1.51	378.25 33.28	75.0	3.00 2.45	3	1.5	5	4.00 1.73	3	6	0.008	0.0	0.0
10.4-18.4	Sjørørret	9	33.12 9.55	464.33 453.56	100.0	13.67 16.93	9	18.7	7	13.67 16.93	3	58	0.037	11.1	44.4

## **Appendix IV. Hvorfor har vi lagt mindre vekt på telling av data i felt utført av lokalt personell.**

Det er gjennom prosjektperioden lagt ned en betydelig innsats lokalt for å fange fisk til overvåkinga lus på sjøørret ved bruk av ruse, og vi takker hver enkelt for den store innsatsen. I forbindelse med denne fangsten har det også blitt gjennomført lusetellinger og annen registrering på fisken. Tanken med denne registreringen var at man skulle kunne ha en oversikt og kunne gjøre adaptiv prøvetakning for telling i laboratorium ved tilfeller der man så økende mengder og potensielle epizootiske utbrudd av lus. Dette ble observert i 2014 og den påfølgende prøvetakningen viste at dette var tilfellet (Vollset & Barlaup 2014). Etter dette ble det bestemt å ta prøver mer systematisk selv om telling av lus fortsatte i felt for å kunne vurdere om det var store avvik mellom det man tok prøver av og det man så i felt. Vi har derimot valgt å ikke legge stor vekt på disse dataene i denne rapporten. Dette er fordi det er knyttet noe usikkerhet til mengden lus som registreres i felt.

Havforskningsinstituttet (HI) på oppdrag av Mattilsynet og Nærings- og fiskeridepartementet ansvar for det nasjonale overvåkningsprogrammet for lakselus på vill fisk (NALO). Prøvetakingen under NALO er i hovedsak fokusert på våren og forsommeren og prøvetakning skjer på fisk i felt. I disse studiene skal deltakerne gjennomgå en eksamen, som de må bestå, for å kunne telle lakselus i felt. Ved fangst av sjøørret i ruse under NALO blir individene tatt med levende inn til land hvor de så blir bedøvet. Lusetelling foregår individuelt på bedøvet fisk liggende i vannbad og under lys fra hodelykt. Grunnen til at luseregistreringer foregår i vannbad er at en lettere kan identifisere og skille mellom de ulike stadiene. Etter at registreringer på fisken er ferdig legges den i et oppvåkningskar for at bedøvelsen skal forsvinne, og deretter blir oppvåknet fisk satt levende ut igjen. Vi har av praktiske årsaker ikke fulgt samme metode i denne studien. Fisken er bl.a. ikke lagt i vannbad og tellingen er foregått direkte på fisken etter uttak av ruse. Røkterne har imidlertid fått opplæring av Uni Research til identifisering av lakselus. Det er knyttet store næringsinteresser til data som omhandler lakselus på vill laksefisk og det blir dermed større og større behov og krav om å dokumentere og gjennomføre tellinger på en gjennomsiiktig og standardisert måte. Vår vurdering er at de dataene som er talt av lus på laboratorium er de mest nøyaktige til å representere situasjonen for lus i Sognefjorden i denne perioden.

## Appendix V. Rådata fra lakselustelling på lab ved lokalitetene Kvamsøy, Arnafjord og Kyrkjebø i 2014, 2015 og 2016

År	Dato	Lokalitet	L(cm)	V (g)	Skjelltap	Co	Ch1	Ch2	PreA	AdultM	AdultF	AdultFegg	Skottelus
2014	01.06.2014	Kyrkjebø	26.6	182.6	3	0	2	2	6	0	1	1	0
2014	01.06.2014	Kyrkjebø	27.9	218.1	5	0	5	10	15	0	6	0	0
2014	01.06.2014	Kyrkjebø	19.7	85.4	5	0	27	3	0	0	0	0	0
2014	01.06.2014	Kyrkjebø	25.2	182.2	20	0	15	0	3	0	0	0	0
2014	02.06.2014	Kyrkjebø	33.3	319.5	20	0	4	6	11	0	3	6	0
2014	26.04.2014	Kyrkjebø	21	72	5	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	26.04.2014	Kyrkjebø	25.8	160.4	50	0	0	1	0	0	0	0	0
2014	25.04.2014	Kyrkjebø	20.5	73.5	1	1	0	0	0	0	0	0	0
2014	25.04.2014	Kyrkjebø	24.3	115	12	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	25.04.2014	Kyrkjebø	21.8	88.8	3	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	29.04.2014	Kyrkjebø	22.4	88.2	3	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	26.04.2014	Kyrkjebø	21.4	78.8	70	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	28.04.2014	Kyrkjebø	32.8	299.5	2	0	0	0	1	0	0	0	0
2014	29.04.2014	Kyrkjebø	35.1	370.5	30	0	1	1	4	0	1	0	0
2014	26.04.2014	Kyrkjebø	33.2	321.1	10	0	3	0	0	0	0	0	0
2014	30.04.2014	Kyrkjebø	35.4	326.8	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	27.04.2014	Kyrkjebø	31.2	249.3	7	0	0	0	1	0	0	0	0
2014	24.04.2014	Kyrkjebø	41.1	632.3	3	0	0	0	4	5	3	1	0
2014	27.04.2014	Kyrkjebø	38.2	516.3	35	0	13	27	12	0	0	0	0
2014	02.06.2014	Kyrkjebø	14.1	24.8	10	4	5	0	0	0	0	0	0
2014	02.06.2014	Kyrkjebø	14.4	26.2	5	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	02.06.2014	Kyrkjebø	15.1	32.9	5	3	9	2	0	1	0	0	0
2014	02.06.2014	Kyrkjebø	17.8	49.4	5	0	0	0	0	1	0	0	0
2014	02.06.2014	Kyrkjebø	18	52.8	5	3	14	0	2	1	0	0	0
2014	02.06.2014	Kyrkjebø	14.1	24.6	0	0	10	0	1	1	1	0	0
2014	02.06.2014	Kyrkjebø	17.2	44.6	1	3	4	9	0	0	0	0	0
2014	02.06.2014	Kyrkjebø	18.3	49.1	2	2	35	0	0	0	0	0	0
2014	02.06.2014	Kyrkjebø	17.5	50	1	0	18	4	0	1	0	1	0
2014	02.06.2014	Kyrkjebø	15.6	34	1	0	48	3	0	0	0	0	0
2014	02.06.2014	Kyrkjebø	14.1	26	10	0	5	0	0	0	1	0	0
2014	02.06.2014	Kyrkjebø	13.2	23.7	5	1	11	0	0	0	0	0	0
2014	02.06.2014	Kyrkjebø	14.4	27	10	0	40	0	0	0	0	0	0
2014	02.06.2014	Kyrkjebø	15.8	35.3	10	1	0	0	1	2	0	0	0
2014	02.06.2014	Kyrkjebø	18.5	59	10	6	32	0	2	0	0	0	0
2014	11.03.2014	Kvamsøy	31.6	232	2	15	430	210	20	5	0	0	0
2014	11.03.2014	Kvamsøy	23	98.9	1	2	12	2	0	0	0	1	0

2014	11.03.2014	Kvamsøy	24.6	118.56	1	2	3	2	0	0	1	3	0
2014	20.03.2014	Kvamsøy	27.4	159	25	0	4	0	0	0	0	0	0
2014	09.03.2014	Kvamsøy	29	174	5	0	44	519	7	0	0	0	0
2014	20.03.2014	Kvamsøy	38.6	435	5	0	10	208	14	4	2	4	0
2014	18.03.2014	Kvamsøy	23.8	118	1	2	1	1	0	0	0	0	0
2014	20.03.2014	Kvamsøy	35.2	351	2	0	720	14	23	2	0	0	0
2014	13.03.2014	Kvamsøy	46	775	1	0	3	4	7	1	1	4	0
2014	11.03.2014	Kvamsøy	45	758	1	0	5	0	0	0	2	1	0
2014	18.03.2014	Kvamsøy	46	811	2	0	14	39	41	10	1	0	0
2014	13.03.2014	Kvamsøy	47	833	0	80	440	100	3	3	1	4	0
2014	19.03.2014	Kyrkjebø	25.5	104	15	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	20.03.2014	Kyrkjebø	30.3	243.1	10	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	17.03.2014	Kyrkjebø	31.3	255.5	70	4	20	61	3	1	2	0	0
2014	15.03.2014	Kyrkjebø	40.5	582.5	5	5	4	5	0	2	3	5	0
2014	15.03.2014	Kyrkjebø	39.5	542.2	3	1	7	16	4	2	4	1	0
2014	24.03.2014	Kyrkjebø	30.5	231.9	5	0	4	0	0	0	0	0	0
2014	24.03.2014	Kyrkjebø	28.5	210.7	3	0	1	7	2	0	4	4	0
2014	24.03.2014	Kyrkjebø	26.8	138.4	0	0	0	0	1	0	0	0	0
2014	21.03.2014	Kyrkjebø	29.8	215.2	15	0	1	6	0	0	0	0	0
2014	24.03.2014	Kyrkjebø	36.6	339.3	0	0	0	0	1	0	0	0	0
2014	24.03.2014	Kyrkjebø	26.4	151.5	30	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	24.03.2014	Kyrkjebø	28.1	174.8	5	0	6	100	78	2	0	0	0
2014	24.03.2014	Kyrkjebø	32.6	206.8	30	0	0	0	1	0	0	0	0
2014	24.03.2014	Kyrkjebø	33.5	287.5	50	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	15.05.2014	Arnafjorden	23.7	86.2	5	0	0	0	0	1	0	0	0
2014	15.05.2014	Arnafjorden	28	213	10	0	0	0	8	0	1	1	0
2014	07.05.2014	Arnafjorden	23.8	104.9	5	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	15.05.2014	Arnafjorden	16.4	41.9	3	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	09.05.2014	Arnafjorden	49.4	1174.5	10	0	0	0	12	2	1	4	0
2014	07.05.2014	Arnafjorden	14.5	32.8	5	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	03.05.2014	Arnafjorden	19	60.5	3	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	09.05.2014	Arnafjorden	18	47.4	3	0	0	0	1	0	0	0	0
2014	03.05.2014	Arnafjorden	21.6	79.2	10	0	0	0	23	0	2	0	0
2014	09.05.2014	Arnafjorden	23.7	316	20	0	0	3	3	0	0	0	0
2014	03.05.2014	Arnafjorden	41	555.9	7	0	0	6	1	1	1	0	0
2014	15.05.2014	Arnafjorden	14.3	29.7	5	0	0	0	0	1	0	0	0
2014	15.05.2014	Arnafjorden	15.5	37.3	5	0	0	0	1	0	0	0	0
2014	15.05.2014	Arnafjorden	15.3	35.2	4	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	15.05.2014	Arnafjorden	13.8	25.4	4	0	0	0	0	0	0	0	0
2015	11.01.2015	Kvamsøy	32.1	235	45	0	2	1	1	0	0	0	0

2015	11.01.2015	Kvamsøy	28.2	210	10	0	2	1	0	0	1	0	0
2015	11.01.2015	Kvamsøy	26.0	122	50	0	2	1	7	0	3	7	0
2015	11.01.2015	Kvamsøy	29.3	224	5	0	0	0	8	1	7	4	0
2015	11.01.2015	Kvamsøy	27.6	188	5	0	1	5	7	3	1	2	0
2015	11.01.2015	Kvamsøy	23.4	106	15	0	2	3	1	1	2	0	0
2015	11.01.2015	Kvamsøy	27.2	174	5	0	0	0	1	0	1	0	0
2015	11.01.2015	Kvamsøy	31.9	231	5	0	2	1	6	0	5	6	0
2015	08.01.2015	Kvamsøy	26.2	176	4	0	0	0	0	0	1	0	0
2015	08.01.2015	Kvamsøy	29.7	208	2	2	0	5	3	1	1	5	0
2015	08.01.2015	Kvamsøy	37.4	480	2	7	4	1	2	1	1	3	0
2015	10.01.2015	Kvamsøy	28.9	191	2	2	3	2	1	0	1	0	0
2015	10.01.2015	Kvamsøy	23.1	97	5	1	1	0	2	0	0	0	0
2015	10.01.2015	Kvamsøy	25.6	134	15	0	8	53	35	1	1	1	0
2015	10.01.2015	Kvamsøy	28.6	177	10	0	3	9	9	1	2	1	0
2015	10.01.2015	Kvamsøy	26.8	163	15	1	0	5	4	1	2	1	0
2015	10.01.2015	Kvamsøy	29.9	209	10	1	5	16	15	3	1	0	0
2015	10.01.2015	Kvamsøy	31.1	256	25	1	5	13	11	1	4	1	0
2015	10.01.2015	Kvamsøy	35.0	231	7	0	2	15	7	2	2	1	0
2015	10.01.2015	Kvamsøy	31.6	254	20	0	0	0	2	0	0	0	0
2015	20.03.2015	Kvamsøy	21.4	74	5	0	2	2	0	0	0	0	0
2015	19.03.2015	Kvamsøy	26.9	132	35	0	0	1	9	2	0	2	0
2015	19.03.2015	Kvamsøy	27.8	130	35	0	0	0	0	0	0	0	0
2015	19.03.2015	Kvamsøy	28.9	197	7	4	74	0	0	0	0	0	0
2015	19.03.2015	Kvamsøy	30.0	220	87	1	2	3	0	0	0	0	0
2015	18.03.2015	Kvamsøy	25.4	128	13	5	35	7	6	1	0	0	0
2015	18.03.2015	Kvamsøy	29.6	230	15	0	9	4	5	3	4	3	0
2015	18.03.2015	Kvamsøy	32.0	283	15	0	5	3	5	4	2	0	0
2015	18.03.2015	Kvamsøy	32.1	307	5	0	2	4	8	9	7	6	1
2015	19.03.2015	Kvamsøy	30.0	192	2	0	0	0	2	1	0	1	0
2015	19.03.2015	Kvamsøy	35.0	364	20	0	2	1	5	2	0	0	0
2015	19.03.2015	Kvamsøy	44.0	669	10	0	0	0	3	3	0	6	0
2015	19.03.2015	Kvamsøy	40.9	539	30	0	0	1	0	0	0	0	0
2015	18.03.2015	Kvamsøy	27.0	157	30	0	5	2	3	1	0	0	0
2015	18.03.2015	Kvamsøy	27.2	178	5	0	1	0	2	2	2	3	0
2015	18.03.2015	Kvamsøy	32.8	275	7	0	1	3	1	4	6	1	1
2015	18.03.2015	Kvamsøy	30.9	254	35	0	0	0	1	0	0	0	0
2015	18.03.2015	Kvamsøy	33.5	353	5	0	1	4	4	5	3	7	0
2015	18.03.2015	Kvamsøy	37.2	430	5	0	0	2	16	12	2	2	1
2015	03.03.2015	Kyrkjebø	26.4	224	5	0	0	1	8	1	4	6	1
2015	03.03.2015	Kyrkjebø	25.1	148	3	0	1	0	9	3	2	4	0

2015	03.03.2015	Kyrkjebø	25.1	140	40	1	0	1	12	4	0	0	0
2015	03.03.2015	Kyrkjebø	26.6	172	12	0	1	0	4	1	0	0	0
2015	03.03.2015	Kyrkjebø	27.7	179	20	1	0	1	13	6	0	0	0
2015	03.03.2015	Kyrkjebø	23.9	85	3	3	3	2	8	0	0	0	0
2015	03.03.2015	Kyrkjebø	29.7	233	20	0	0	1	3	3	0	0	0
2015	03.03.2015	Kyrkjebø	31.6	280	12	0	0	1	5	3	0	0	0
2015	01.03.2015	Kyrkjebø	44.1	717	3	0	0	2	8	3	0	0	0
2015	27.02.2015	Kyrkjebø	52.5	1109	5	0	1	3	59	11	3	1	0
2015	27.03.2015	Kyrkjebø	27.1	168	12	0	1	0	0	0	0	1	0
2015	02.03.2015	Kyrkjebø	24.6	139	3	0	1	0	4	1	1	2	0
2015	02.03.2015	Kyrkjebø	26.6	179	13	0	0	1	3	0	2	2	0
2015	02.03.2015	Kyrkjebø	26.0	145	2	0	0	0	2	0	0	0	0
2015	02.03.2015	Kyrkjebø	24.8	127	8	1	5	8	17	0	0	1	0
2015	02.03.2015	Kyrkjebø	29.3	240	2	1	1	3	6	3	1	2	0
2015	02.03.2015	Kyrkjebø	29.5	207	15	0	4	1	1	0	0	0	0
2015	02.03.2015	Kyrkjebø	33.6	335	5	0	1	10	27	2	0	1	0
2015	23.03.2015	Kyrkjebø	27.1	189	1	1	1	0	3	1	0	0	0
2015	28.03.2015	Kyrkjebø	26.1	135	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2015	23.03.2015	Kyrkjebø	29.1	214	4	0	1	0	1	4	0	0	0
2015	27.03.2015	Kyrkjebø	34.5	380	3	0	6	6	4	2	1	1	0
2015	27.03.2015	Kyrkjebø	41.7	683	2	0	0	0	4	5	2	4	0
2015	27.03.2015	Kyrkjebø	35.4	400	5	0	2	1	6	4	1	4	0
2015	27.03.2015	Kyrkjebø	30.3	252	30	0	0	13	0	0	0	0	1
2015	27.03.2015	Kyrkjebø	33.4	340	2	0	1	0	2	2	2	1	0
2015	27.03.2015	Kyrkjebø	31.3	253	2	1	1	1	5	1	3	0	0
2015	27.03.2015	Kyrkjebø	31.8	263	2	0	0	0	4	1	2	0	0
2015	27.03.2015	Kyrkjebø	29.7	242	4	0	1	1	3	0	0	0	0
2015	23.03.2015	Kyrkjebø	30.8	257	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2015	27.03.2015	Kyrkjebø	34.7	348	6	0	3	3	6	1	1	0	0
2015	23.03.2015	Kyrkjebø	32.7	324	40	1	0	3	3	0	0	0	0
2015	27.03.2015	Kyrkjebø	30.8	274	1	0	0	1	0	1	1	0	0
2015	19.10.2015	Kyrkjebø	23.1	111.4	3	5	5	15	3	3	2	2	0
2015	19.10.2015	Kyrkjebø	19.9	63.4	5	0	0	0	0	0	0	0	0
2015	19.10.2015	Kyrkjebø	20.8	74.2	10	0	0	0	1	0	0	1	0
2015	19.10.2015	Kyrkjebø	25.1	129.4	3	0	1	0	10	1	0	0	0
2015	19.10.2015	Kyrkjebø	26.2	162.8	20	0	1	2	1	1	0	0	0
2015	22.10.2015	Kyrkjebø	21.7	96.8	10	0	0	0	0	0	0	0	0
2015	20.10.2015	Kyrkjebø	23	107.6	5	17	0	0	0	0	0	0	0
2015	20.10.2015	Kyrkjebø	22.2	88.4	10	2	2	0	24	8	2	1	0
2015	20.10.2015	Kyrkjebø	33.9	334	5	0	1	1	6	0	1	0	0

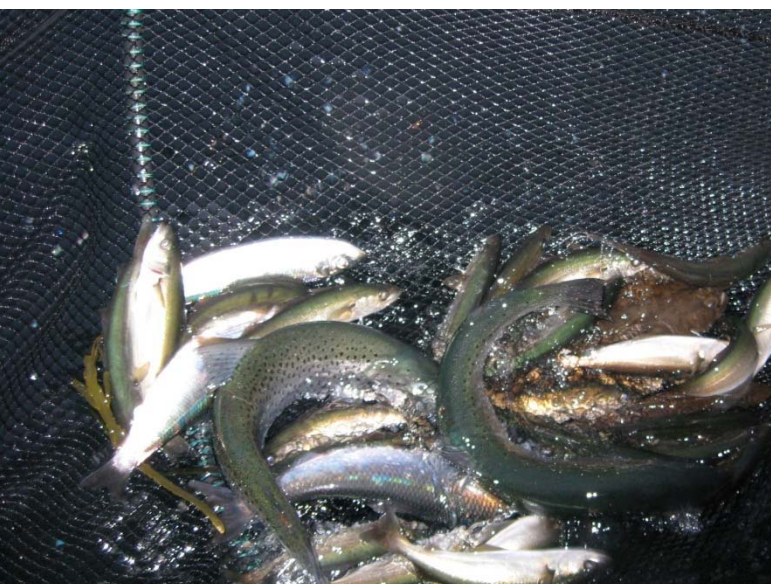
2015	20.10.2015	Kyrkjebø	44.6	833	10	0	0	0	9	3	9	0	0
2015	23.10.2015	Kyrkjebø	23.4	120.8	25	1	0	2	3	0	0	0	0
2015	23.10.2015	Kyrkjebø	22.4	98.6	40	2	9	11	6	0	0	0	0
2015	23.10.2015	Kyrkjebø	23.6	116	20	0	2	4	5	1	2	1	0
2015	23.10.2015	Kyrkjebø	24.5	122.8	50	0	0	0	0	0	0	0	0
2015	23.10.2015	Kyrkjebø	26.4	154	8	0	8	6	1	1	0	0	0
2015	23.10.2015	Kyrkjebø	20	71.2	20	1	2	0	1	1	0	0	0
2015	23.11.2015	Kyrkjebø	19.2	70.4	5	0	0	0	0	1	2	0	0
2015	23.11.2015	Kyrkjebø	22.7	107.6	5	0	3	1	8	9	0	1	1
2015	30.11.2015	Kyrkjebø	30.1	224	5	0	0	0	0	0	0	0	0
2015	30.11.2015	Kyrkjebø	39.8	444.4	10	0	0	0	4	2	2	2	0
2016	19.01.2016	Kvamsøy	24.2	117	5	0	3	0	6	0	0	4	0
2016	19.01.2016	Kvamsøy	23.1	109	5	0	1	3	0	0	2	2	0
2016	19.01.2016	Kvamsøy	28.5	185	10	0	0	0	1	0	0	0	0
2016	19.01.2016	Kvamsøy	36.8	402	5	0	1	6	3	0	0	5	0
2016	19.01.2016	Kvamsøy	32.2	293	2	0	1	2	1	1	0	1	0
2016	19.01.2016	Kvamsøy	25.6	132	10	0	0	3	6	2	0	2	0
2016	19.01.2016	Kvamsøy	33.2	303	5	0	0	0	4	2	1	1	0
2016	18.01.2016	Kvamsøy	22.2	95	2	0	0	0	0	0	1	0	0
2016	19.01.2016	Kvamsøy	22.6	106	10	0	0	0	0	0	3	0	0
2016	18.01.2016	Kvamsøy	24.8	147	5	0	1	4	10	0	2	0	0
2016	17.01.2016	Kvamsøy	22.5	121	2	0	0	0	5	0	0	0	0
2016	17.01.2016	Kvamsøy	35	393	0	1	0	0	1	0	1	1	0
2016	17.01.2016	Kvamsøy	20	87	2	0	0	0	5	1	1	0	0
2016	19.01.2016	Kvamsøy	29	209	0	0	0	0	1	1	0	0	0
2016	17.01.2016	Kvamsøy	27.5	208	3	1	0	6	2	1	0	0	0
2016	18.01.2016	Kvamsøy	25.7	136	7	1	8	17	31	8	6	6	0
2016	17.01.2016	Kvamsøy	24.2	133	5	0	2	4	12	0	2	0	1
2016	17.01.2016	Kvamsøy	21.2	93	10	0	1	0	0	0	0	0	0
2016	16.01.2016	Kvamsøy	45.2	854	5	0	0	1	13	1	0	3	0
2016	17.01.2016	Kvamsøy	48.1	837	5	0	0	1	19	15	5	1	0
2016	24.02.2016	Kvamsøy	25.5	151	40	2	17	3	1	1	0	0	0
2016	16.04.2016	Kvamsøy	27.6	207	2	0	7	6	4	4	1	0	0
2016	12.04.2016	Kvamsøy	25.2	156	2	2	15	0	2	1	0	0	0
2016	24.02.2016	Kvamsøy	38.6	469	65	0	10	2	0	0	0	1	0
2016	11.04.2016	Kvamsøy	40.6	686	10	3	8	5	4	1	0	0	4
2016	12.04.2016	Kvamsøy	35.5	417	5	1	1	0	0	0	0	0	0
2016	16.04.2016	Kvamsøy	38.6	543	15	2	6	6	20	4	0	0	2
2016	16.04.2016	Kvamsøy	44.5	826	10	0	3	9	1	2	0	0	0
2016	11.04.2016	Kvamsøy	45.4	806	10	0	10	9	28	12	0	0	0

2016	15.04.2016	Kvamsøy	46.7	948	20	0	9	3	4	0	1	0	1
2016	12.04.2016	Kvamsøy	42.7	722	15	0	6	36	51	0	0	0	0
2016	28.02.2016	Kvamsøy	46.7	796	10	0	11	13	4	4	8	11	0
2016	28.02.2016	Kvamsøy	52.3	1284	10	6	46	170	32	21	25	7	0
2016	19.01.2016	Kyrkjebø	24.6	135	20	0	0	0	2	0	0	0	0
2016	19.01.2016	Kyrkjebø	23.3	116	10	0	1	1	0	1	0	1	0
2016	19.01.2016	Kyrkjebø	23.1	103	10	0	0	2	1	2	2	1	0
2016	19.01.2016	Kyrkjebø	24.7	126	15	0	0	1	1	0	0	0	0
2016	19.01.2016	Kyrkjebø	21.8	83	10	0	0	0	3	2	2	2	0
2016	19.01.2016	Kyrkjebø	23.8	117	10	0	4	0	1	0	0	0	0
2016	19.01.2016	Kyrkjebø	25.1	167	15	0	0	3	2	0	0	0	0
2016	26.01.2016	Kyrkjebø	39	484	70	0	2	6	20	2	1	1	0
2016	05.03.2016	Kyrkjebø	37.8	422	30	0	1	4	0	1	0	0	0
2016	09.03.2016	Kyrkjebø	37.1	375	5	2	0	0	1	0	0	0	0
2016	09.03.2016	Kyrkjebø	36.3	375	8	0	0	3	0	0	0	0	0
2016	07.03.2016	Kyrkjebø	34.3	341	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2016	17.04.2016	Kyrkjebø	26.1	195	20	1	3	0	5	0	0	0	0
2016	15.04.2016	Kyrkjebø	25.7	145	10	0	5	0	1	1	2	2	0
2016	10.04.2016	Kyrkjebø	27.2	198	10	0	2	0	0	0	1	0	0
2016	10.04.2016	Kyrkjebø	30.3	281	5	0	2	3	4	1	1	0	0
2016	17.04.2016	Kyrkjebø	23.4	116	50	0	2	5	6	0	0	0	0
2016	17.04.2016	Kyrkjebø	36.2	534	10	0	2	3	0	0	0	0	0
2016	10.04.2016	Kyrkjebø	34.3	498	10	0	1	1	1	2	2	0	0
2016	17.04.2016	Kyrkjebø	41.7	650	15	0	0	2	4	0	0	0	0
2016	18.04.2016	Kyrkjebø	53.2	1562	10	0	4	0	35	14	4	1	0



## Lusregistrering i den nasjonale laksefjorden i Sogn vinter/vår 2013

Overvåkning av lakselus på sjørret ved bruk av storruse i  
Balestrand og Vik



LABORATORIUM FOR FERSKVANNØKOLOGI OG INNLANDSFISKE, LFI UNI MILJØ THORMØHLENSGATE 49b 5006 BERGEN		TELEFON: 55 58 22 28 E-POST: lfi@uni.no	
ISSN NR:		LFI-Notat	
TITTEL: Luseregistrering i den nasjonale laksefjorden i Sogn vinter/vår 2013 - Overvåkning av lakselus på sjøørret ved bruk av storruse i Balestrand og Vik		DATO: 01.01.2013	
FORFATTERE: Knut Wiik Vollset, Bjørn Torgeir Barlaup		GEOGRAFISK OMRÅDE: Sogn, Sogn og Fjordane	
OPPDRAGSGIVER: BKK		ANTALL SIDER:	
<p>SAMANDRAG: Vinteren 2013 engasjerte Sogn Villfiskråd LFI-Uni Miljø fra Uni Research i Bergen (videre refert til som LFI) for å være faglig ansvarlig for å gjennomføre en prøvetakning av sjøørret med hjelp av storruse i Sognefjorden. Hensikten med prosjektet var å kartlegge lusesituasjonen/infeksjonsnivå og helsetilstanden på sjøørreten som befinner seg i den nasjonale laksefjorden vinter/ vår 2013. Resultatene fra luseregistreringer i Sognefjorden vinteren og våren 2013 indikerer at det har vært relativt lite lus på sjøørreten i denne perioden. En stor andel av fisken registrert om vinteren var mager (60%) og flere hadde sårskader (10%) som kan ha vært relatert til tidligere skader fra lakselus. Undersøkelsene av sjøauren fra rusene i sogn støtter konklusjonen til nasjonal overvåkning om at laksesmolten som vandret tidlig ut fra elvene i Sognefjorden i 2013 hadde et relativt lavt infeksjonspress fra lakselus. Denne type undersøkelser basert på lokal drifting av sjøaureruser er et viktig supplement til den nasjonale overvåkingen som gir en betydelig økt oppløsning med tanke på å avdekke potensielt skadelige angrep fra lakselus på villfisk. Overvåkning bør opprettholdes over flere år for å avdekke potensielle mellomårsvariasjoner.</p>			
EMNEORD: Sjøørret, lakselus, storruse		SUBJECT ITEMS: Sea trout, salmon lice, trap net	
FORSIDEN FOTO: Morten Jacobsen			

## 1 Bakgrunn og hensikt

Vinteren 2013 engasjerte Sogn Villfiskråd LFI-Uni Miljø fra Uni Research i Bergen (videre referert til som LFI) for å være faglig ansvarlig for å gjennomføre en prøvetakning av sjøørret med hjelp av storruse i Sognefjorden. Hensikten med prosjektet var å «kartlegge lusesituasjonen/infeksjonsnivå og helsetilstanden på sjøørreten som befinner seg i den nasjonale laksefjorden vinter/ vår 2013.» Sogn Villaksråd er en sammenslutning av grunneljeeierlag, jakt og fiskerforeninger, og har som formål å arbeide for å sikre bærekraftig forvaltning av lokale villaks- og sjøørrestammer både i elv og fjordområder.

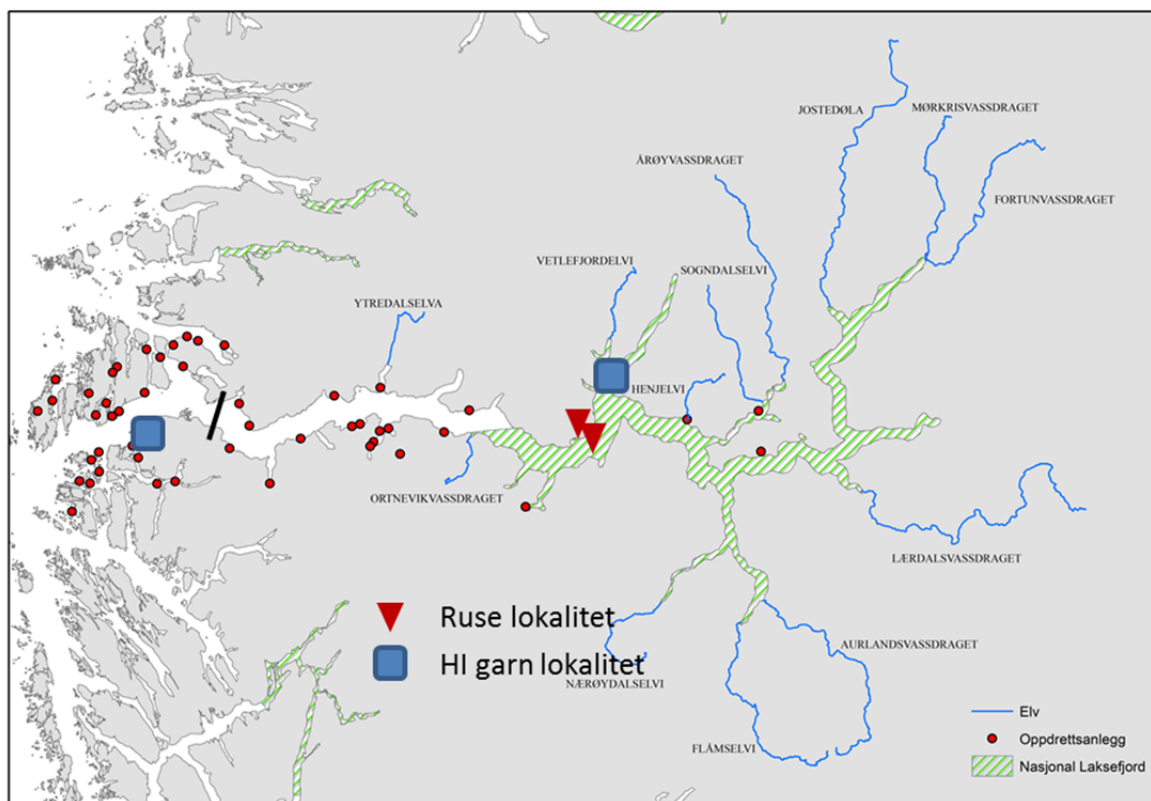
Bakgrunnen for initiering av prosjektet var bekymringsmeldinger for tilstanden til sjøørreten i Sognefjorden. Sogn Villaksråd mener data innsamlingen for sjøørret er mangelfull ettersom kun 2 stasjoner med garn er blitt tatt i bruk for å overvåke lakselus situasjonen i Sognefjorden i nasjonalovervåkning gjennomført av HI de siste årene. Det er dokumentert at garnfiske etter sjøørret er en dårlig metode for å registrere lakselus ettersom en ukjent mengde av lakselusen vil bli skrapet av. Prøvetakningsperioden er også hovedsakelig fokusert på våren og forsommeren selv om det lokalt er rapportert om sjøørret med til dels svært store mengder lakselus utenom tidsperioden med prøvetaking. I tillegg er Sognefjorden en nasjonal laksefjord som skal slutt evalueres i 2017. I denne vurderingen blir situasjonen i.f.t. lakselus et viktig kriterium, og Sogn Villfiskråd mener at dokumentasjonsgrunnlaget for å si noe om tilstanden for villfisk med henhold til lakselus i Sognefjorden er svært mangelfull.

LFI har mangeårig erfaring med prøvetakning av sjøørret og laksesmolt fra Osterfjordsystemet, Ryfylke og Hardanger og er av den grunn medforfattere på den årlige rapporten fra HI til Mattilsynet på tilstanden for vill laksefisk i.f.t. lakselus. I arbeidet med dette har LFI utarbeidet et nytt fangstredskap (Barlaup et al., 2013), en modifisert storruse, som nå brukes i den nasjonale overvåkingen flere steder i Norge (Bjørn et al., 2011). Det er dette fangstredskapet som er blitt tatt i bruk i prosjektet.

Prosjektet er blitt designet slik at man ved bruk av ruse kan gjøre en skånsom prøvetakning av sjøørret gjennom vinter og vår sesongen for å få et representativt bilde av lakselus situasjonen. Dette vil si at man med jevne mellomrom har hatt rusen ute og gjort felttellingene på synlig lus for så å ha sluppet fisken levende ut igjen. Prøvetakning hvor fisk har blitt avlivet og analysert på laboratorium har kun blitt gjort ved illevarslende mengder lus og etter avtale med LFI (Se nedenfor for detaljert beskrivelse).

## 2 Kort beskrivelse av lokalitet

To ruse lokaliteter har blitt tatt i bruk. I perioden Januar – April har rusen stått i Kvamsøy i Balestrand mens i perioden April-Juni på Ligtvor i Vik (Se kart, Figur 1). Disse lokalitetene er rett innenfor grensen for nasjonal laksefjord og mellom de to garnstasjonene til nasjonal overvåkning i Balestrand og Dingja.

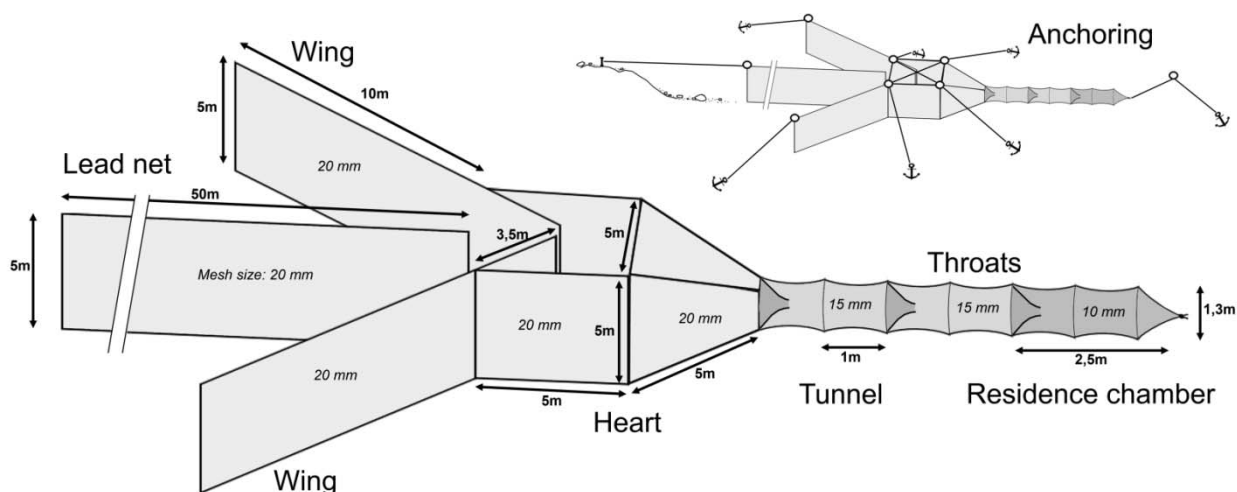


**Figur 1.** Kart over sognefjorden med ruse lokaliteter. Svart linje indikerer indre og ytre områdene i forhold til deling av data på telling av lakselus i oppdrettsanlegg (se *Rapporterte mengder lakselus i oppdrettsanlegg 2013*).

### 3 Materialer og metoder

#### *Fangsredskap – modifisert storruse*

Fangstredskapet som er blitt benyttet i prosjektet er en modifisert storruse spesial konstruert for å fange sjøørret til analyse av lakseluspåslag. Detaljer rundt rusen er beskrevet i Barlaup et al. (2013). I korte trekk består rusen av et ledegarn med to vinger som fører inn i en serie kalver og fangstrom (Figur 2). Fisken blir dermed ledet inn i fangstrommet hvor de ikke kan svømme ut. Rusen har en stor fordel til sammenligning med garn ved at lakselus i mindre grad vil bli skrappt av. Arbeidet med rusen er intensivt og rusen må røktes ofte ( gjerne hver dag hvis det er mye fangst). I tillegg er tilgroing et problem ettersom fangbarheten vil synke drastisk med økt tilgroing. Dette fører til at rusen må tas opp av vannet og renses med jevne mellomrom.



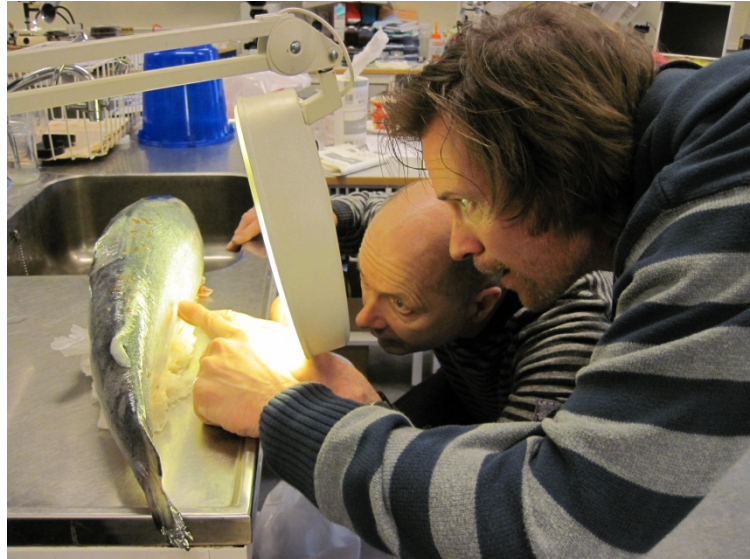
**Figur 2.** Storruse for fangst av sjøaure i sjø. Redskaperen er utviklet gjennom et langvarig samarbeid mellom LFI Uni Miljø og ruseprodusent John Løyland. Modifisert etter Barlaup et al. (2013).

### *Prøvetakning av sjøørret*

Ettersom sjøørret er en art som er under sterkt press fra ulike menneskapede og naturlige påvirkninger har det vært ønskelig å ta livet av færrest mulig individer i prosjektet. Dette både med tanke på den generelle bestandsituasjonen til sjøørrett på Vestlandet, men også på at man er usikker på hvilken bestand man beskatter når man tar ut fisk i sjøen. Prøvetakningen har derfor ikke vært rigid og fastsatt, men vurdert i forhold til hva som har blitt registrert i fangsten. Storruse prøvetakning har en stor fordel i så måte ettersom det er mulig å fange fisk og sette dem levende ut igjen uten store skader. Rusen har blitt satt ut med jevne mellomrom fra januar til juni. I denne perioden har personen som har røktet rusen målt lengde og gjort en grov telling på antall lakselus på vært individ og sluppet dem ut igjen. Tanken var at man skulle gjøre prøvetakning kun hvis man registrerte urovekkende mengder lus på fisken. Bestemmelsen om når man skulle ta ut en prøve skulle gjøres i samråd med LFI. I tillegg var det bestemt at man skulle ta prøver på de tidspunktene HI sin nasjonale overvåking gjør tilsvarende prøvetakninger i andre fjordsystemer og stasjoner.

### *Telling av lus i laboratorium*

Registrering av lakselus i laboratorium skjer ved at individuell fisk blir tint og analysert ved hjelp av en lupe. I tillegg blir posen fisken ligger i kontrollert for eventuell lus som kan falle av. Tidlige stadier fester seg ofte på finnene og det er dermed av og til nødvendig og klippe disse av og se nærmere på dem under høyere forstørrelse. Lusen blir registrert i følgende stadier: copepoditt, chalimus 1, chalimus 2, preadult hann 1, preadult hann 2, preadult hunn 1, preadult hunn 2, adult hann, adult hunn uten egg streng og adult hunn med eggstreng (Hamre et al., 2013). I rapporteringen er det fokusert på totalt antall lus og refererer til fordeling av stadier i diskusjonen der dette er relevant. Det ble tatt ut fisk i to perioder i mai (13-16 mai og 23-30 mai).



**Fig 3** Illustrasjonsbilder av luseregistrering i laboratorium

*Telling av lus i felt gjennomført av HI*

I perioden 12. til 14. juni ble rusen utlånt til HI som gjennomførte en standardisert telling i felt (personlig kommentar Rune Nilsen). Sogn Villaksråd dekket oppholdsutgiftene. Denne metoden innebærer blant annet at man bedøver fisken for å få en god telling av levende ørret. For en mer detaljert beskrivelse av denne metoden se Nasjonal overvåknings rapportserie (<http://www.imr.no/temasider/parasitter/lus/lakselus/nb-no>). Denne tellingen ble gjennomført mellom 12 og 14 juni.

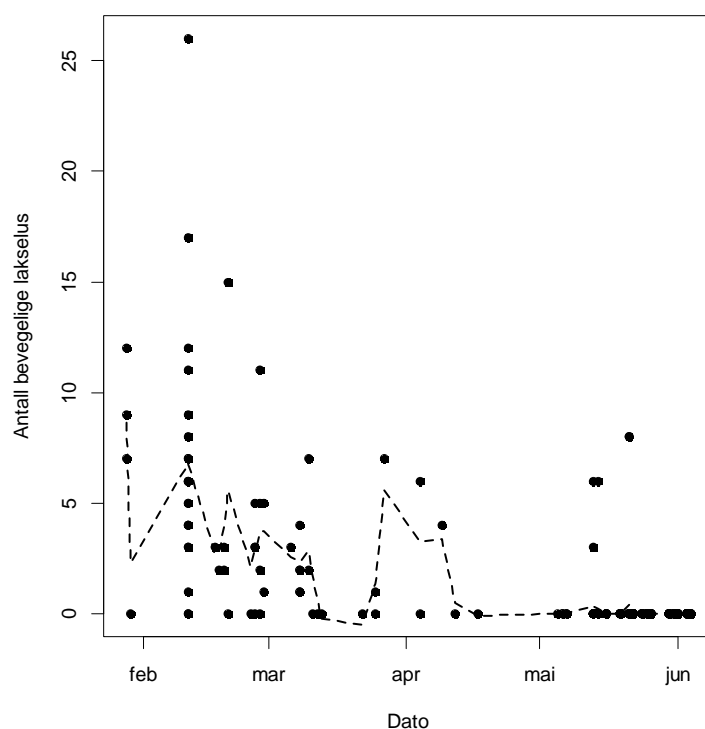
*Registrering av lus på oppdrettsfisk*

I tillegg til data fra villfisk har LFI fått tilgang til tellinger av lakselus på oppdrettsfisk via regionkontoret til Mattilsynet (Helene Marie Øgaard, Mattilsynet Distriktskontoret for Sunnfjord og Ytre Sogn, Marte Albrigsten Kaldestad, Distriktskontoret for Bergen og Omland). Metoder som er blitt brukt for tellinga av lakselus på oppdrettsfisk kan finnes her: <http://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2012-12-05-1140>

## 4 Resultater

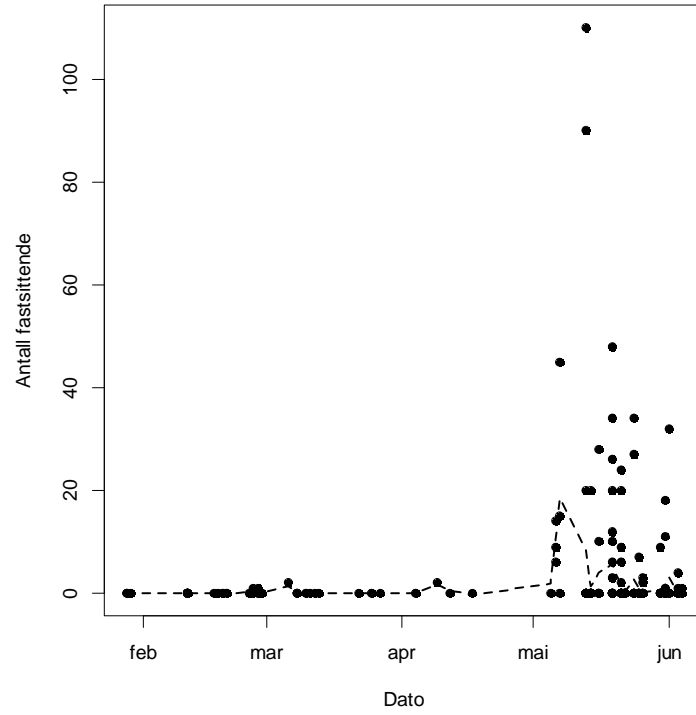
### *Telling i felt av lokalt personell*

Det ble generelt sett registrert lite bevegelige lus på fisken gjennom prøvetakningsperioden fra januar til juni. Antall lus var høyest i første del av perioden (januar- februar) og gikk gradvis ned utover våren (Figur 4). Maks antall bevegelige lus registrert på én fisk var 26 (februar). I januar og februar var prevalensen 86% med en intensitet på 6.5 (n= 43, snitt lengde = 33.1 cm). I januar og februar var i tillegg en større andel av fisken mager (60%), og en del av fisken hadde sårskader (10%).

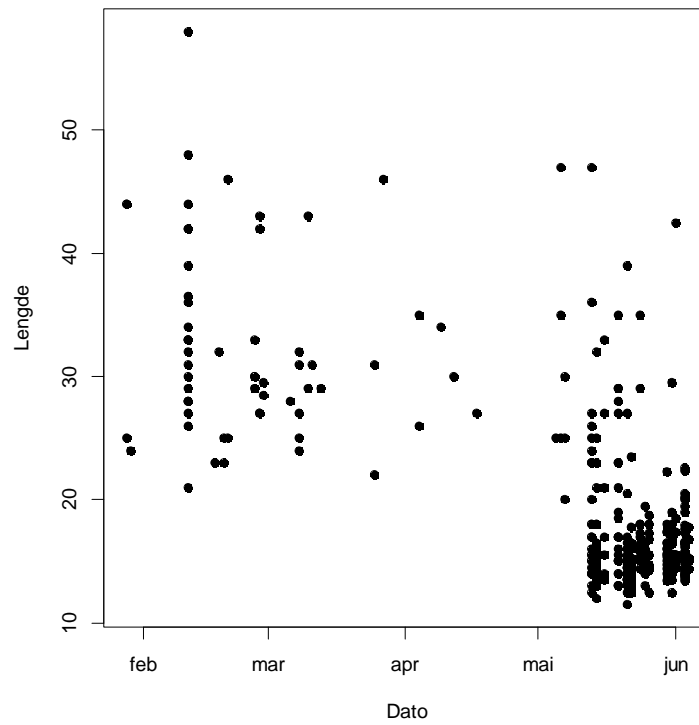


**Figur 4** Antall bevegelige lus registrert i felt. Stiplet linje indikerer gjennomsnittsansall (dvs. abundans)

Det var meget få registrert fastsittende lus på fisken fra januar til april. I mai var det flere innslag av fisk med høyere infeksjoner av lakselus (maks ~110 lus). Dette var hovedsakelig større ørret som sannsynligvis var på vei innover (20-50 cm, prevalens 73%). Det var også et større innslag av mindre fisk med få lakselus (ca. 12-20 cm, prevalens 4%) i denne perioden (Figur 6). Dette var sannsynligvis utvandrende ungfisk fra nærliggende elver. Det skal nevnes at det er vanskelig å registrere små, fastsittende lakselus på sjørret i felt og at det kan være knyttet stor usikkerhet til disse tallene. I perioden med høyt påslag av fastsittende lus ble det derfor gjort uttak for detaljerte telling i laboratorium (se nedenfor).



**Figure 5** Antall fastsittende lakselus



**Figure 6** Lengde (cm) på sjørret



### *Telling av lus i laboratorium*

Generelt var det lite lus på sjøørreten som ble fanget inn til prøvetakning i laboratorium i mai. Prevalensen (prosent fisk med lus) økte fra 50 til 80 prosent mens intensiteten (gjennomsnittts antall på fisk med lus) økte fra 4 til 10 lus. Det ble kun funnet 1 fisk (av 24) med relativ intensitet over 0.1, som defineres som grensen der sjøørretet har en fysiologisk svekkelse av lakselusen.

I juni (prøvetakning i felt av HI) ble det registrert enda lavere mengder lus på fisken. Prevalensen sank til 13 % med en intensitet på 1.5 lus. Dette vil i praksis si at kun 4 av 31 fisk hadde lus, hvor maks antall registrerte lus på en fisk var 2.

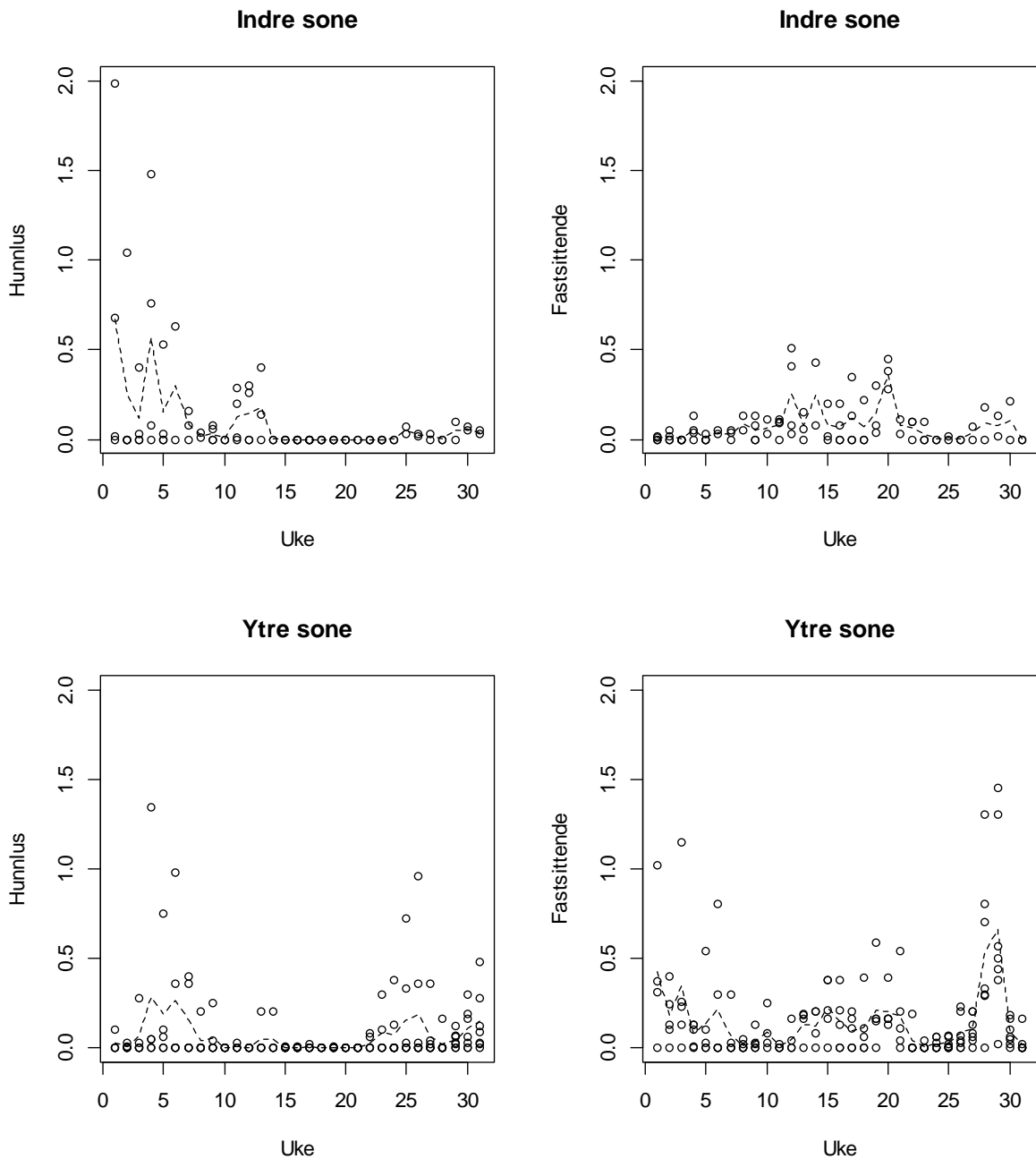
**Tabell 1.** Resultater fra prøvetakning av sjøørretet i ruse i Ligtvor i Vik.

Periode	Art	N	Lengde (SD)	Vekt (SD)
<b>13-16 Mai</b>	Sjøørret	14	20.03 (9.32)	144.21 (271.23)
<b>23 Mai -30 Mai</b>	Sjøørret	10	23.36 (10.77)	207.92 (278.32)
<b>12 Juni- 14 Juni*</b>	Sjøørret	31	15.27 (1.61)	35.35 (19.03)

Periode	Prevalens	Abundans (SD)	Median	v/X	IQR
<b>13-16 Mai</b>	50.0	2.14 (4.41)	5	9.4	17.5
<b>23 Mai -30 Mai</b>	80.0	8.10 (8.75)	5	9.4	17.5
<b>12 Juni- 14 Juni*</b>	12.9	0.19 (0.53)	0	1.5	0

Periode	Intensitet (SD)	min	maks	Median	% > 10 lus	% > 0,1 rel int
<b>13-16 Mai</b>	4.29 (5.88)	1	17	0.003	7.1	0.0
<b>23 Mai -30 Mai</b>	10.13 (9.26)	1	23	0.045	30.0	10.0
<b>12 Juni- 14 Juni*</b>	1.50 (0.58)	1	2	0.000	0.0	0.0

\* Prøvetakning i felt på levende fisk gjennomført av Havforskningsinstituttet. Også rapportert i Fremdriftsrapport til Mattilsynet.



**Figur 7.** Resultater fra telling av lakselus på oppdrettsanlegg i Sognefjorden. Indre og ytre sone er definert i figur 1.

I figur 7 viser vi gjennomsnitt antall hunnlus og fastsittende lus på oppdrettsfisk i indre og ytre del av sognefjorden utenfor nasjonal laksefjord. Grensen mellom de to sonene er indikert med en svar linje i figur 1. Generelt viser resultatene fra tellingene at mengden hunnlus i oppdrettsanleggene, nærmest prøvetakningsstedet (indre), har det samme mønsteret som mengden bevegelige lus på sjørreten fanget i rusen. Antall bevegelige lus var relativt høye i

de første ukene av året, men forsvant utover året. Det samme mønsteret var også tilfellet for anlegg i de ytre områdene. Her var det i tillegg en økning i bevegelig lus fra uke 22, som sammenfaller med påslag av fastsittende lakselus på større ørret fanget i rusen i denne perioden.

## 5 Diskusjon

Resultatene fra luseregistreringer i Sognefjorden vinteren og våren 2013 indikerer at det har vært relativt lite lus på sjørreten i denne perioden. Dette henger sannsynligvis sammen med at temperaturen har vært relativt lav gjennom tidlig vår og at oppdretterne har hatt relativ god kontroll på lusemengdene i oppdrettsanleggene. I begynnelsen av våren var det noen tilfeller av høye påslag av tidlige stadier av lakselus, men dette virket ikke til å føre til en oppblomstring av lakselus på fisken registrert senere på våren og forsommeren.

Januar og februar var perioden med høyest andel bevegelige lakselus (prevalens 86%, intensitet= 6.5). En stor andel av fisken registrert om vinteren var også mager (60%) og flere hadde sårskader (10%) som kan ha vært relatert til tidligere skader fra lakselus. Vi vet derimot ikke opphavet til denne fisken og vi kan derfor ikke med sikkerhet si noe om årsaken til skadene. Sjørret er ofte mager i denne perioden av året ettersom mange individer fremdeles ikke har bygget opp fettreserven igjen etter gyting om høsten. På den andre side vil kombinasjonen av mager fisk og meget lav sjøtemperatur sannsynligvis være en tilstand som er sårbar. Man kan derfor forvente at større påslag av lakselus kan være meget skadelig for fisken i denne perioden. Resultatene fra årets overvåkning tilsier ikke at en stor mengde av sjørreten hadde større påslag i vinter halvåret. Det var innslag av fisk som hadde relativt høye mengder lus (maks = 26). Dette er derimot kun resultater fra et år med overvåkning og det er derfor meget relevant å gjennomføre studie over flere år for å sannsynliggjøre om dette er tilfelle i år med andre fysiske og biologiske forhold. Mengden lus kan for eksempel henge sammen med produksjonssyklus i oppdrettsanlegg ettersom mengde lus i omkringliggende vannmassene er vist å henge sammen med biomassen og størrelsen på oppdrettsfisk i merdene (Penston and Davies, 2009).

Registreringene i felt vil med all sannsynlighet være underestimerer av antall lakselus. Spesielt vil de små fastsittende stadiene være underrepresentert. Vi har derfor valgt å kun rapportere antall og ikke beregne estimer som sier noe om sannsynlighet for skade og bestandeffekter på disse dataene. Tanken bak denne prøvetakingen var å kunne varsle om illevarslende mengder lus for så å kunne gjøre mer detaljerte studier av sjørret i laboratorium hvis dette ble nødvendig. Det ble kun vurdert nødvendig å ta ut fisk til studier i laboratorium i perioden mai til juni.

Hva forteller så disse målingene av påslag av lakselus på sjøaure om påslag på utvandrende laksesmolt? Her er det flere forhold som påvirker overføringsverdien av resultatene fra sjøaure til laksesmolt. I motsetning til laksen som vandrer relativt raskt ut gjennom fjordsystemet og beiter i de åpne vannmassene, bruker sjøauren mesteparten av tiden sin i fjordsystemet i løpet av sjøoppholdet. Dette fører til at auren mest sannsynlig er mer

mottakelig for lus som oppkonsentrerer seg i bukter og vikar i fjordsystemet (Penston and Davies, 2009). Samtidig oppholder ikke sjøauren seg like lenge i sjøen og den kan blant annet vandre opp i ferskvann hvis forholdene er dårlige i sjøen eller hvis den får store infeksjoner av lakselus. Som en konsekvens av disse forholdene er det vanskelig å direkte overføre data fra sjøauren til situasjonen for laksesmolt. Data fra sjøauren kan derimot si noe om mellomårsvariasjoner og til dels romlig fordeling av lakselus i fjordsystemet. Data fra tidligere år med garnfiske på stasjonene Dingja og Balestrand indikerer at 2013 var et år med lite lus på villfiske. Dette sammenfaller med målinger på 90 smolt som ble fanget av HI våren 2013 (Fremdriftsrapport til Mattilsynet 2013, [http://www.imr.no/nyhetsarkiv/2013/oktober/bedre\\_i\\_sor\\_verre\\_i\\_midt-norge/nb-no](http://www.imr.no/nyhetsarkiv/2013/oktober/bedre_i_sor_verre_i_midt-norge/nb-no)). Våre undersøkelser av sjøauren fra rusene i sogn forsterker inntrykket av at laksesmolten som vandret tidlig ut fra elvene i Sognefjorden hadde et relativt lavt infeksjonspress fra lakselus. Resultater fra blant annet Vossoprosjektet i Osterfjorden indikerer derimot at smoltutgangen fra elvene på Vestlandet i 2013 var veldig sen til sammenligning med tidligere år. Dermed kan man ikke utelukke at smolten vandret ut senere enn prøvetakningsperioden. Vi konkluderer også med at denne type undersøkelser basert på lokal drifting av sjøaureruser er et viktig supplement til den nasjonale overvåkingen som gir en betydelig økt oppløsning med tanke på å avdekke potensielt skadelige angrep fra lakselus på villfisk.

## Refereanser

- Barlaup, B.T., Gabrielsen, S.E., Loeyland, J., Schlaeppy, M.L., Wiers, T., Vollset, K.W., and Pulg, U., 2013. Trap design for catching fish unharmed and the implications for estimates of sea lice (*Lepeophtheirus salmonis*) on anadromous brown trout (*Salmo trutta*). *Fisheries Research* (Amsterdam) 139, 43-46.
- Bjørn, P.A., Nilsen, R., Serra Llinares, R.M., Boxaspen, K., Finstad, B., Uglem, I., Kålsås, S., Barlaup, B.T., and Vollset, K.W., Sluttrapport til Mattilsynet over lakselusinfeksjonen på vill laksefisk langs norskekysten i 2011, Rapport fra Havforskningen, Vol. 19. 2011.
- Hamre, L.A., Eichner, C., Caipang, C.M.A., Dalvin, S.T., Bron, J.E., Nilsen, F., Boxshall, G., and Skern-Mauritzen, R., 2013. The Salmon Louse *Lepeophtheirus salmonis* (Copepoda: Caligidae) Life Cycle Has Only Two Chalimus Stages. *Plos One* 8.
- Penston, M.J., and Davies, I.M., 2009. An assessment of salmon farms and wild salmonids as sources of *Lepeophtheirus salmonis* (Kroyer) copepodids in the water column in Loch Torridon, Scotland. *Journal of Fish Diseases* 32, 75-88.

## Ferskvannøkologi – laksefisk – bunndyr

LFI ble opprettet i 1969, og er nå en seksjon ved Uni Miljø, en avdeling i Uni Research AS, et forskningsselskap eid av Universitetet i Bergen. LFI ved Uni Miljø tar oppdrag som omfatter forskning, overvåking, tiltak og utredninger innen ferskvannøkologi. Vi har spesiell kompetanse på laksefisk (laks, sjøaure, innlandsaure) og bunndyr, og på hvilke miljøbetingelser som skal være til stede for at disse artene skal ha livskraftige bestander. Sentrale tema er:

- Bestandsregulerende faktorer
- Gytebiologi hos laksefisk
- Biologisk mangfold basert på bunndyrsamfunn i ferskvann
- Effekter av vassdragsreguleringer
- Forsuring og kalking
- Biotopjusteringer
- Effekter av klimaendringer

Oppdragsgivere er offentlig forvaltning (direktorater, fylkesmenn), kraftselskap, forskningsråd og andre. Viktige samarbeidspartnere er andre forskningsinstitusjoner (herunder NIVA, NINA, HI, og VESO) og FoU-miljø hos oppdragsgivere. Flere detaljer om vår virksomhet finnes via menyen til venstre.

Våre internettsider finnes på [www.miljø.uni.no](http://www.miljø.uni.no)

## Registrering av lakselus i Sognefjorden vinter/vår 2014

Overvåkning av lakselus på sjøørret ved bruk av storruse i Sognefjorden





LABORATORIUM FOR FERSKVANNSØKOLOGI OG INNLANDSFISKE, LFI UNI MILJØ THORMØHLENSGATE 49b 5006 BERGEN		TELEFON: 55 58 22 28 E-POST: <a href="mailto:lfi@uni.no">lfi@uni.no</a>
ISSN NR:	LFI-Notat	
TITTEL: Registrering av lakselus i Sognefjorden vinter/vår 2014 - Overvåkning av lakselus på sjøørret ved bruk av storruse i Sognefjorden	DATO: 18.11.2014	
FORFATTERE: Knut Wiik Vollset, Bjørn Torgeir Barlaup, Bjørnar Skår	GEOGRAFISK OMRÅDE: Sogn, Sogn og Fjordane	
OPPDRAGSGIVER: Sogn Villaksråd, prosjektleder Bjarne Meel	ANTALL SIDER: 19	
<p>SAMMENDRAG: Vinteren 2013 engasjerte Sogn Villaksråd LFI fra Uni Research Miljø i Bergen (videre refert til som LFI) for å være faglig ansvarlig for å gjennomføre en prøvetakning av sjøørret innfanget med storruse i Sognefjorden. Hensikten med prosjektet var å kartlegge lusesituasjonen/infeksjonsnivået på sjøørreten som befinner seg i den Sognefjorden. Arbeidet har blitt videreført i 2014 med ytterligere en ruse. I 2014 ble registreringer gjennomført ved Kyrkjebø i Høyanger, Kvamsøy i Balestrand og i Arnafjorden i Vik fra og med Mars til og med Juni. Det ble registrert at en andel av sjøørreten hadde meget høye nivåer lus i Mars. Disse påslagene sammenfalt med stedvis høye nivåer av hunnlus i oppdrettsanlegg.</p>		
EMNEORD: Sjøørret, lakselus, storruse	SUBJECT ITEMS: Sea trout, salmon lice, trap net	
FORSIDEN FOTO: Sven-Erik Gabrielsen, Bjørnar Skår, Morten Jacobsen		



# 1 Bakgrunn og hensikt

Vinteren 2013 engasjerte Sogn Villaksråd LFI fra Uni Research Miljø i Bergen (videre refert til som LFI) for å være faglig ansvarlig for å gjennomføre en prøvetakning av sjøørret innfanget med storruse i Sognefjorden. Hensikten med prosjektet var å «kartlegge lusesituasjonen/infeksjonsnivå og helsetilstanden på sjøørreten som befinner seg i Sognefjorden vinter/ vår 2013.» Sogn Villaksråd er en sammenslutning av grunneierlag, elveeierlag, jakt og fiskerforeninger, og har som formål å arbeide for å sikre bærekraftig forvaltning av lokale villaks- og sjøørretstammer både i elv og fjordområder.

Bakgrunnen for initiering av prosjektet var bekymringsmeldinger for tilstanden til sjøørreten i Sognefjorden. Sogn Villaksråd mener data innsamlingen for sjøørret er mangelfull ettersom kun 2 stasjoner med garn er blitt tatt i bruk for å overvåke lakselussituasjonen i Sognefjorden i nasjonalovervåkning gjennomført av HI de siste årene. Det er dokumentert at garnfiske etter sjøørret er en dårlig metode for å registrere lakselus, ettersom en ukjent mengde av lakselusen vil bli skrapet av (Barlaup et al. 2013). Prøvetakningsperioden er også hovedsakelig fokusert på våren og forsommeren selv om det lokalt er rapportert om sjøørret med til dels svært store mengder lakselus utenom tidsperioden med prøvetaking. I tillegg er en del av Sognefjorden en nasjonal laksefjord som skal sluttevalueres i 2017. I denne vurderingen blir situasjonen i.f.t. lakselus et viktig kriterium, og Sogn Villaksråd mener at dokumentasjonsgrunnlaget for å si noe om tilstanden for villfisk med henhold til lakselus i Sognefjorden er svært mangelfull.

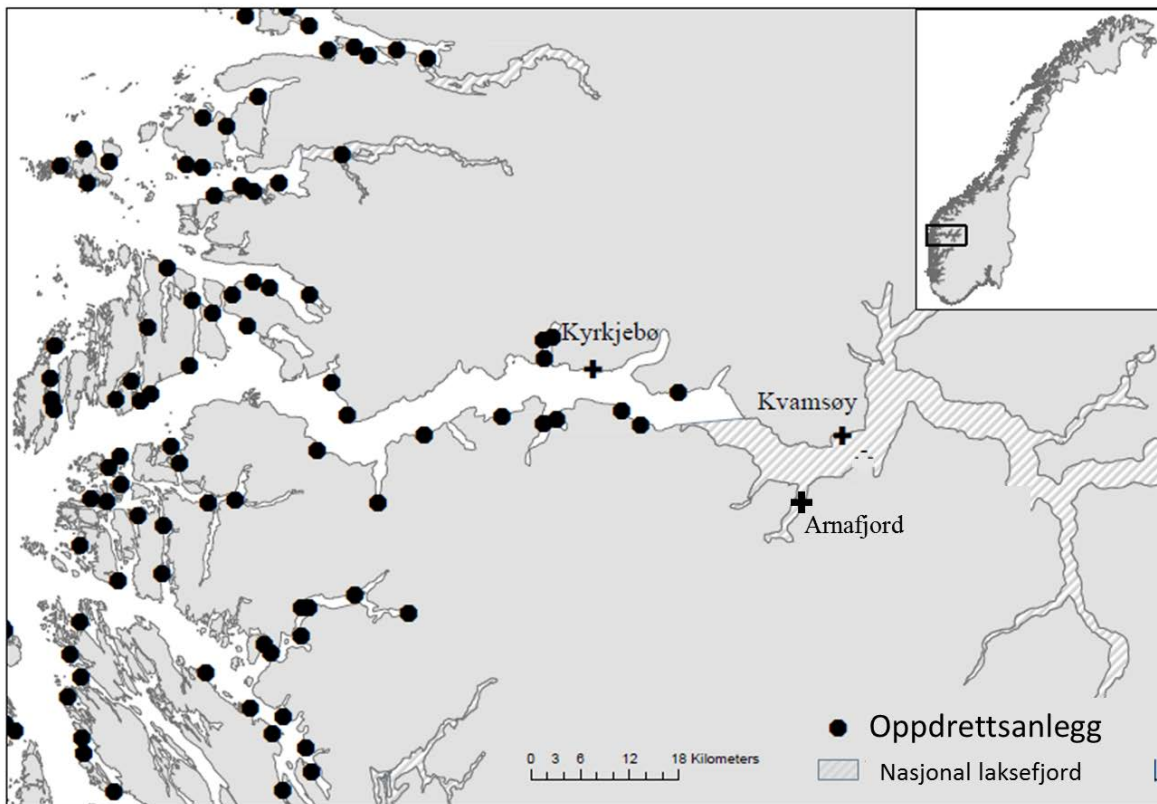
Resultatene fra 2013 indikerte relativt lave verdier av lus på sjøørret gjennom vinteren og forsommeren (Vollset & Barlaup 2014) men det ble også påpekt at en slik overvåkning burde foregå over flere år. På bakgrunn av dette videreførte Sogn Villaksråd arbeidet med overvåkning av lus på sjøørret våren 2014.

LFI har mangeårig erfaring med prøvetakning av sjøørret og laksesmolt fra Osterfjordsystemet, Ryfylke og Hardanger og er av den grunn medforfattere på den årlige rapporten fra HI til Mattilsynet på tilstanden for vill laksefisk i.f.t. lakselus. I arbeidet med dette har LFI utarbeidet et nytt fangstredskap (Barlaup et al., 2013), en modifisert storruse, som nå brukes i den nasjonale overvåkingen flere steder i Norge (Bjørn et al., 2011). Det er dette fangstredskapet som er blitt tatt i bruk i prosjektet.

Prosjektet er blitt designet slik at man ved bruk av ruse kan gjøre en skånsom prøvetakning av sjøørret gjennom vinter og vårsesongen for å få et representativt bilde av lakselussituasjonen. Dette vil si at man med jevne mellomrom har hatt rusen ute og gjort felttelling på synlig lus, for så å ha sluppet fisken levende ut igjen. Prøvetakning hvor fisk har blitt avlivet og analysert på laboratorium har kun blitt gjort ved illevarslende mengder lus og etter avtale med LFI (Se nedenfor for detaljert beskrivelse).

## 2 Kort beskrivelse av lokalitet

I 2014 ble det satt ut ruser ved tre lokaliteter. En lokalitet var utenfor grensen til den nasjonale laksefjorden, og ble etablert i Høyanger (Kyrkjebø) mens to var innenfor denne grensen (Kvamsøy og Arnafjorden). Lokalitetene er vist i figur 1.

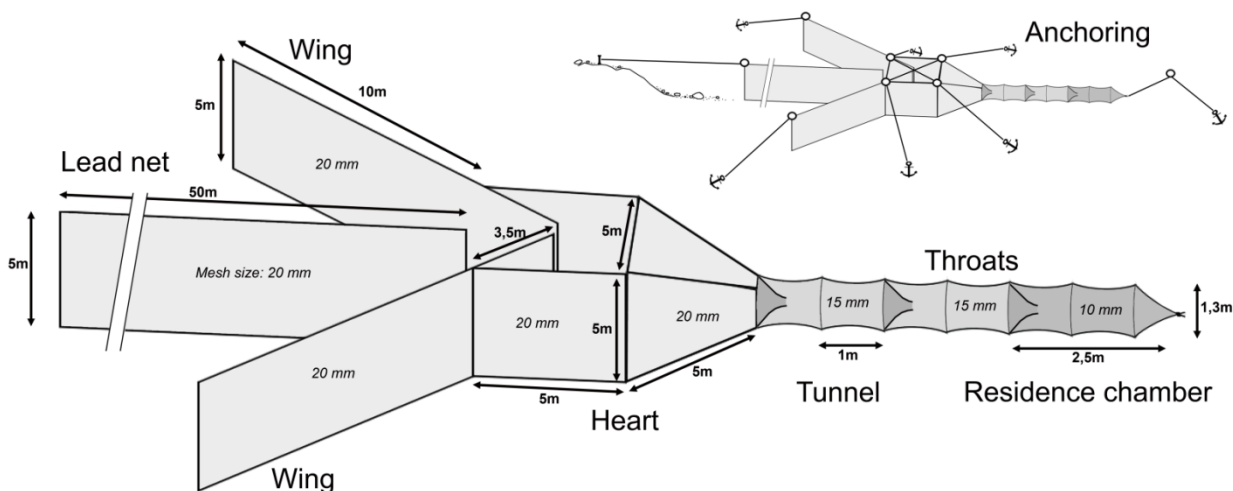


Figur 1. Kart over Sognefjorden med ruse lokaliteter (svarte kryss) og oppdrettsanlegg (sorte prikker).

## 3 Materialer og metoder

### 3.1 Fangstredskap – modifisert storruse

Fangstredskapet som er benyttet i prosjektet er en modifisert storruse konstruert for å fange sjøørret til analyse av lakseluspåslag. Detaljer rundt rusen er beskrevet i Barlaup et al. (2013). I korte trekk består rusen av et ledegarn med to vinger som fører inn i en serie kalver og fangstrom (Figur 2). Fisken blir dermed ledet inn i fangstrommet hvor de ikke kan svømme ut. Rusen har en stor fordel til sammenligning med garn ved at lakselus i mindre grad vil bli skrapet av. Arbeidet med rusen er intensivt og rusen må røktes ofte ( gjerne hver dag hvis det er mye fangst). I tillegg er tilgroing et problem ettersom fangbarheten vil synke drastisk med økt tilgroing. Dette fører til at rusen må tas opp av vannet og renses med jevne mellomrom.



**Figur 2.** Storruse for fangst av sjøaure i sjø. Redskaperen er utviklet gjennom et langvarig samarbeid mellom LFI Uni Miljø og ruseprodusent Jon Løyland. Modifisert etter Barlaup et al. (2013).

### 3.2 Prøvetakning av sjøørret

Ettersom sjøørret er en art som er under sterkt press fra ulike menneskapede og naturlige påvirkninger har det vært ønskelig å ta livet av færrest mulig individer i prosjektet. Dette både med tanke på den generelle bestandsituasjonen til sjøørret på Vestlandet, men også på at man er usikker på hvilken bestand man beskatter når man tar ut fisk i sjøen. Prøvetakningen har derfor ikke vært rigid og fastsatt, men vurdert i forhold til hva som har blitt registrert i fangsten. Prøvetakning av fisk fra storruse har en stor fordel i så måte, ettersom det er mulig å fange fisk og sette dem levende tilbake igjen uten store skader.

Planen var å sette ut rusene i perioder mellom Januar til og med Juni, men på grunn av dårlig vær var det ikke mulig å sette rusene ut før i slutten av februar. Røkting av rusene ble gjort basert på frillig arbeid fra lokalt personell. Dette gjorde at det periodevis ikke var mulig å gjøre prøvetakning. Prøvetakninga er derfor delt opp i tre perioder. Den første perioden er fra slutten av februar til midten av mars. Den andre perioden er fra midten av april til midten av mai, mens den tredje perioden er i begynnelsen av juni. Disse tre periodene representerer vintersituasjonen for sjøørret (Periode 1), tidlig smoltutvandring (Periode 2) og sen smoltutvandring (Periode 3). I tillegg er prøvetakningen delt opp i indre (innenfor grensen for nasjonal laksefjord), representert av prøvestasjonene i Kvamsøy og Arnafjord, og ytre (utenfor grensen for nasjonal laksefjord) representert av prøvestasjon ved Kyrkjebø.

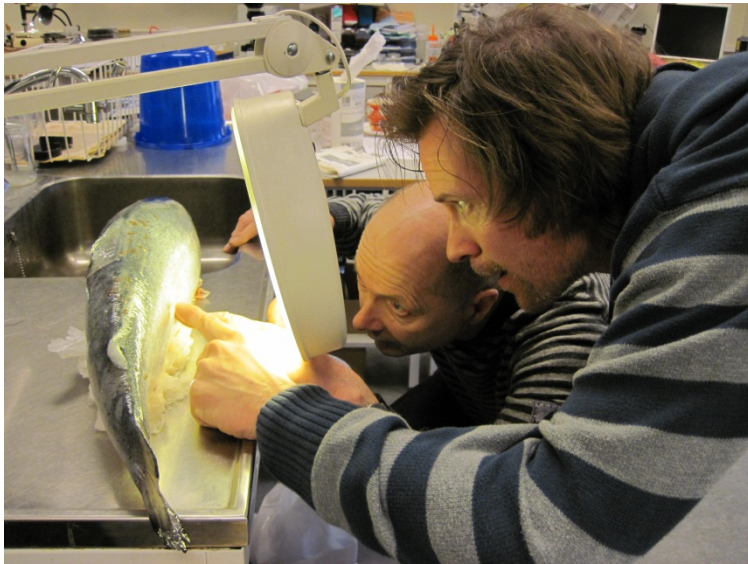
Originalt var tanken var at man skulle gjøre prøvetakning kun hvis man registrerte urovekkende mengder lus på fisken. Bestemmelsen om når man skulle ta ut en prøve skulle gjøres i samråd med LFI. Ved første prøvetakning i mars ble det observert store mengder lus på de første individene som ble fanget. Det ble derfor bestemt å ta en representativt sample fra rusen i mars og følge opp med lik prøvetakning i de andre to periodene. Prøvetakningen ble gjennomført slik at de første fiskene som ble fanget skulle avlives, individmerkes og fryses for så å bli transportert til laboratoriet i Bergen. All fisk over 50 cm ble sluppet levende ut igjen i denne prøvetakningsperioden. Dette ble gjort ettersom man ønsker å bevare store individer siden de har et stort reproduktivt potensiale i små og utsatte bestander.

### **3.3 Telling av lakselus i laboratorium**

Registrering av lakselus i laboratorium skjer ved at individuell fisk blir tint og analysert under en lupe. I tillegg blir posen fisken ligger i kontrollert for eventuell lus som kan falle av. Tidlige stadier fester seg ofte på finnene og det er dermed av og til nødvendig og klippe disse av og se nærmere på dem under høyere forstørrelse. Lusen blir registrert i følgende stadier: copepoditt, chalimus 1, chalimus 2, preadult, adult hann, adult hunn uten egg streng og adult hunn med eggstreng (Hamre et al., 2013). I rapporteringen er det fokusert på totalt antall lus, og det refereres til fordeling av stadier i diskusjonen der dette er relevant.

### **3.4 Registrering av lus på oppdrettsfisk**

I tillegg til data fra villfisk har LFI fått tilgang til tellinger av lakselus på oppdrettsfisk via regionkontoret til Mattilsynet (Helene Marie Øgaard, Mattilsynet Distriktskontoret for Sunnfjord og Ytre Sogn, Marte Albrigsten Kaldestad, Distriktskontoret for Bergen og Omland). Metoder som er blitt brukt for tellinga av lakselus på oppdrettsfisk kan finnes her: <http://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2012-12-05-1140>



**Figur 3** Illustrasjonsbilder av luseregistrering i laboratorium

### **3.5 Definisjon av grenseverdier brukt i denne rapporten**

I forbindelse med evalueringen av de norske laksefjordene og risiko knyttet til infeksjon av lakselus på ville laksefisk (laks, sjøørret og røye) utført av Havforskningsinstituttet og NINA, ble en rekke laboratorie- og feltstudier fra Norge og utlandet gjennomgått (Taranger et al. 2012, Serra-Llinares et al. 2014). Basert på gjennomgangen ble følgende risikoindeks lagt til grunn i analysen: Dødsrisikoen for den enkelte fisk øker 100 % ved mer enn 0,3 lus pr. gram fiskevekt (dvs. 30 lus for en 100 gram fisk), 50 % økning ved 0,1-0,2 lus pr. gram fisk, mens verdier under 0,1 lus pr. gram fiskevekt ikke ble forventet å gi økt dødelighet. Når det gjelder grenser for når en infeksjon i et område kan forventes å få bestandsreduserende effekt, så ble følgende lagt til grunn: Når økt dødsrisiko for fisken var lavere enn 10 % ble bestandseffekten satt som lav, ved økt dødsrisiko på 10-30 % ble den forventete bestandsreduserende effekten bedømt som middels, og ved økt dødsrisiko over 30 % ble den bestandsreduserende effekten bedømt som høy. Dette vil si at dersom for eksempel store deler av innfanget fiskemateriale har mer enn 0,1 lus pr. gram fiskevekt, så kan det forventes en midlere bestandsreduserende effekt, mens når antall lus for større deler av materialet passerer 0,2 lus pr. gram fiskevekt og høyere kan det forventes en høy bestandsregulerende effekt. Disse risikoindeksene er lagt til grunn for bedømmelsen av lusesituasjonen for sjøørretbestanden i det foreliggende arbeidet.

## **4 Resultater**

### **4.1 Feltobservasjoner**

Disse registreringene er gjort av representanter fra Sogn Villaksråd i felt.

#### **4.1.1 Balestrand - Kvamsøy**

Ved uttak i slutten av februar til midten av mars (28 Februar til 20 Mars) ble det observert at en andel av fisken hadde meget høye påslag av lakselus (N = 42, intensitet= 21, max = 220, prevalens = 93%). Det var en dominans av fastsittende stadier som var vanskelig å registrere i felt. Totalt ble det fanget 42 sjøørret, hvorav 12 individer ble avlivet og frøset enkeltvis i poser for senere registrering i laboratorium. Det ble registrert sårskader på 36 % av fisken, og at 73% av fisken var mager.

#### **4.1.2 Høyanger - Kyrkjebø**

Ved uttak i Mars (12 Mars til 24 Mars) ble det i likhet med i Balestrand observert at en andel av fisken hadde meget høye påslag av lakselus (N = 27, intensitet= 16, max = 100, prevalens = 67%). Totalt ble det fanget 27 sjøørret i rusen, hvorav 14 individer ble avlivet og frøset enkeltvis i poser for senere registrering i laboratorium. Det ble registrert sårskader på 11 % av fisken, og at 18.5% av fisken var mager.

Ved uttak i slutten av april (24 April til 30 April) ble det generelt observert lave verdier med bare enkeltindivider med moderate påslag av lus (N = 16, intensitet = 8, max = 30, prevalens = 38 %). Totalt ble det fanget 16 sjøørret i rusen, hvorav 14 individer ble avlivet og frøset enkeltvis i poser for senere registrering i laboratorium. Ingen av fisken ble registrert med sårskader, og ingen av fisken ble registrert som mager.

Ved uttak i begynnelsen av Juni (1 Juni til 9 Juni) ble det observert noe høyere verdier av påslag (N = 20, intensitet = 12, max = 30, prevalens = 85 %). Totalt ble det fanget 255 sjøørret i rusen, Av disse ble 235 definert som sjøørret smolt og 20 som voksne sjøøraure. Av disse ble 15 sjøørret smolt registrert i laboratorium og 5 voksne. Det ble registrert sårskader på 0,5 % av fisken, mens ingen av fisken ble registrert som mager.

#### **4.1.2 Vik - Arnafjord**

Ved uttak i Mai (3 Mai til 15 Mai) ble det generelt registrert lave verdier av lus på fisk (N = 14, intensitet = 11, max = 21, prevalens = 28%). Totalt ble det fanget 15 sjøørret i rusen, av disse ble 15 individer avlivet og frøset enkeltvis i poser for senere registrering i laboratorium. Ingen av fisken ble registrert med sårskader, og ingen av fisken ble registrert som mager.

## **4.2 Telling av lus i laboratorium**

Resultatene fra telling i laboratorium er lagt ved i Appendix I. Disse dataene er også rapportert til Nasjonal overvåking sammen med teksten som er vedlagt i Appendix II.

#### **4.2.1 Balestrand – Kvamsøy**

På sjøørreten som ble registrert i laboratorium i fra mars på Kvamsøy (9 Mars til 20 Mars) ble det registrert meget høye verdier av lus (N = 12, intensitet = 254.25 , max = 759, prevalens = 100 %). Gjennomsnittlig intensitet ble derimot dratt opp av noen individer med veldig høye verdier. 58.3 % av fisken hadde over 0.1 lus per gram fiskevekt, mens 75 % hadde over 10 lus per fisk. Stadiene var hovedsakelig chalimus I (53.3%) og chalimus 2 (37.8 %), og relativt få copepoditter (3.6%), preadulte (4 %) og adulte lus (1.2%)

#### **4.2.2 Høyanger – Kyrkjebø**

Sjøørreten som ble registrert i laboratorium i fra Mars på Kyrkjebø (15-24 Mars), hadde også relativt høye verdier av lus, men noe lavere enn de verdiene man så på Kvamsøy (N = 14, intensitet = 37.5 , max = 188, prevalens = 71.4 %), og det var også flere tilfeller av ørret uten lus. 14.3 % av fisken hadde over 0.1 lus per gram fiskevekt, mens 35.7 % hadde over 10 lus per fisk. I

dette utvalget var det hovedsakelig chalimus II (52.9 %) og preadulte (24.4 %) som dominerte, mens det var mindre copepoditter (2.7%), chalimus 1 (11.7%) og adulte (2.7%). Forskjellene på Kvamsøy og Kyrkjebø kan virke til å ha sammenheng med litt senere uttak fra Kyrkjebø sammenlignet med Kvamsøy.

Sjøørreten som ble registrert i laboratorium i fra April på Kyrkjebø (24 - 30 April), hadde lave til moderate verdier av lus, og det var også en stor andel av fisken som ikke hadde lus (N = 14, intensitet = 9.9 , max = 52, prevalens = 57.1 %). 7.1 % av fisken hadde over 0.1 lus per gram fiskevekt, mens kun 14.3 % hadde over 10 lus per fisk.

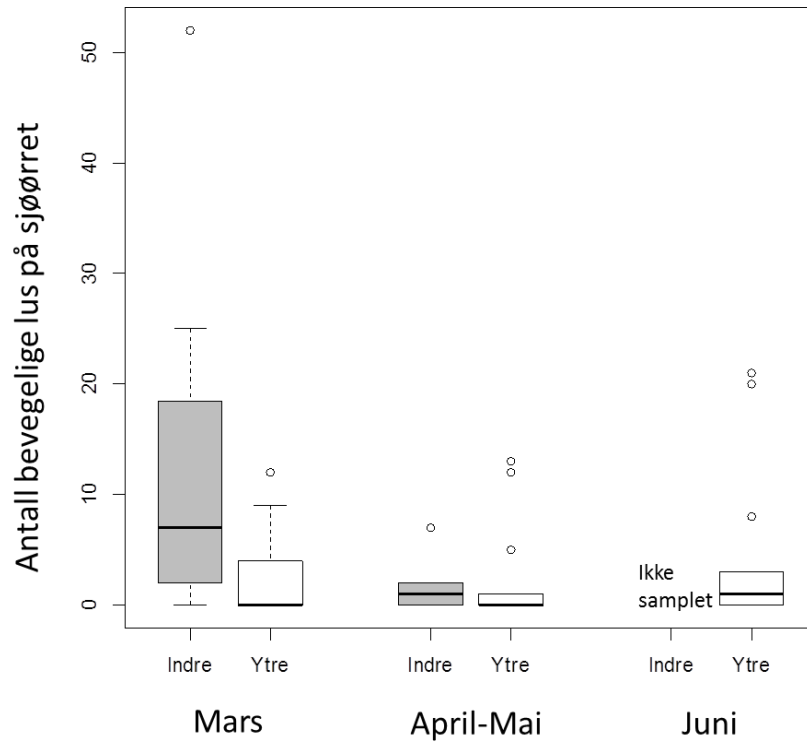
Sjøørreten som ble registrert i laboratorium i fra Juni på Kyrkjebø (1 - 2 Juni), hadde moderate verdier av lus (N = 20, intensitet = 21.8 , max = 51, prevalens = 95 %). I dette utvalget hadde derimot andelen med av fisken som hadde over 0.1 lus per gram fiskevekt steget til 75 % og andelen av fisken med over 10 lus per fisk steget til 75%. Dette hadde delvis sammenheng med at fiskevekten var gjennomsnittlig 77.4 gram i denne perioden til sammenligning med 263.1 gram og 242.3 gram i de to foregående prøvetakingene. Dette hadde sammenheng med at man i denne perioden begynte å fange på utvandrende blenkjer og sjøørretsmolt.

#### **4.2.3 Vik - Arnafjord**

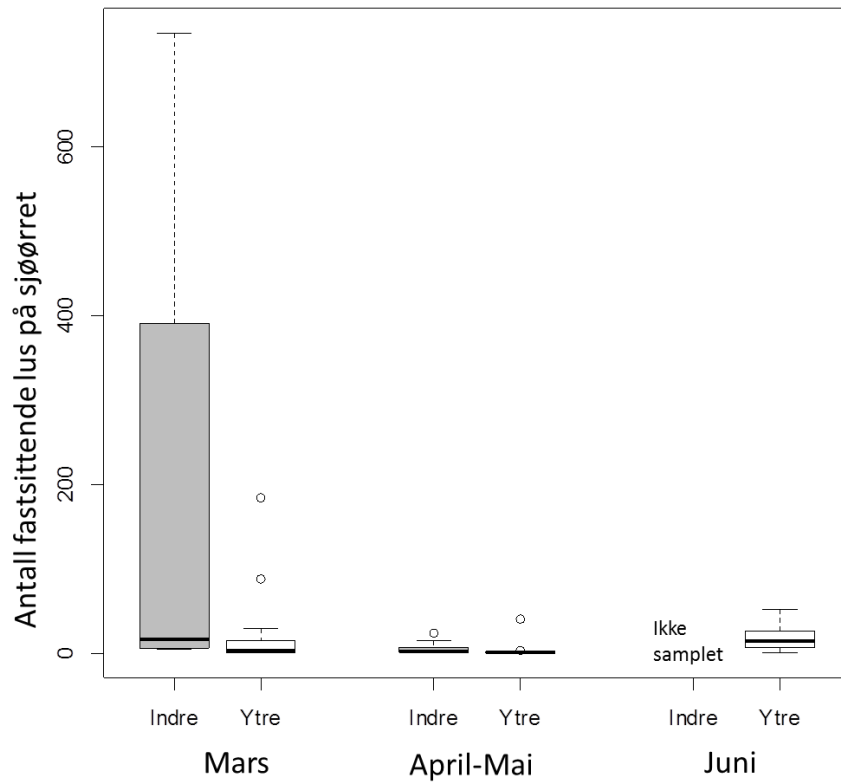
Sjøørreten som ble registrert i laboratorium i Mai i Arnafjord (3 - 15 Mai), hadde generelt sett lave verdier av lus, og det var også en stor andel av fisken som ikke hadde lus (N = 15, intensitet = 8.3 , max = 25, prevalens = 66,7 %). 6.7 % av fisken hadde over 0.1 lus per gram fiskevekt, mens kun 13.3 % hadde over 10 lus per fisk.

Generelt reflekterer resultatene fra laboratoriet det samme mønsteret som registreringer i felt, men viser generelt at registreringene i felt underestimerer antall lus, og spesielt antall fastsittende lus. Det skal nevnes at disse registreringene i felt ble gjort så effektivt og nøyaktig som mulig på levende fisk uten bedøvelse for å minimere behandling av fisken. Disse registreringene er derfor ikke sammenlignbare med registreringene som gjøres i felt av havforskningsinstituttet i det nasjonale overvåkningsprogrammet.





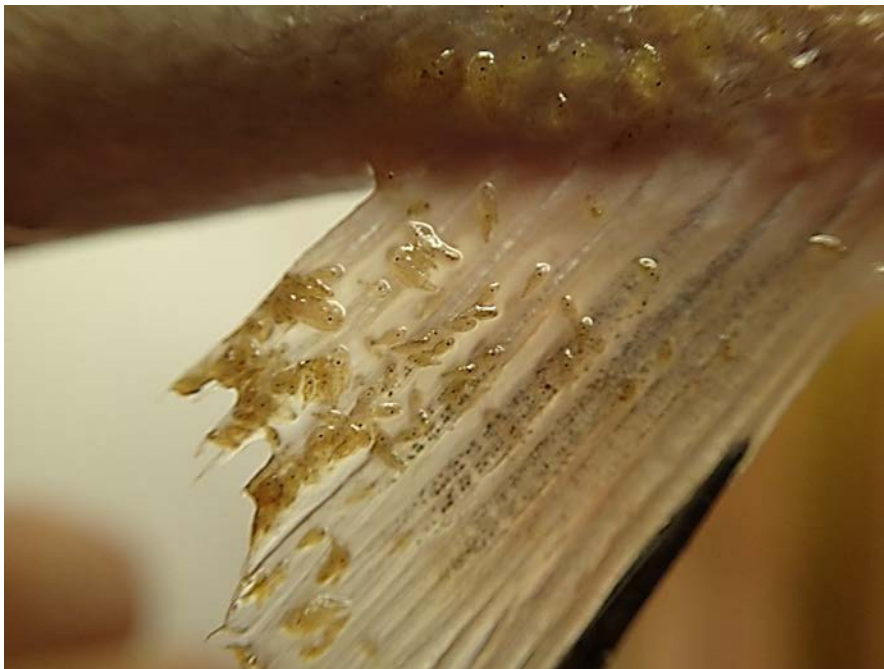
**Figur 4** Boxplot av antall bevegelige lus på fisk talt i laboratorium i de tre prøvetakningsperiodene. Indre er prøvetakningstasjoner innenfor nasjonal laksefjord (Kvamsøy og Arnafjord), mens ytre er prøvetakningstasjon uten for nasjonal laksefjord (Kyrkjebø).



**Figur 5** Boxplot av antall fastsittende lus på fisk talt i laboratorium i de tre prøvetaksperiodene. Indre er prøvetaksstasjoner innenfor nasjonal laksefjord (Kvamsøy og Arnafjord), mens ytre er prøvetaksstasjon uten for nasjonal laksefjord (Kyrkjebø). Merk at skalaen er strukket ut på grunn av noen meget høye verdier på fisk i mars ved Kvamsøy.



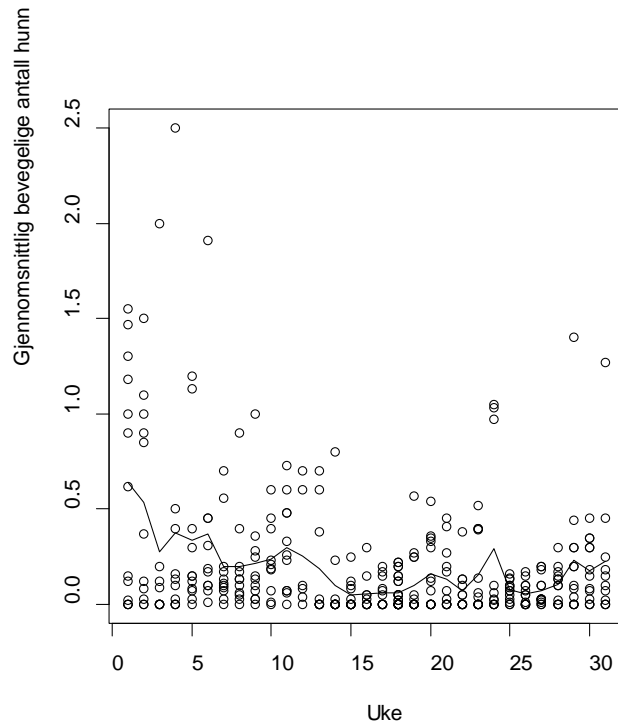
**Figur 6.** Sjørøret fanget ved Kvamsøy Mars 2014. Lakselus er hovedsakelig Chalimus 1 og Chalimus II.  
Bilde: Bjørnar Skår.



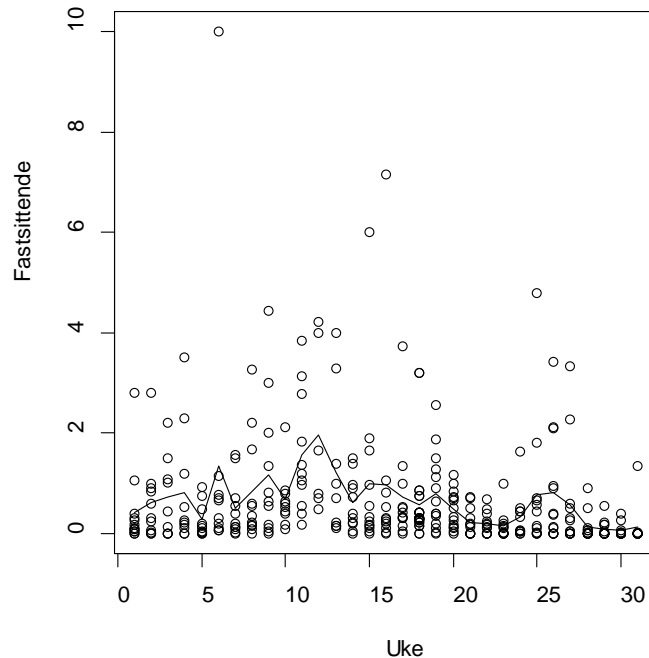
**Figur 7.** Finne på sjørøret fanget ved Kvamsøy Mars 2014. Lakselus er hovedsakelig Chalimus 1 og Chalimus II. Bilde: Sven-Erik Gabrielsen

### 4.3 Rapporterte mengder lakselus i oppdrettsanlegg 2014

Resultatene fra tellinger i oppdrettsanlegg indikerer stedvis høye nivåer av hunn lus på laks i oppdrettsanlegg i Januar og begynnelsen av februar. Det virker også til å være relativt høye nivåer av fastsittende stadier av lus på oppdrettsfisk gjennom hele perioden med noen spesielt høye verdier i februar og mars.



**Figur 8.** Resultater fra telling av lakselus på oppdrettsanlegg i Sognefjorden. Indre og ytre sone er definert i figur 1. Linje er gjennomsnitt for hele området.



**Figur 9.** Resultater fra telling av lakselus på oppdrettsanlegg i Sognefjorden. Indre og ytre sone er definert i figur 1. Linje er gjennomsnitt for hele området.

## 5 Diskusjon

Resultatene fra registrering av lakselus på sjøørret vinteren og våren 2014 indikerer at det var meget høye nivåer av lus på sjøørreten ved prøvetakning om vinteren (Mars). Dette var hovedsakelig påslag av tidlig stadier av lakselus (Chalimus I og II). Fra andre studier er det vist at lakselus i oppdrettsfrie områder går gjennom en flaskehals i bestandsutvikling om vinteren og rapporterte nivåer av lakselus fra slike områder er vanligvis sjelden over 3 lus per fisk (intensitet) med en prevalens på ca. 20% (Schram et al., 1998). Dette er i sterk kontrast til funnene i dette studiet. Dette arbeidet er det første dokumenterte tilfellet av et epizoiske utbrudd av lakselus på sjøørret i vinterhalvåret (Publisert i *Aquaculture Environment Interactions*, Vollset & Barlaup, accepted).

Temperaturnivåene i Januar og Februar 2014 var til sammenligning med andre år noe høyere enn gjennomsnittet i følge prøvetakningen i Sognesjøen gjennomført av Havforskningsinstituttet ([www.imr.no](http://www.imr.no)). Temperaturen kan derimot ikke forklare de høye nivåene av lus på fisk ettersom de var lavere enn de nivåene man til sammenligning registrerer om forsommeren når man vanligvis registrerer høye påslag av lus. Data fra telling av lus på fisk i oppdrettsanlegg i Sognefjorden indikerer at i enkeltanlegg var nivåene av hunnlus høye i Januar

og begynnelsen av februar. Korrelasjoner mellom produksjon av lus i omkringliggende oppdrettsanlegg og påslag av lus på sjøørret er dokumentert fra studier i Norge og Skottland (Middlemas et al., 2013; Serra-Llinares et al., 2014). Den mest sannsynlige forklaringen på de høye påslagene av chalimus I og II på sjøørret kan derfor med stor sannsynlighet tilskrives at enkelte oppdrettsanlegg i Sognefjorden hadde relativt høye nivåer av kjønnsmodne hunnlus i Januar.

Under prøvetakningen i andre periode var nivåene av lakslus lave (Kyrkjebø og Arnafjord). Dette henger sannsynligvis sammen med at oppdretterne gjennomførte en vellykket koordinert våravlusning. I tredje prøvetaknings periode steg nivåene på lakselus, og andel av prøven som hadde over 0.1 lus per gram fiskevekt steg betraktelig (Kyrkjebø). Den høye andelen fisk med høye nivåer av lus per gram fiskevekt hadde sammenheng med at lusepåslagene økte samtidig som fiskevekten på den prøvetatte fisken sank. Dette er et normalt mønster å observere i begynnelsen av juni, når sjøørretsmolt begynner å dominere prøvene. Disse resultatene indikerer at tidlig vandrende laksesmolt kan ha kommet seg ut av fjordsystemet uten store påslag av lakselus, men at sent utvandrende laksesmolt og sjøørret kan ha fått større påslag av lus utover sommeren.

Generelt viser overvåkning i av lakselus på sjøørret at mengden lus på sjøørret i Sognefjorden i vinterhalvåret er tidvis og på enkelt individ høyt over de nivåene som er definert som dødelig for sjøørret i laboratoriumstudier. Den eneste identifiserte årsaken til slike høye påslag er produksjon av lus fra oppdrettsanlegg. Det er usikkerhet knyttet til hva slags type effekter dette vil ha på bestandsnivå ettersom det er første gang slike påslag er blitt dokumentert. Effekten på enkelte bestander vil avhenge av hvor stor andel av bestanden som oppholder seg i det marine miljø i løpet av vinteren. I mindre vassdrag og vassdrag der ferskvannshabitatet er ustabil, for eksempel på grunn av at deler av elven fryser ved lav vannføring, vil andelen av bestanden som oppholder seg i sjøen være større. Slike bestander vil være spesielt sårbare for slike hendelser. I større vassdrag vil andelen av sjøørret som oppholder seg i sjøen sannsynligvis være mindre, men vi vet generelt sett lite om sjøørretens sjøopphold i forskjellige bestander i Sognefjorden. Nyere studier med akustisk merket sjøørret vil kunne gi oss verdifull informasjon i den nærmeste fremtiden. Det anbefales også at overvåkning av sjøørret i Sognefjorden på vinterstid følges opp i de kommende årene.

## 6 Litteratur

Barlaup, B.T., Gabrielsen, S.E., Loeyland, J., Schlaeppy, M.L., Wiers, T., Vollset, K.W., and Pulg, U., 2013. Trap design for catching fish unharmed and the implications for estimates of sea lice

- (*Lepeophtheirus salmonis*) on anadromous brown trout (*Salmo trutta*). Fisheries Research (Amsterdam) 139, 43-46.
- Bjørn, P.A., Nilsen, R., Serra Llinares, R.M., Boxaspen, K., Finstad, B., Uglem, I., Kålsås, S., Barlaup, B.T., and Vollset, K.W., Sluttrapport til Mattilsynet over lakselusinfeksjonen på vill laksefisk langs norskekysten i 2011, Rapport fra Havforskningen, Vol. 19. 2011.
- Hamre, L.A., Eichner, C., Caipang, C.M.A., Dalvin, S.T., Bron, J.E., Nilsen, F., Boxshall, G., and Skern-Mauritzen, R., 2013. The Salmon Louse *Lepeophtheirus salmonis* (Copepoda: Caligidae) Life Cycle Has Only Two Chalimus Stages. Plos One 8.
- Middlemas, S.J., Fryer, R.J., Tulett, D., and Armstrong, J.D., 2013. Relationship between sea lice levels on sea trout and fish farm activity in western Scotland. Fisheries Management and Ecology 20, 68-74.
- Schram, T.A., Knutsen, J.A., Heuch, P.A., and Mo, T.A., 1998. Seasonal occurrence of *Lepeophtheirus salmonis* and *Caligus elongatus* (Copepoda : Caligidae) on sea trout (*Salmo trutta*), off southern Norway. Ices Journal of Marine Science 55, 163-175.
- Serra-Llinares, R.M., Bjørn, P.A., Finstad, B., Nilsen, R., Harbitz, A., Berg, M., and Asplin, L., 2014. Salmon lice infection on wild salmonids in marine protected areas: an evaluation of the Norwegian 'National Salmon Fjords'. AQUACULTURE ENVIRONMENT INTERACTIONS 5, 16.

## Appendix I

### Sognefjorden Balestrand - Kvamsøy (Rusefangst)

Periode	Fiskedata					Infeksjonsmål					Relativ Intensitet				
	art	n	lengde (SD)	vekt (SD)	Prevalens	Abundans (SD)	Median	v/X	IQR	Intensitet (SD)	min	maks	Median	% > 0,1 rel int	% > 10 lus
9-20 Mars	Sjøørret	12	34.77	405.29	100.0	254.25	63	346.2	607	254.25	4	759	0.151	58.3	75.0
			9.44	303.80		296.69				296.69					

### Sognefjorden Vik - Arnafjorden (Rusefangst)

Periode	Fiskedata					Infeksjonsmål					Relativ Intensitet				
	art	n	lengde (SD)	vekt (SD)	Prevalens	Abundans (SD)	Median	v/X	IQR	Intensitet (SD)	min	maks	Median	% > 0,1 rel int	% > 10 lus
3-15 Mai	Sjøørret	15	22.53	189.33	66.7	5.53	2	10.6	10	8.30	1	25	0.022	6.7	13.3
			10.28	308.64		7.66				8.80					

### Sognefjorden Høyanger – Kyrkjebø (rusefangst)

Periode	Fiskedata					Infeksjonsmål					Relativ Intensitet				
	art	n	lengde (SD)	vekt (SD)	Prevalens	Abundans (SD)	Median	v/X	IQR	Intensitet (SD)	min	maks	Median	% > 10 lus	% > 0,1 rel int
15-24 Mars	Sjøørret	14	31.42	263.10	71.4	26.79	3	96.5	28.75	37.50	1	188	0.017	35.7	14.3
			4.69	140.62		52.77				59.80					
24-30 April	Sjøørret	14	28.87	242.32	57.1	5.64	1	31.5	4	9.88	1	52	0.004	14.3	7.1
			7.17	178.61		13.84				17.55					
1-2 Juni	Sjøørret	20	18.54	77.36	95.0	20.70	17	9.8	24.75	21.79	1	51	0.361	75.0	75.0
			5.48	81.68		14.63				14.18					



N= antall fisk

prevalens = andel av fisk med lus

abundans = gjennomsnittlig antall lus på all fanget fisk

intensitet = gjennomsnittlig antall lus på fisk med lus

Relativ intensitet = antall lus per gram fiskevekt

$v/x$  = varians over gjennomsnitt på all fisk

Median = Middelvei for infisert fisk

IQR = Variasjon (Inter quartile range)

Maks = maksimum antall lus på en fisk

Min = minimum antall lus på en fisk

% > 10 lus = prosent fisk av totalfangst med mer enn 10 lus

% > 0,1 = % fisk av totalfangst (også uinfisert fisk) med mer enn 0,1 lus per gram fiskevekt

## Appendix II

I Sognefjorden har Sogn villaksråd tatt initiativ til overvåkning av sjøørret ved hjelp av ruser med mål om å overvåke lusepåslag på sjøørret. Denne overvåkningen strekker seg over vinteren og våren og har spesielt fokus på påslag i løpet av vinteren ettersom det er lokale bekymringsmeldinger om svært høye mengder lus på ørreten i løpet av vinter halvåret. Overvåkningen var planlagt å starte i Januar, men kom først i gang i mars på grunn av dårlig vær. Dette arbeidet baserer seg på tre lokaliteter med bruk av ruser, én i Balestrand (Kvamsøy) rett innenfor grensen for den nasjonale laksefjorden i Sognefjorden og én i Høyanger (Kyrkjebø) lenger ut i fjorden. Rusen i Balestrand ble flyttet til Vik (Arnafjorden) i Mai ettersom det var vanskelig å organisere fiske i Høyanger.

I mars (uke 11-12) ble det funnet tilfeller av meget høye påslag på ørreten som ble fanget i både Balestrand (Prevalens 100, intensitet= 215.5, maks= 759) og i Høyanger (Prevalens= 71.4, Intensitet 37.5, maks=188). Disse var hovedsakelig chalimus stadium 1 og 2 som indikerer at påslag på fisken må ha skjedd i Januar eller Februar. 54.5 % og 14.3 % av fisken hadde over 0.1 lus per gram fiskevekt ved Balestrand og Høyanger. Ved prøvetakning i April (uke 17-18) i Høyanger var nivåene av lus til sammenligning lave (Prevalens 57, intensitet= 9.9, maks= 52). Dette var også tilfellet ved prøvetakning i Mai (uke 18-20) i Vik (Prevalens 67, intensitet= 8.3, maks= 25). Ved det neste uttaket i begynnelsen av Juni (uke 22-23) var derimot mengden igjen høy på sjøørret i Høyanger (Prevalens 95, intensitet= 21.8, maks= 51), og 75% av fisken hadde over 0.1 lus per gram fiskevekt.

**Oppsummert synes infeksjonspresset i Sognefjorden å være høy på vinterstid på sjøørreten i 2014, men at den faller og er lav i begynnelsen laksens smoltutvandring. Det virker derimot til at infeksjonspresset igjen øker noe i slutten av mai og begynnelsen av juni.**

## Ferskvannsekologi - laksefisk - bunndyr

LFI ble opprettet i 1969, og er nå en seksjon ved Uni Miljø, en avdeling i Uni Research AS, et forskningsselskap eid av universitetet i Bergen og stiftelsen Universitetsforskning Bergen. LFI Uni Miljø tar oppdrag som omfatter forskning, overvåking, tiltak og utredninger innen ferskvannsekologi. Vi har spesiell kompetanse på laksefisk (laks, sjøaure, innlandsaure) og bunndyr, og på hvilke miljøbetingelser som skal være til stede for at disse artene skal ha livskraftige bestander. Sentrale tema er:

- Bestandsregulerende faktorer
- Gytebiologi hos laksefisk
- Biologisk mangfold basert på bunndyrsamfunn i ferskvann
- Effekter av vassdragsreguleringer
- Forsuring og kalking
- Biotopjusteringer
- Effekter av klimaendringer

Oppdragsgivere er offentlig forvaltning (direktorater, fylkesmenn), kraftselskap, forskningsråd og andre.

Våre internettsider finnes på [www.miljo.uni.no](http://www.miljo.uni.no)

## Registrering av lakselus i Sognefjorden vinter-vår og høst-vinter 2015





LABORATORIUM FOR FERSKVANNØKOLOGI OG INNLANDSFISKE, LFI UNI MILJØ THORMØHLENSGATE 41b 5006 BERGEN		TELEFON: 55 58 22 28 E-POST: <a href="mailto:lfi@uni.no">lfi@uni.no</a>
ISSN NR:	LFI-Notat	
TITTEL: Registrering av lakselus på sjøaure i Sognefjorden vinter-vår og haust-vinter 2015	DATO: 28.01.2016	
FORFATTERE: Bjørnar Skår, Knut Wiik Vollset, Ina Bakke Birkeland, Bjørn Torgeir Barlaup	GEOGRAFISK OMRÅDE: Sogn, Sogn og Fjordane	
OPPDRAKSGIVER: Sogn Villaksråd, prosjektleder Bjarne Meel	ANTALL SIDER: 15	
SAMMENDRAG: Vinteren 2013 engasjerte Sogn Villaksråd LFI fra Uni Research Miljø i Bergen for å være faglig ansvarlig for å gjennomføre en prøvetakning av sjøaure innfanget med storruse i Sognefjorden. Hensikten med prosjektet var å kartlegge lusesituasjonen/infeksjonsnivået på sjøauren som befinner seg i den Sognefjorden. Arbeidet har vært videreført i 2014 og 2015. I 2015 ble registreringer gjennomført ved Kyrkjebø i Høyanger og Kvamsøy i Balestrand vinter/vår og høst/vinter. Registreringene indikerte at det generelt var moderate nivåer av lus på sjøauren som ble prøvetatt.		
EMNEORD: Sjøaure, lakselus, storruse	SUBJECT ITEMS: Sea trout, salmon lice, trap net	
FORSIDEN FOTO: Bjørnar Skår, Morten Jacobsen		

## 1 Bakgrunn og hensikt

Vinteren 2013 engasjerte Sogn Villaksråd LFI fra Uni Research Miljø i Bergen (videre refert til som LFI) for å være faglig ansvarlig for å gjennomføre en prøvetakning av sjøaure innfanget med storruse i Sognefjorden. Hensikten med prosjektet var å «kartlegge lusesituasjonen/infeksjonsnivå og helsetilstanden på sjøauren som befinner seg i Sognefjorden vinter/ vår 2013.» Sogn Villaksråd er en sammenslutning av grunneierlag, elveeierlag, jakt og fiskerforeninger, og har som formål å arbeide for å sikre bærekraftig forvaltning av lokale villaks- og sjøaurestammer både i elv og fjordområder.

Bakgrunnen for initiering av prosjektet var bekymringsmeldinger for tilstanden til sjøauren i Sognefjorden. Sogn Villaksråd mente datainnsamlingen for sjøaure var mangelfull ettersom kun 2 stasjoner med garn var tatt i bruk for å overvåke lakselussituasjonen i Sognefjorden i nasjonal lakselusovervåking gjennomført av Havforskningsinstituttet (videre referert til som HI). Det er dokumentert at garnfiske etter sjøaure er en dårlig metode for å registrere lakselus, ettersom en ukjent mengde av lakselusen vil bli skrapet av (Barlaup et al. 2013). HI har i de senere år tatt i bruk storruser som fangstredskap, ofte i en kombinasjon med garn. Prøvetakningsperioden for nasjonal lakselusovervåking er hovedsakelig fokusert på våren og forsommeren. Det har fra lokalt hold vært rapportert om sjøaure med til dels svært store mengder lakselus utenom tidsperioden med prøvetaking. I tillegg er en del av Sognefjorden en nasjonal laksefjord som skal sluttevalueres i 2017. I denne vurderingen blir situasjonen i.f.t. lakselus et viktig kriterium, og Sogn Villaksråd mente at dokumentasjonsgrunnlaget for å si noe om tilstanden for villfisk med henhold til lakselus i Sognefjorden var svært mangelfull.

Resultatene fra 2013 indikerte relativt lave verdier av lus på sjøaure gjennom vinteren og forsommeren (Vollset & Barlaup 2014a), men det ble også påpekt at en slik overvåking burde foregå over flere år. På bakgrunn av dette videreførte Sogn Villaksråd arbeidet med overvåking av lus på sjøaure vinter/vår 2014 (Vollset & Barlaup 2014b) og det ble funnet svært høye påslag av lakselus. Dette gav grunnlag for ytterligere overvåking og prosjektet ble videreført for vinter/vår og høst/vinter 2015.

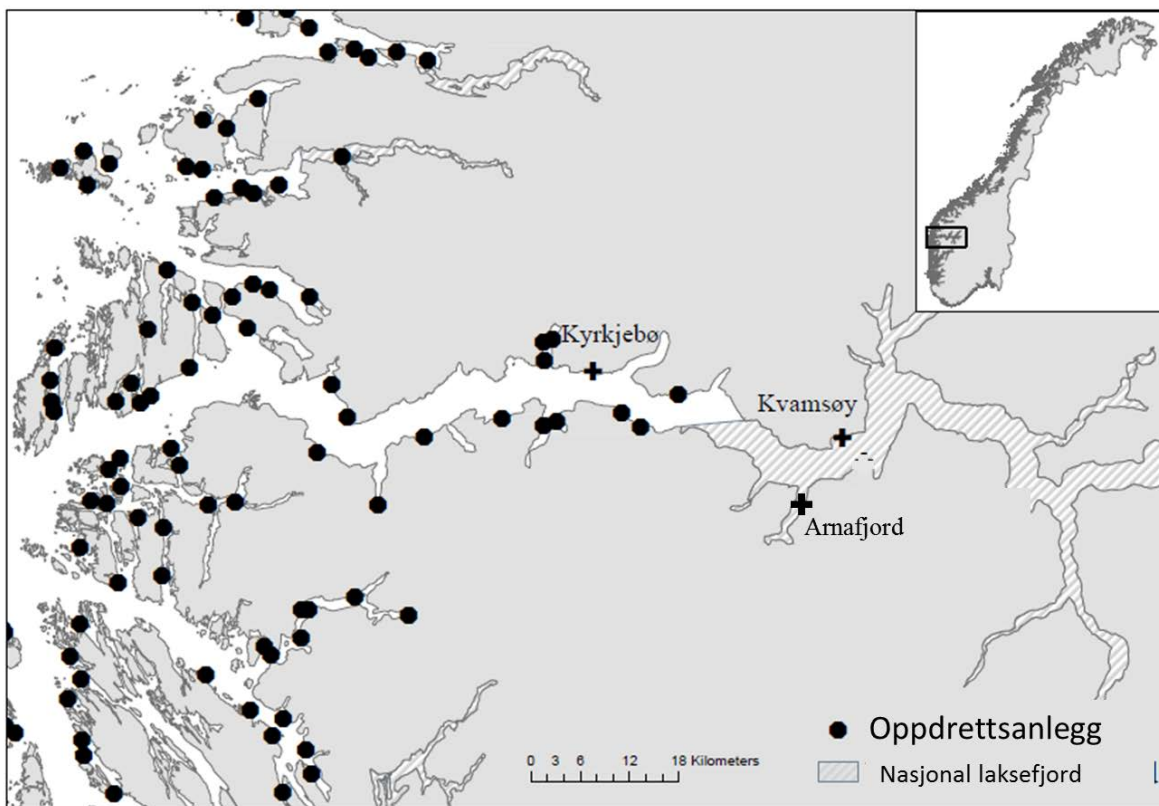
LFI har mangeårig erfaring med prøvetakning av sjøaure og laksesmolt fra Osterfjordssystemet, Ryfylke og Hardanger og er av den grunn medforfattere på den årlige rapporten fra HI til Mattilsynet på tilstanden for vill laksefisk i.f.t. lakselus. I arbeidet med dette har LFI utarbeidet et nytt fangstredskap (Barlaup et al., 2013), en modifisert storruse, som nå brukes i den nasjonale overvåkingen i Norge (Bjørn et al., 2011). Det er dette fangstredskapet som er brukt i prosjektet.

Prosjektet er designet slik at man ved bruk av ruse kan gjøre en skånsom prøvetakning av sjøaure gjennom vinter og vårsesongen for å få et representativt bilde av lakselussituasjonen. I 2015 ble det tatt ut inntil 20 sjøaure på hver lokalitet i de bestemte prøvetakingsperiodene. Fisken ble analysert på laboratorium (Se nedenfor for detaljert beskrivelse).

Dette notatet er en oppsummering av resultatene fra overvåkning av lakselus på sjøaure i Sogn vinteren 2015. Prosjektet skal oppsummeres for hele prosjektperioden (2013-2016) i en mer detaljert rapport til sommeren 2016.

## 2 Lokalitet

I 2015 ble det satt ut ruser ved to lokaliteter. Ene lokaliteten ligger i Høyanger (Kyrkjebø) utenfor grensen til den nasjonale laksefjorden, mens den andre ligger innenfor denne grensen (Kvamsøy). Lokaliteten i Armafjord ble benyttet i 2014, men ikke i 2015. Lokalitetene er vist i figur 1.



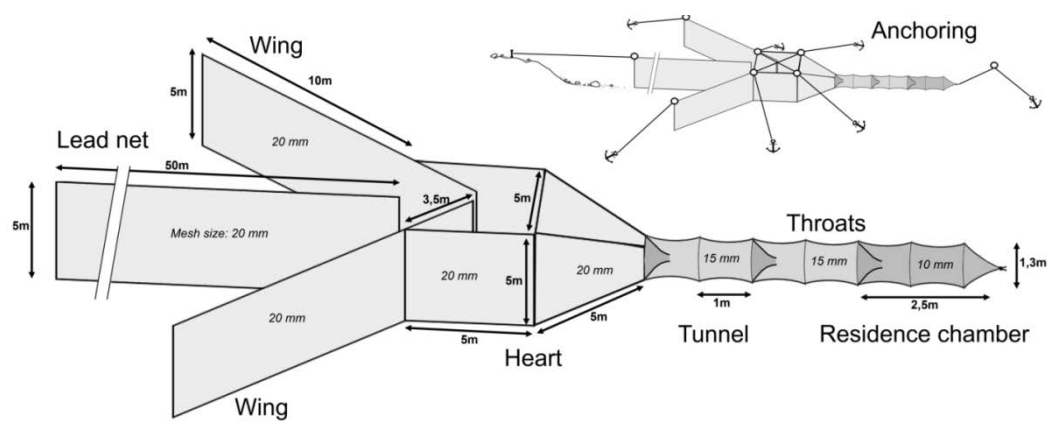
Figur 1. Kart over Sognefjorden med ruse lokaliteter (svarte kryss) og oppdrettsanlegg (sorte prikker).



### 3 Materialer og metoder

#### 3.1 Fangstredskap – modifisert storruse

Fangstredskapet som er benyttet i prosjektet er en modifisert storruse konstruert for å fange sjøaure til analyse av lakseluspåslag. Detaljer rundt rusen er beskrevet i Barlaup et al. (2013). I korte trekk består rusen av et ledegarn med to vinger som fører inn i en serie kalver og fangstrom (Figur 2). Fisken blir dermed ledet inn i fangstrommet hvor de ikke kan svømme ut. Rusen har en stor fordel til sammenligning med garn ved at lakselus i mindre grad vil bli skrapet av. Arbeidet med rusen er intensivt og rusen må røktes ofte (gjærne hver dag hvis det er mye fangst).



**Figur 2.** Storruse for fangst av sjøaure i sjø. Redskapet er utviklet gjennom et langvarig samarbeid mellom LFI Uni Miljø og ruseprodusent Jon Løyland. Modifisert etter Barlaup et al. (2013).

#### 3.2 Prøvetakning av sjøaure

Ettersom sjøaure er en art som er under sterkt press fra ulike menneskapede og naturlige påvirkninger har det vært ønskelig å ta livet av færrest mulig individer i prosjektet. Dette både med tanke på den generelle bestandsituasjonen til sjøaure på Vestlandet, og også på at man er usikker på hvilken bestand man beskatter når man tar ut fisk i sjøen. Prøvetakning av fisk fra storruse har en stor fordel i så måte, ettersom det er mulig å fange fisk og sette dem levende tilbake igjen uten store skader. I 2015 ble det tatt ut inntil 20 sjøaure på hver lokalitet i de bestemte prøvetakingsperiodene. Fisken ble analysert på laboratorium (Se nedenfor for detaljert beskrivelse).

All fisk over 50 cm ble sluppet levende ut igjen i denne prøvetakningsperioden. Dette ble gjort ettersom man ønsker å bevare store individer ettersom de har et stort reproduktivt potensiale i små og utsatte bestander.

På lokaliteten ved Kyrkjebø ble det fisket i fire perioder: senvinteren 27.2-3.3 og 23.3-28.3, og senhøst/vinter 19.10-23.10 og 23.11-30.11. På Kvamsøy ble det fisket i to perioder vinter/vår: 8.1-11.1 og 18.3-20.3.

Røkting av rusene ble gjort basert på frivillig arbeid fra lokalt personell. Av helsemessige årsaker kom fisket sent i gang ved Kyrkjebø, og det andre uttaket ved Kvamsøy ble tatt ut senere en planlagt. På Kvamsøy ble det ikke fisket på høsten av hensyn til andre brukere og manglende anledning til å gjennomføre fisket. Prøvetakningen ble delt opp i en indre prøvetakningsstasjon (innenfor grensen for nasjonal laksefjord) representert av prøvestasjonen ved Kvamsøy, og en ytre prøvetakningsstasjon (utenfor grensen for nasjonal laksefjord) representert av prøvestasjon ved Kyrkjebø.

### **3.3 Telling av lakselus i laboratorium**

Registrering av lakselus i laboratorium skjer ved at individuell fisk blir tint og analysert under en lupe. I tillegg blir posen fisken ligger i kontrollert for eventuell lus som kan falle av. Tidlige stadier fester seg ofte på finnene og det er dermed nødvendig og se nærmere på dem under forstørrelse. Lusen blir registrert i følgende stadier: copepoditt, chalimus 1, chalimus 2, preadult, adult hann, adult hunn uten eggstreng og adult hunn med eggstrenger (Hamre et al., 2013). I rapporteringen er det fokusert på totalt antall lus, og det refereres til fordeling av stadier i diskusjonen der dette er relevant.

### **3.5 Definisjon av grenseverdier brukt i denne rapporten**

I forbindelse med evalueringen av de norske laksefjordene og risiko knyttet til infeksjon av lakselus på ville laksefisk (laks, sjøaure og røye) utført av HI og NINA, ble en rekke laboratorie- og feltstudier fra

Norge og utlandet gjennomgått (Taranger et. al. 2012, Serra-Llinares et. al. 2014). Basert på gjennomgangen ble følgende risikoindeks lagt til grunn i analysen: Dødsrisikoen for den enkelte fisk under 150 gram øker 100 % ved mer enn 0,3 lus pr. gram fiskevekt (dvs. 30 lus for en 100 gram fisk), 50 % økning ved 0,2-0,3 lus pr. gram fisk, 20 % økning ved 0,1-0,2 lus pr. gram fisk, mens verdier under 0,1 lus pr. gram fiskevekt ikke ble forventet å gi økt dødelighet. For fisk over 150 gram er utgangspunktet at dødeligheten øker med 100 % ved mer enn 0,15 lus pr. gram fiskevekt, 75 % økning ved 0,1-0,15 lus pr. gram fisk, 50 % økning ved 0,05-0,1 lus pr. gram fisk, 20 % økning ved 0,025-0,05 lus pr. gram, mens verdier under 0,025 lus pr. gram fiskevekt ikke ble forventet å gi økt dødelighet. Når det gjelder grenser for når en infeksjon i et område kan forventes å få bestandsreducerende effekt, så ble følgende vurdering lagt til grunn: Når økt dødsrisiko for fisken var lavere enn 10 % ble bestandseffekten satt som lav, ved økt dødsrisiko på 10-30 % ble den forventete bestandsreducerende effekten bedømt som middels, og ved økt dødsrisiko over 30 % ble den bestandsreducerende effekten bedømt som høy. Dette vil si at dersom for eksempel store deler av innfanget fiskemateriale har mer enn 0,1 lus pr. gram fiskevekt, så kan det forventes en midlere bestandsreducerende effekt, mens når antall lus for større deler av materialet passerer 0,2 lus pr. gram fiskevekt og høyere kan det forventes en høy bestandsregulerende effekt. Disse risikoindeksene er lagt til grunn for bedømmelsen av lusesituasjonen for sjøaurebestanden i det foreliggende arbeidet, men siden det er snakk om få fisk i datamaterialet og at en ikke har oversikt over hvor stor del av bestanden en fanger på (spesielt vinterstid) brukes dette kun som et mål på populasjonsreducerende effekt på den delen av bestanden som oppholder seg i sjøen.

## **4 Resultater**

### **4.2 Telling av lus i laboratorium**

Resultatene fra telling i laboratorium er vist i **Tabell 1**, mens boxplot av antall fastsittende og beveglige stadier i de ulike prøvetakingsperiodene er gitt i **Figur 3-6**.

**Tabell 1.** Resultater fra telling av lakselus på lab fra fisk fanget ved lokalitetene Kyrkjebø og Kvamsøy i Sognefjorden. Forklaring til parametrene: N= antall fisk, prevalens = andel av fisk med lus, abundans = gjennomsnittlig antall lus på all fanget fisk, intensitet = gjennomsnittlig antall lus på fisk med lus, Relativ intensitet = antall lus per gram fiskevekt,  $v/x$  = varians over gjennomsnitt på all fisk, Median = Middelverdi for infisert fisk, IQR = Variasjon (Inter quartile range), Maks = maksimum antall lus på en fisk, Min = minimum antall lus på en fisk, % > 10 lus = prosent fisk av totalfangst med mer enn 10 lus, % > 0,1 = % fisk av totalfangst (også uinfisert fisk) med mer enn 0,1 lus per gram fiskevekt.

### Sognefjorden

#### Balestrand - Kvamsøy (Rusefangst)

Fiskedata					Infeksjonsmål							Relativ intensitet			
Periode	art	n	lengde (SD)	vekt (SD)	Prevalens	Abundans (SD)	Median	$v/x$	IQR	Intensitet (SD)	min	maks	Median	% > 0,1 rel int	% > 10 lus
8-11 Januar	Sjøørret	20	28,98 3,57	203,30 79,95	100,0	19,70 21,34	18	23,1	20	19,70 21,89	1	99	0,085	35,0	60,0
18-20 mars	Sjøørret	19	31,19 5,38	269,05 150,68	94,7	19,05 24,70	12	20,1	24	20,11 20,12	0	78	0,058	26,3	57,9

### Sognefjorden

#### Høyanger-Kyrkjebø (Rusefangst)

Sjøørret-ruse Kyrkjebø 2015																
Fiskedata					Infeksjonsmål							Relativ intensitet				
Periode	art	n	lengde (SD)	vekt (SD)	Prevalens	Abundans (SD)	Median	$v/x$	IQR	Intensitet (SD)	min	maks	Median	% > 0,1 rel int	% > 10 lus	
27.2-3.3	Sjøørret	17	29,83 7,58	274,06 257,58	100,0	18,94 17,63	16	16,4	13	18,94 18,17	2	78	0,070	35,3	58,8	
23-28.3	Sjøørret	16	31,66	295,13 127,36	87,5	8,50 5,99	7	4,2	10	9,71 5,61	0	20	0,025	0,0	37,5	
19.10-23.10	Sjøørret	16	25,05	167,78 188,09	84,2	13,13 11,99	11	11,0	17	16,15 11,77	0	39	0,060	37,5	50,0	
23.11-30.11	Sjøørret	4	27,95	211,60 168,43	75	8,75 8,47	7	8,2	18	11,67 9,61	0	22	0,033	25,0	25,0	

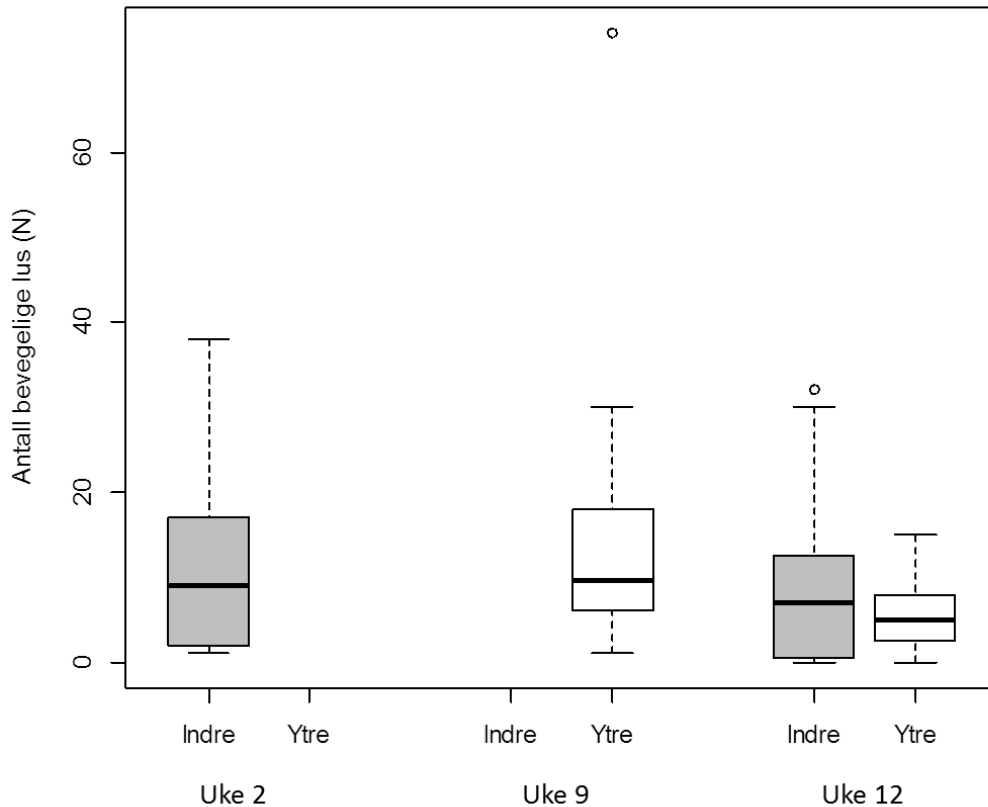
#### 4.2.1 Kvamsøy

På sjøauren som var fanget ved Kvamsøy i 8-11 januar (tabell 1) ble det funnet moderate til høye påslag av lakselus (prevalens 100, intensitet= 19,7, maks= 99). 35 % av fisken hadde over 0,1 lus per gram fiskevekt. Fisk samlet inn 18-20 mars på samme lokalitet hadde omtrent tilsvarende grad påslag av lakselus (prevalens 94,7, intensitet 20,1, maks 78). Ved denne innsamlingen hadde 26,3 % av fisken over 0,1 lus per gram fiskevekt. Av de 39 innfangede fiskene hadde 38 av disse sårskader (97 %), i hovedsak på ryggfinne, men det ble også registrert fisk med skader under fisken, spesielt bak gattfinne. Dette er trolig skader etter

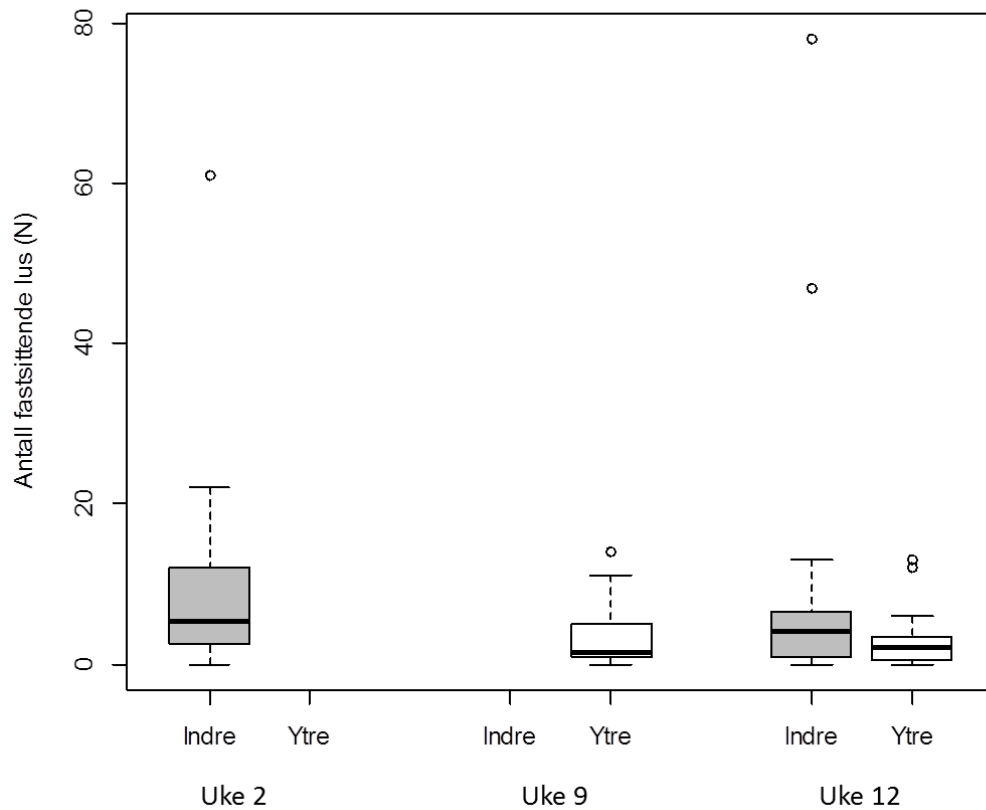
lakselus. Det ble ikke gjennomført fiske ved Kvamsøy på høsten grunnet hensynet til andre brukere av lokaliteten og manglende anledning til å gjennomføre fisket.

#### 4.2.2 Høyanger – Kyrkjebø

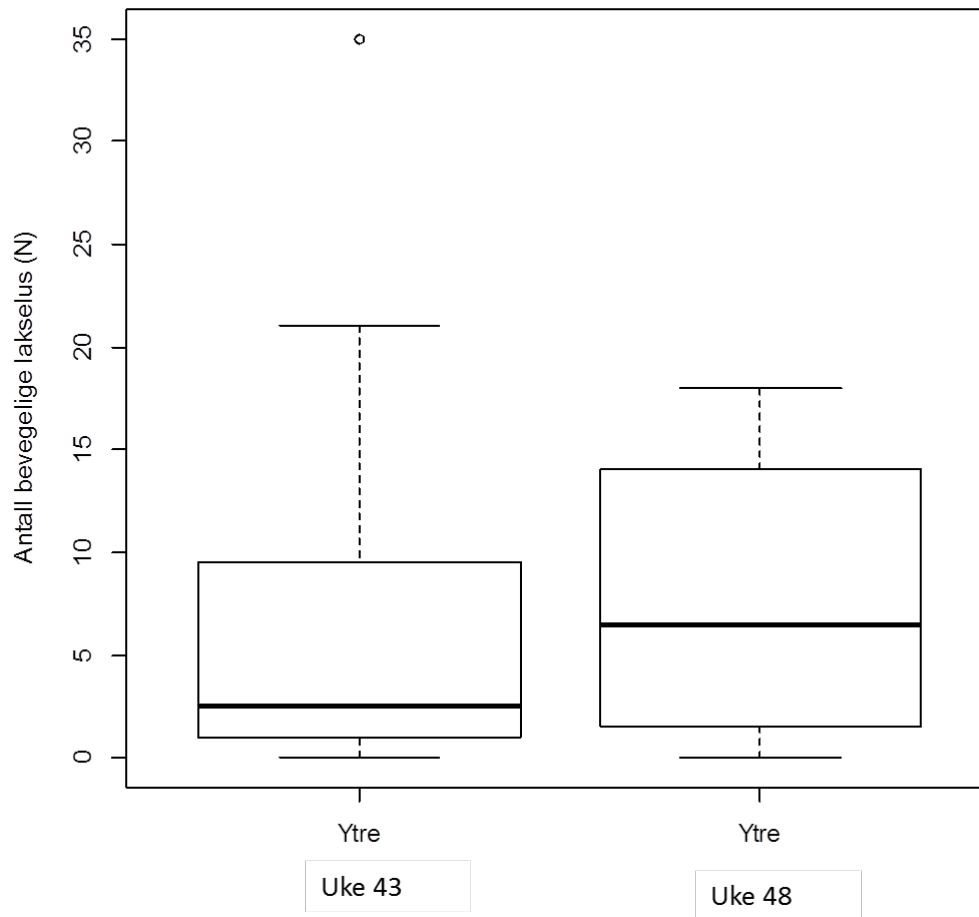
Ved Kyrkjebø i Høyanger (tabell 1) var nivåene av lus på et tilsvarende moderat til høyt nivå ved første prøvetakning i månedskifte februar/mars (prevalens 100, intensitet= 18,9, maks= 78). 35,3 % av fisken hadde over 0,1 lus per gram fiskevekt. Sjøaure samlet inn 23-28 mars hadde lavere grad lusepåslag (prevalens 87,5, intensitet= 9,7, maks= 20). På dette tidspunktet var det ingen fisk som hadde over 0,1 lus per gram fiskevekt. Fisk samlet inn i oktober (19.10-23.10) hadde en prevalens på 84,2, intensiteten var på 16,15 og maks antall lus var på 39 lus. 37,5 % av fisken hadde over 0,1 lus per gram fiskevekt. I siste periode (23.11-30.11) var inntrykket at det var lite sjøaure å fange på i fjorden og det ble kun fanget 4 sjøaure (prevalens 75, intensitet= 11,67, maks= 22). Av totalt 53 fisk hadde 41 fisk sårskader (77 %), i hovedsak på ryggfinne.



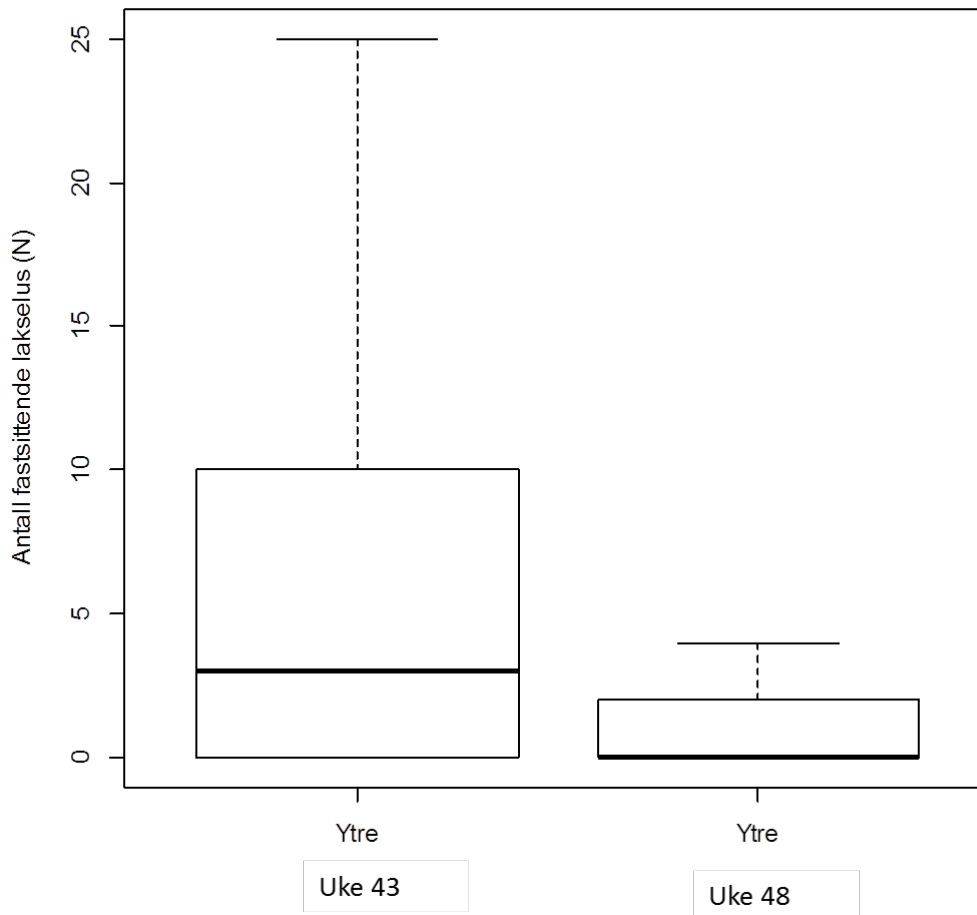
**Figur 3** Boxplot av antall bevegelige lus på fisk talt i laboratorium i de to prøvetakningsperiodene på våren 2015. Indre er prøvetakningsstasjoner innenfor nasjonal laksefjord (Kvamsøy), mens ytre er prøvetakningsstasjon uten for nasjonal laksefjord (Kyrkjebø).



**Figur 4** Boxplot av antall fastsittende lus på fisk talt i laboratorium i de to prøvetakningsperiodene på våren. Indre er prøvetakningsstasjoner innenfor nasjonal laksefjord (Kvamsøy), mens ytre er prøvetakningsstasjon uten for nasjonal laksefjord (Kyrkjebø).



**Figur 5** Boxplot av antall bevegelige lus på fisk talt i laboratorium i de to prøvetakningsperiodene høsten 2015. I løpet av begge prøvetakningsperiodene ble det kun fisket uten for nasjonal laksefjord (Ytre).



**Figur 6** Boxplot av antall fastsittende lus på fisk talt i laboratorium i de to prøvetakningsperiodene høsten 2015. I løpet av begge prøvetakningsperiodene ble det kun fisket uten for nasjonal laksefjord (Ytre).

## 5 Diskusjon

Resultatene fra registrering av lakselus på sjøaure vinteren/vår og høst/vinter 2015 indikerer at det generelt var moderate nivåer av lus på sjøauren som ble prøvetatt. Ved alle fangstperiodene og ved begge lokalitetene ble det funnet påslag av de fleste ulike stadiene av lakselus, dette tyder på at fisken har oppholdt seg i sjøen og akkumulert lus over tid. Som i 2014 (Vollset et. al 2014) ble det funnet mest lus på fisken som ble fanget ved Kvamsøy vinteren 2015. Det ble derimot ikke fisket ved Kvamsøy på høsten i 2015.



Oppsummert synes infeksjonspresset på sjøaure i Sognefjorden å være høyere enn hva man observerer i oppdrettsfrie soner vinterstid. I de få studiene som er blitt gjort (Østlandet - Schram et al. 1998, Nord-Norge- Ricardsen 2004) har nivåene ligget på <3 lus per fisk og en prevalens på <20 %. Nivåene i 2015 er lavere enn det man observerte i mars 2014 i Sognefjorden (Vollset et al 2014, Vollset & Barlaup 2014b). Hvis man bruker HI sin førstegenerasjons beregningsmetode på data fra fisk samlet inn i 2015, får man estimert en moderat bestandseffekt på sjøaure fanget ved Kyrkjebø og en moderat til høy bestandseffekt på sjøaure fanget ved Kvamsøy. Dette vil kun gjelde den delen av bestanden som oppholdt seg i sjøen vinterstid, og siden vi ikke vet hvor godt de relativt få individene vi registrer på representerer bestanden, kan ikke dette regnes som et presist estimat.

Generelt viser overvåkingen av lakselus på sjøaure at mengden lus på sjøaure i Sognefjorden i vinterhalvåret er tidvis over de nivåene som er definert som dødelig for sjøaure i laboratoriumstudier. Den eneste identifiserte årsaken til slike høye påslag er produksjon av lus fra oppdrettsanlegg (Vollset og Barlaup 2014). Det er usikkerhet knyttet til hva slags type effekter dette har på bestandsnivå. Effekten på enkelte bestander vil avhenge av hvor stor andel av bestanden som oppholder seg i det marine miljø i løpet av vinteren. I mindre vassdrag og vassdrag der ferskvannshabitatet er ustabil, for eksempel på grunn av at deler av elven fryser ved lav vannføring, vil andelen av bestanden som oppholder seg i sjøen være større. Slike bestander vil være spesielt sårbare for slike hendelser. I større vassdrag vil andelen av sjøaure som oppholder seg i sjøen sannsynligvis være mindre, men vi vet generelt sett lite om sjøaureens sjøopphold i forskjellige bestander i Sognefjorden. Det er generelt lite kunnskap knyttet til hvordan slike forhøyede lusepåslag på vinteren påvirker bestandene av sjøaure, men det er uheldig at dette bidrar til å øke den samlede årlige belastningen på sjøaurebestandene i Sognefjorden.

## 6 Litteratur

- Barlaup, B.T., Gabrielsen, S.E., Loeyland, J., Schlaeppy, M.L., Wiers, T., Vollset, K.W., and Pulg, U., 2013. Trap design for catching fish unharmed and the implications for estimates of sea lice (*Lepeophtheirus salmonis*) on anadromous brown trout (*Salmo trutta*). *Fisheries Research* (Amsterdam) 139, 43-46.
- Bjørn, P.A., Nilsen, R., Serra Llinares, R.M., Boxaspen, K., Finstad, B., Uglem, I., Kålsås, S., Barlaup, B.T., and Vollset, K.W., Sluttrapport til Mattilsynet over lakselusinfeksjonen på vill laksefisk langs norskekysten i 2011, Rapport fra Havforskningen, Vol. 19. 2011.
- Hamre, L.A., Eichner, C., Caipang, C.M.A., Dalvin, S.T., Bron, J.E., Nilsen, F., Boxshall, G., and Skern-Mauritzen, R., 2013. The Salmon Louse *Lepeophtheirus salmonis* (Copepoda: Caligidae) Life Cycle Has Only Two Chalimus Stages. *Plos One* 8.
- Middlemas, S.J., Fryer, R.J., Tulett, D., and Armstrong, J.D., 2013. Relationship between sea lice levels on sea trout and fish farm activity in western Scotland. *Fisheries Management and Ecology* 20, 68-74.
- Schram, T.A., Knutsen, J.A., Heuch, P.A., and Mo, T.A., 1998. Seasonal occurrence of *Lepeophtheirus salmonis* and *Caligus elongatus* (Copepoda : Caligidae) on sea trout (*Salmo trutta*), off southern Norway. *Ices Journal of Marine Science* 55, 163-175.
- Serra-Llinares, R.M., Bjørn, P.A., Finstad, B., Nilsen, R., Harbitz, A., Berg, M., and Asplin, L., 2014. Salmon lice infection on wild salmonids in marine protected areas: an evaluation of the Norwegian 'National Salmon Fjords'. *AQUACULTURE ENVIRONMENT INTERACTIONS* 5, 16. Taranger, G.T., Svåsand, T., Kvamme, Olav., Kristiansen, T.S. og Boxaspen, k.k. 2012 . Risikovurdering norsk fiskeoppdrett. *Fisken og havet, særnummer 2-2012*. Rapport 128 s.
- Vollset, K.V. og Barlaup, B.T., 2014. First report of winter epizootic of salmon lice on sea trout in Norway. *AQUACULTURE ENVIRONMENT INTERACTIONS* Vol. 5: 249–253, 2014.
- Vollset, K.V. og Barlaup, B.T., 2014. Luserregistrering i den nasjonale laksefjorden i Sogn vinter/vår 2013 - Overvåkning av lakselus på sjøørret ved bruk av storruse i Balestrand og Vik. Notat LFI Uni Miljø, 18 s.
- Vollset, K.V., Skår, B. og Barlaup, B.T., 2014. Registrering av lakselus i Sognefjorden vinter/vår 2014 - Overvåkning av lakselus på sjøørret ved bruk av storruse i Sognefjorden. Notat LFI Uni Miljø, 18 s.