

Feltutprøving av planktonduk som skjerming rundt oppdrettsmerder for å redusere påslag av lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*)

Martin Næs¹, Vesterålen Fiskehelsetjeneste

¹Nå ansatt i Novartis

Randi N Grøntvedt, Veterinærinstituttet

Anja B Kristoffersen, Veterinærinstituttet

Bjarne Johansen, Nordlaks Oppdrett



Vesterålen FISKEHELSETJENESTE AS



Veterinærinstituttet
Norwegian Veterinary Institute

Takk til

Mange personer og flere bedrifter har vært med på å gjøre gjennomføringen av dette prosjektet mulig, både av økonomisk og praktisk art. Først og fremst er det på sin plass å rette en stor takk til Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF) og Skattefunn for økonomisk bistand til prosjektet. Videre rettes også en stor takk til NCE Aquaculture som har bidratt til å initiere samarbeid mellom de ulike havbruksbedriftene som inngår i prosjektet, samt å få på plass finansiering til gjennomføring av prosjektet.

Styringsgruppen for prosjektet har bestått av Stian Amble (Nova Sea), Karl Fredrik Ottem (Mainstream) og Tor Anders Elvegård (Nordlaks Oppdrett, prosjektleder), samt Kjell Maroni som FHF sin representant. I tillegg har Kurt Tande og Trond Larsen fra Calanus spilt en viktig rolle i gjennomføringen av prosjektet. Ved Nova Sea sine anlegg har den praktiske gjennomføringen vært faglig sikret gjennom Elisabeth Treines ved Helgeland Havbruksstasjon. Ellers har Kristoffer B. Andreassen i Vesterålen Fiskehelsetjeneste lagt ned en betydelig innsats i gjennomføring og kvalitetssikring av feltarbeidet ved Dragnes og Langøyhovden. Alle disse fortjener en stor takk for sitt bidrag til gjennomføring av prosjektet. Videre rettes en stor takk til alle operatører og andre som har bidratt til den praktiske gjennomføringen av prosjektet.

Forsidefoto: Trond Larsen, Calanus.

Sammendrag

Lakselus er en stor utfordring for oppdrettsnæringen og resistensutvikling mot dagens legemidler fordrer at en langsiktig strategi for kontroll av lakselus inkluderer bruk av ikke-medikamentelle tiltak. Bruk av planktonduk som skjerming rundt oppdrettsmerder mot påslag av lakselus har i dette prosjektet blitt testet i felt. I prosjektet er det gjennomført bruk av 6 og 10 meter dype planktonduker i seks forsøksoppsett. I fem av forsøkene ble noen merder per lokalitet kledd med 6 og/eller 10 meters skjørt. I det sjette forsøksoppsettet ble alle merdene på en lokalitet kledd med 10 meter dype skjørt. Miljø og helseparametere som oksygen, salinitet, dødelighet, vekst og sykdomsutbrudd er observert og sammenheng mellom bruk av planktonduk og påslag av lus i de 6 forsøkene er undersøkt ved regresjonsanalyse. Resultatene viser at bruk av både 6 og 10 meter dype skjørt av planktonduk betydelig reduserer påslag av kopepoditter, med størst effekt av 10 meter dype skjørt. Det er imidlertid viktig å ta med seg at effekt av planktonduk vil variere fra dag til dag og fra lokalitet til lokalitet. I denne feltutprøvingen har en ikke observert betydelig lave oksygennivåer eller en negativ helsemessig tilstand som følge av bruk av planktonduk, og de praktiske erfaringer har vært gode i dette prosjektet. Det anbefales imidlertid å sørge for god overvåkning av oksygennivå ved bruk av planktonduk, da det kan være ulike forhold ved ulike lokaliteter. God bruk av planktonduk kan effektivt bidra til å redusere smittepress på lokalitetsnivå, som vist gjennom bruk av skjørt på hele lokaliteten Storfjell i dette prosjektet. God bruk av planktonduk som en kontinuerlig skjerming mot smittsomme kopepoditter er et nytt verktøy mot lakselus

English summary

Sea lice are a major challenge for the aquaculture industry. The development of resistance to current medical treatments requires that a long-term strategy for the control of lice includes use of non-medical measures. In this project, the use of skirts of plankton net (350 μm) as a barrier around fish cages to prevent the introduction of sea lice larvae has been tested in the field. The project was conducted using 6 and 10 meters deep skirts of plankton net in six experimental setups. In five of the experiments, some cages per site were covered with 6 and / or 10 meters skirts. In the sixth experiment setup, all cages at one site were covered by 10 meters deep skirts. Environment and health parameters such as oxygen, salinity, mortality and disease outbreaks were observed during the study and correlation between the use of skirts and infestations of sea lice in the six trials were examined by regression analysis. The results show that by using either 6 or 10 meters deep skirts, infestations of copepodites were significantly reduced. The greatest reduction was seen using 10 meters deep skirts. In the field trials, no significant effects on oxygen levels or negative health conditions were observed as a result of skirts. It is recommended however, to ensure adequate monitoring of oxygen levels when using skirts of plankton net as a protective barrier, as the oxygen conditions may be different at different localities. We conclude that the use of skirts of plankton nets can effectively help to reduce the infection pressure at the farm level, and that the use of plankton nets as a continuous barrier against infectious copepodites is a new and effective tool against sea lice.

INNHALDSFORTEGNELSE

1. Innledning.....	5
2. Forsøksoppsett og gjennomføring	6
2.1. Planktonduk og systemoppsett	6
2.2. Lokalteter og forsøksoppsett.....	7
Dragnes 2012/2013	8
Horsvågen 2012	9
Langøyhovden 2013	10
Storurdvika	11
Storfjell 2013.....	12
2.3. Telling av lakselus	13
2.4. Analyse av lusetall og effekt av planktonduk	13
2.5. Miljø	14
2.6. Forsøksfisk	15
2.7. Snittveiing	15
3. Resultater.....	15
3.1. Luseutvikling på den enkelte lokalitet	15
3.2. Begroing og rengjøring av skjørt	23
3.3. Resultater fra oksygenmålinger	24
3.4. Salinitet	26
4. Oppsummering og diskusjon	27
4.1. Effekt av planktonduk mot lakselus	27
4.2. Miljø	28
Oksygen	28
Salinitet	29
Dødelighet og helsetilstand	29
Tilvekst.....	30
5. Konklusjon	30
6. Referanser	31
Vedlegg 1:	33

1. Innledning

Lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*) er en ektoparasitt som finnes både på sjørret, sjørøye, vill laks og oppdrettet laksefisk (Pike og Wadsworth, 1999). Lakselus har tre frittlevende planktoniske stadier (nauplius 1 og 2 og kopepoditt). Kopepoditter finner og fester seg på vertsfisken der den videreutvikler seg gjennom 5 stadier på verten (chalimus I-II, preadult I-II og voksne hunner og hanner) (Hamre med flere 2013). Lakselus er en stor utfordring for oppdrettsnæringen og det er vist at forekomst av lakselus og bruk av legemidler er størst i områder med størst produksjonstetthet (Jansen med flere 2012). Bekjempelse av lakselus i akvakulturanlegg er regulert av Mattilsynet gjennom luseforskriften (FOR-2012-12-05-1140). Formålene med forskriften er å redusere forekomsten av lakselus slik at skadevirkningene på fisk i akvakulturanlegg og i viltlevende bestander av laksefisk minimaliseres, samt redusere og bekjempe resistensutvikling hos lakselus. Luseforskriften regulerer blant annet telling av lakselus i akvakulturanlegg, samt grenser for lakselus og tiltak. Det skal til enhver tid være færre enn 0,5 voksne hunnlus i gjennomsnitt pr. fisk i akvakulturanlegg.

For å klare å holde de fastsatte lusegrensene er en helt avhengige av gode tiltaksmetoder. Dagens legemidler mister sin effektivitet med økende resistensutvikling og det er et stort behov for ikke-medikamentelle metoder mot lus. Samtidig medfører dagens lakselusbekjempelse ved bruk av legemidler til dels store økonomiske utfordringer hos oppdrettsaktører og lusebekjempelse hos selskapene i Norge utgjør 1-1,5 kroner per kilo solgt laks (www.fhl.no). Oppdrettsnæringen har som mål å redusere bruken av legemidler mot lakselus til et minimum, samtidig som man opprettholder vedvarende lave nivåer av lakselus i havbruk. Det satses derfor betydelig på forskning og utvikling av ikke-medikamentelle metoder.

Den mest benyttede ikke-medikamentelle metoden er bruk av rensefisk som tilsettes i merdene sammen med oppdrettsfisken. Effekten av leppefisk mot lakselus i oppdrettsmerder er vist (Treasurer 1993, Skiftesvik med flere 2013). Foruten rensefisk, finnes det tilgjengelig ikke-medikamentelle tiltak som Permaskjørt (Botngaard AS), bruk av avl og helsefôr mot lakselus. Flere ikke-medikamentelle metoder er under utvikling og snorkelmerd, laser mot lus, mekanisk avlusning, termisk avlusning, elektrisk strømskjørt og lukkede merder har alle i innledende forsøk vist indikasjon på effekt mot lakselus (www.lusedata.no). Som en av de mange ikke-medikamentelle metodene mot lakselus under utvikling, kan planktonduk være et av de tiltakene som kan bidra til kontroll av lakselus.

Kopepoditter har en bredde på ca. 0,25 mm (Schram 1993) og oppholder seg oftest i de øverste 5 meter av vannsøyla (Heuch m.fl., 1995A og Hevrøy m.fl., 2003). På bakgrunn av denne kunnskapen ble det i 2011 utført et pilotforsøk der 10 m dype planktonduker (maskevidde på 350µm) ble testet rundt merder i ett oppdrettsanlegg for å skjerme mot kopepoditter, og en erfarte gode resultater (Næs med flere 2012). På bakgrunn av de gode resultatene fra denne utprøvingen var det ønskelig å prøve ut planktonduk ved flere lokaliteter og undersøke om bruk av 6 meter dype skjørt ville gi

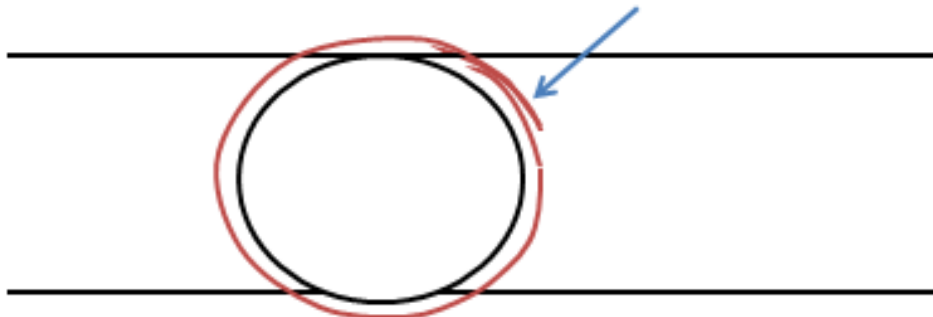
lik effekt som 10 meter dype planktonduker. En antok at kortere duker kunne redusere en eventuell risiko for lave oksygen nivå for fisken.

Hovedmålet med videreføring av prosjektet var å optimalisere bruk av planktonduk som avskjerming og dokumentere effekt av 6 og 10 meter dype skjørt. Videre var det en målsetting å teste ut bruk av planktonduk på stor fisk, andre året i sjø, da det i pilotforsøket kun ble testet ut på vårmolt, første år i sjø. Dette vil i sin tur kunne bidra til å utvikle driftsprotokoller for bruk av planktonduk gjennom hele produksjonssyklusen.

2. Forsøksoppsett og gjennomføring

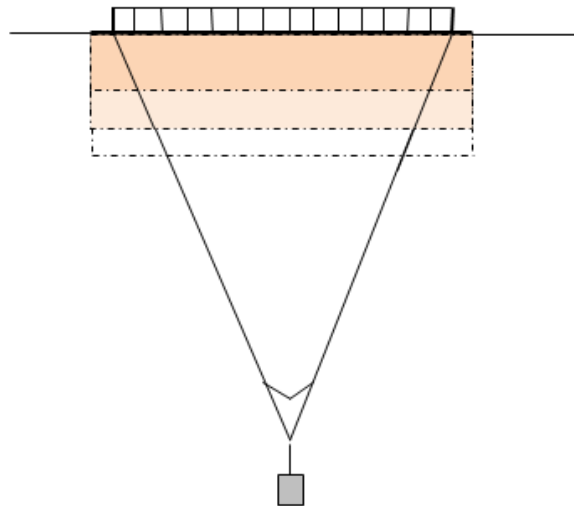
2.1. Planktonduk og systemoppsett

Planktondukene (produsert av Calanus AS) som ble brukt i dette prosjektet var 110-112m lang og 6 eller 10 m dyp. De er laget av Polyester (PET) med en maskevidde på 350 μm som sikrer vanngjennomstrømming over veggen. Tråddykkelsen reduserer lysåpningen men gir likevel en lavere strømpåvirkning på skjørtet enn ved bruk av tett presenning (Gjøsund og Enerhaug 2010). Skjørtene ble laget 10-12 m lengre enn omkretsen på merdene for å få en betydelig overlapp der endene møttes. Da skjøten mellom endene vil være et sted hvor luselarver kan komme inn i merden, antok vi at god overlapping ville være viktig. Skjøten ble også plassert mot hovedstrømretningen på en slik måte at denne i mest mulig grad ville treffe på skjørtet og lukke åpningen. Innfesting av skjørtene gjøres til flytekragen gjennom festestropper montert i underkant av skjørtets flyteelement. Videre har planktonduken montert en tett duk på ca 30 cm over flyteelementet. Denne delen festes løst i merdens rekkverk. Den ekstra duken hindrer at lakselus kan vaskes inn i merden ved bølger.



Figur 1: Prinsipp for overlapp ved montering av skjørtet. Skjørtet er markert med rødt og strømretningen er markert med blått.

Da det tidligere er funnet at lakseluslarver i hovedsak finnes i de øverste 0-4m av vannsøylen (Heuch m.fl., 1995A; Hevrøy m.fl., 2003), var det viktig å få laget skjørt som stakk dypere enn dette. I vårt systemoppsett på merdnivå (figur 2) er derfor lusetrykket mot notveggen antatt å være gradvis økende mot overflaten.



Figur 2: Tverrsnitt av systemoppsett på merdnivå der et skjørt på 10m dybde er inntegnet. Øverste delen av skjørtet er markert for å illustrere hvor vi forventer de største lusekonsentrasjonene. Skissen illustrerer også at en stor del av nota er upåvirket av skjørtet i forhold til vanngjennomstrømning.

2.2. Lokalteter og forsøksoppsett

Tabell 1: Oversikt over forsøksoppsett og lokaliteter

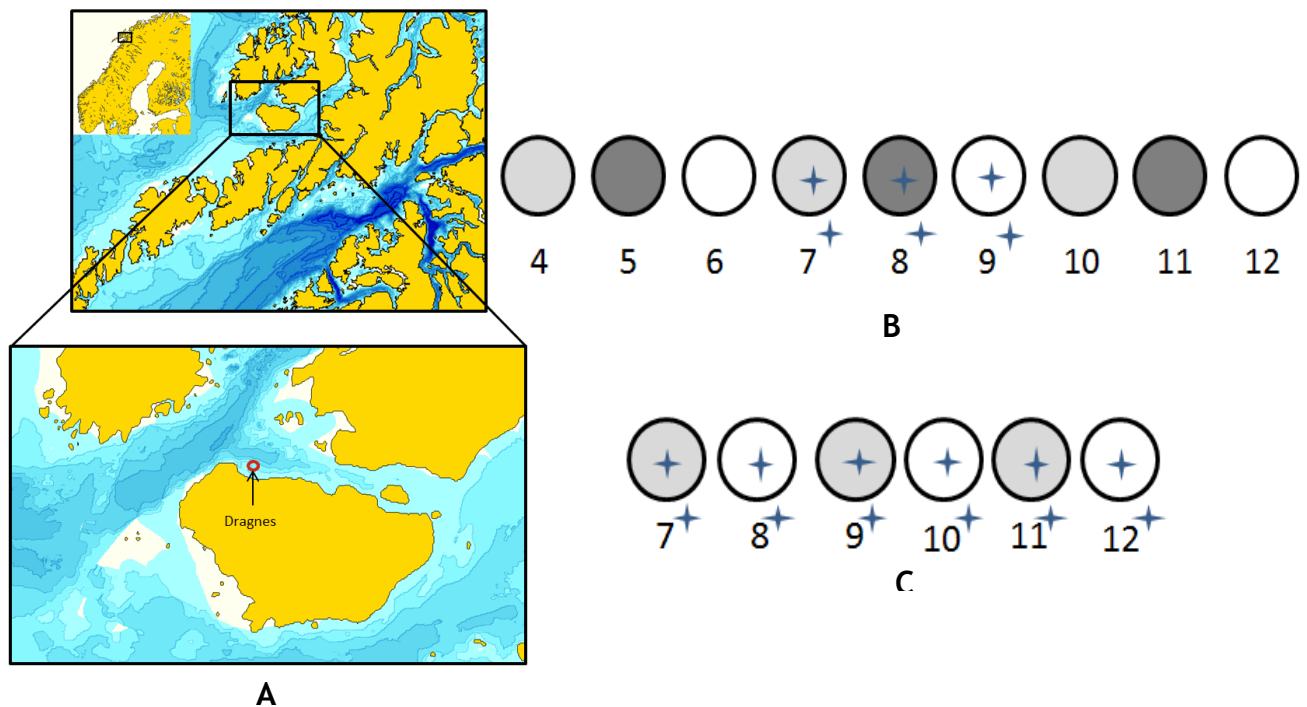
Nr.	Lokalitetsnavn	Forsøksperiode	Type fisk	N (6m)	N (10m)	K
1	Dragnes (Nordlaks)	Uke 33-43 2012	Vår smolt	3	3	3
2	Dragnes (Nordlaks)	Uke 18-38 2013	Vår smolt*	3	0	3
3	Horsvåg (Mainstream)	Uke 37-48 2012	Høst smolt	3	0	3
4	Langøyhovden (Mainstream)	Uke 24-38 2013	Vår smolt	3	0	3
5	Storurdvika (Nova Sea)	Uke 37-48 2012	Høst smolt	3	0	2
6	Storfjell (Nordlaks)	Uke 18-49 2013	Vår smolt	0	14	0

*større fisk: 1,2-1,5 kg

Dragnes 2012/2013

Ved lokaliteten Dragnes i Hadsel kommune ble det gjennomført forsøk både i 2012 og i 2013 (forsøk 1 og 2). Strømmålinger ved fem meter viser at hovedstrømsretningen og massetransporten av vann er definert i vestlig retning. Gjennomsnittlig strømhastighet er 3,7 cm/s. På femten meters dyp er hovedstrømsretningen definert i nordvestlig retning, med en gjennomsnittshastighet på 3,4 cm/sek (Guneriusen 2012).

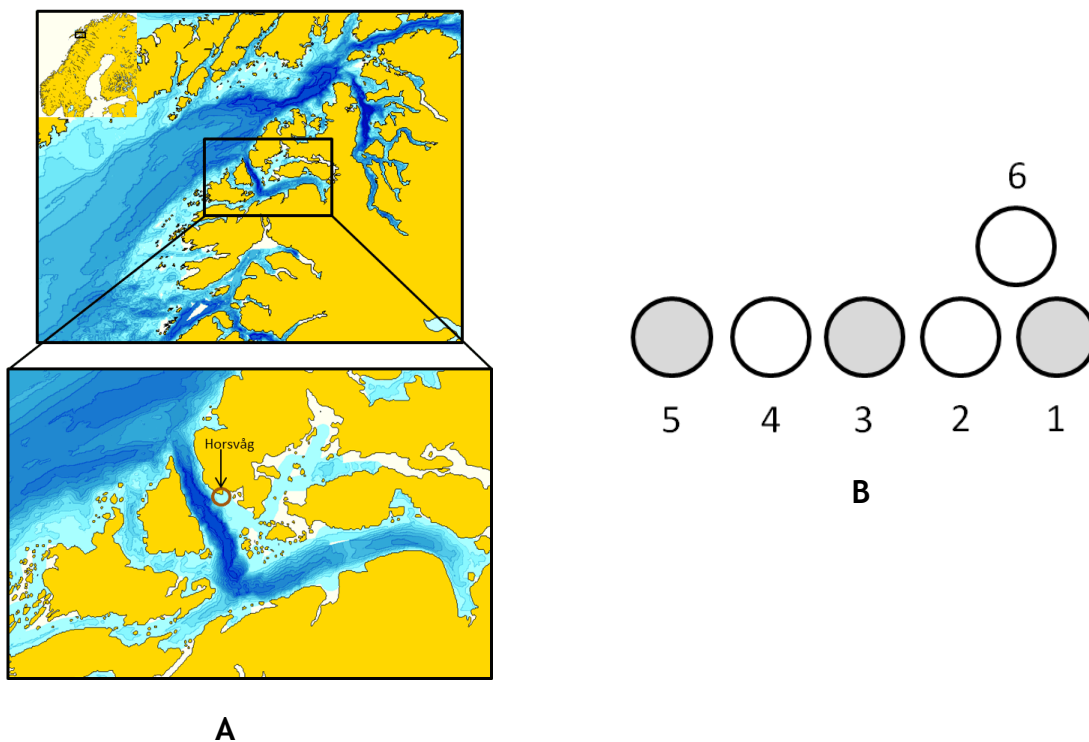
Anlegget brukte ringer (100-metring) fra HRS i 2012 men byttet til 100-metring fra Polarsirkel i 2013. Det ble benyttet spisspose på alle ringer under forsøket, og merdene var organisert i stigefortøyning. Lokaliteten sees på som moderat disponert for påslag av lakselus. Figur 3 viser forsøksoppsett og geografisk plassering av lokaliteten.



Figur 3: A) kart over området der Dragnes er lokalisert. B) forsøksoppsett 2012 og C) forsøksoppsett 2013. Lysegrå sirkler indikerer merder med 6m dypt skjørt. Mørkegrå sirkler indikerer merder med 10m dypt skjørt, mens hvite sirkler indikerer merder uten skjørt. Punkter for prøvetakning av oksygen og salinitet er markert med stjerne.

Horsvågen 2012

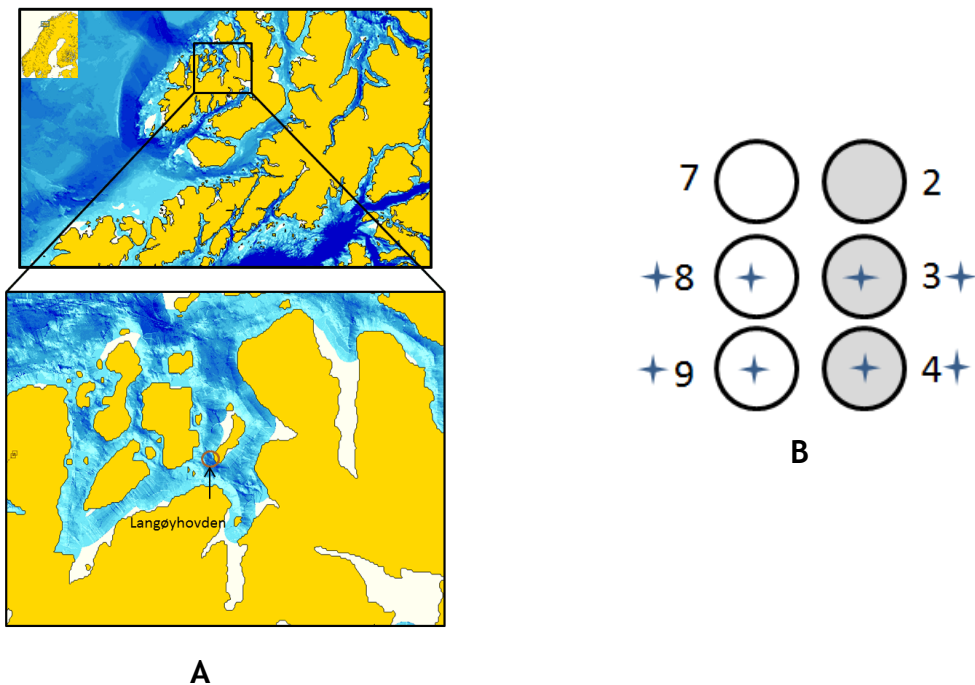
Ved lokaliteten Horsvågen i Steigen kommune ble det gjennomført uttesting av planktonduk sommer/høst 2012 (forsøk 3). Resultatene fra strømmålingene på 5 meters dyp viser at hovedstrømsretningen og massetransporten av vann er definert mot nord- nordvest. Gjennomsnittlig strømhastighet på 5 meter er 4,0 cm per sekund. På 15 meter er hovedstrømsretningen også definert mot nord- nordvest med en gjennomsnittlig hastighet på 2,6 cm per sekund (Bye 2012A) Horsvågen er en smoltlokalitet og fisken herfra blir vanligvis flyttet over fjorden til Anevika. Horsvåg har ikke avluset fisk på de tre siste utsettene. Lokaliteten består av rammefortøyning og 90- meters ringer med spissoser.



Figur 4: A) kart over området der Horsvågen er lokalisert og B) forsøksoppsett for 2012. Lysegrå sirkler indikerer merder med 6m dypt skjørt mens hvite sirkler indikerer merder uten skjørt.

Langøyhovden 2013

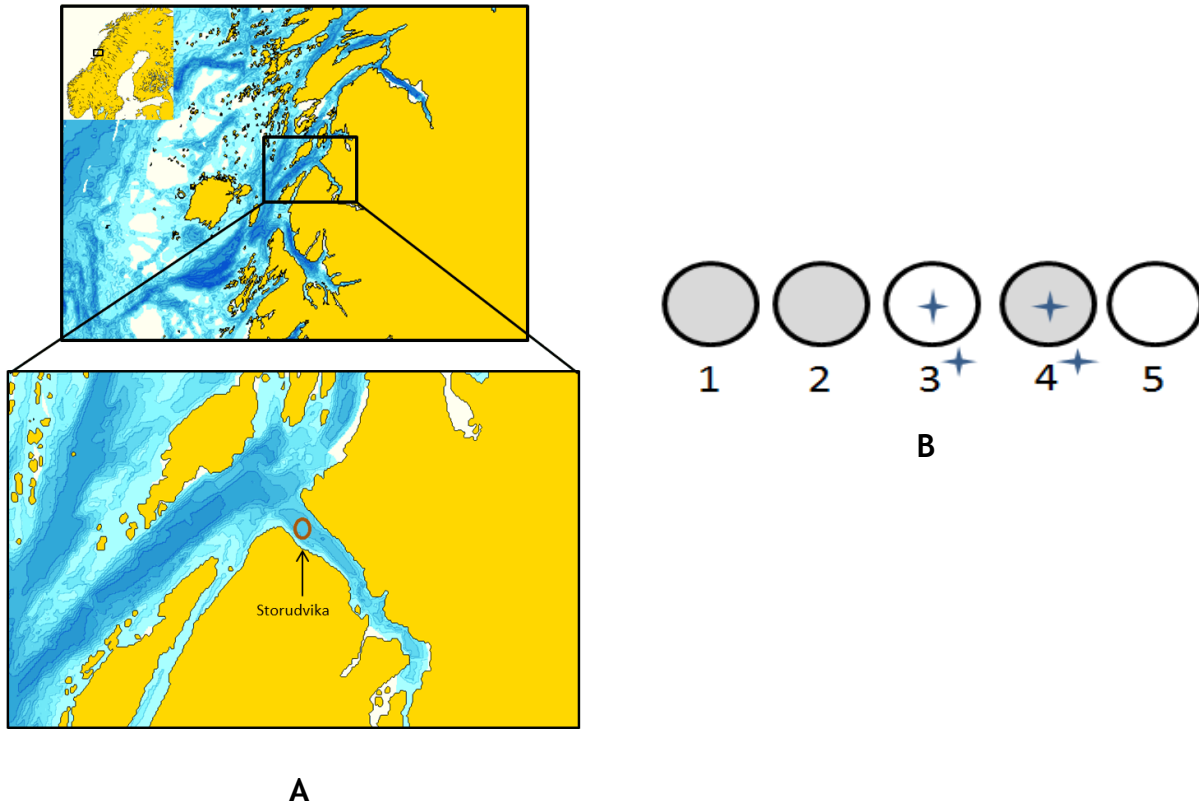
På Langøyhovden i Øksnes kommune ble plankton duk testet ut i 2013 (forsøk 4). Strømmålinger på 5 meters dyp viser at hovedstrømsretningen og massetransport av vann er definert mot nordvest, samt noe sør-sørvest. Gjennomsnittlig strømhastighet er 3,9cm per sekund. Strømmålingene fra 15 meter viser hovedstrøms retning nord-nordvest samt noe sør. Gjennomsnittlig strømhastighet her var 3,3 cm per sekund (Bye 2012B) Det har blitt avluset i gjennomsnitt to ganger per generasjon ved de siste to utsettene av fisk på Langøyhovden. Anlegget hadde ringer fra nofi (100-metringer) med spisspose.



Figur 5: A) Kart over området viser lokalisering av Langøyhovden og B) forsøksoppsettet for 2013 der lysegrå sirkler indikerer merder med 6m dypt skjørt mens hvite sirkler indikerer merder uten skjørt. Punkter for prøvetakning av oksygen og salinitet er markert med stjerne

Storurdvika

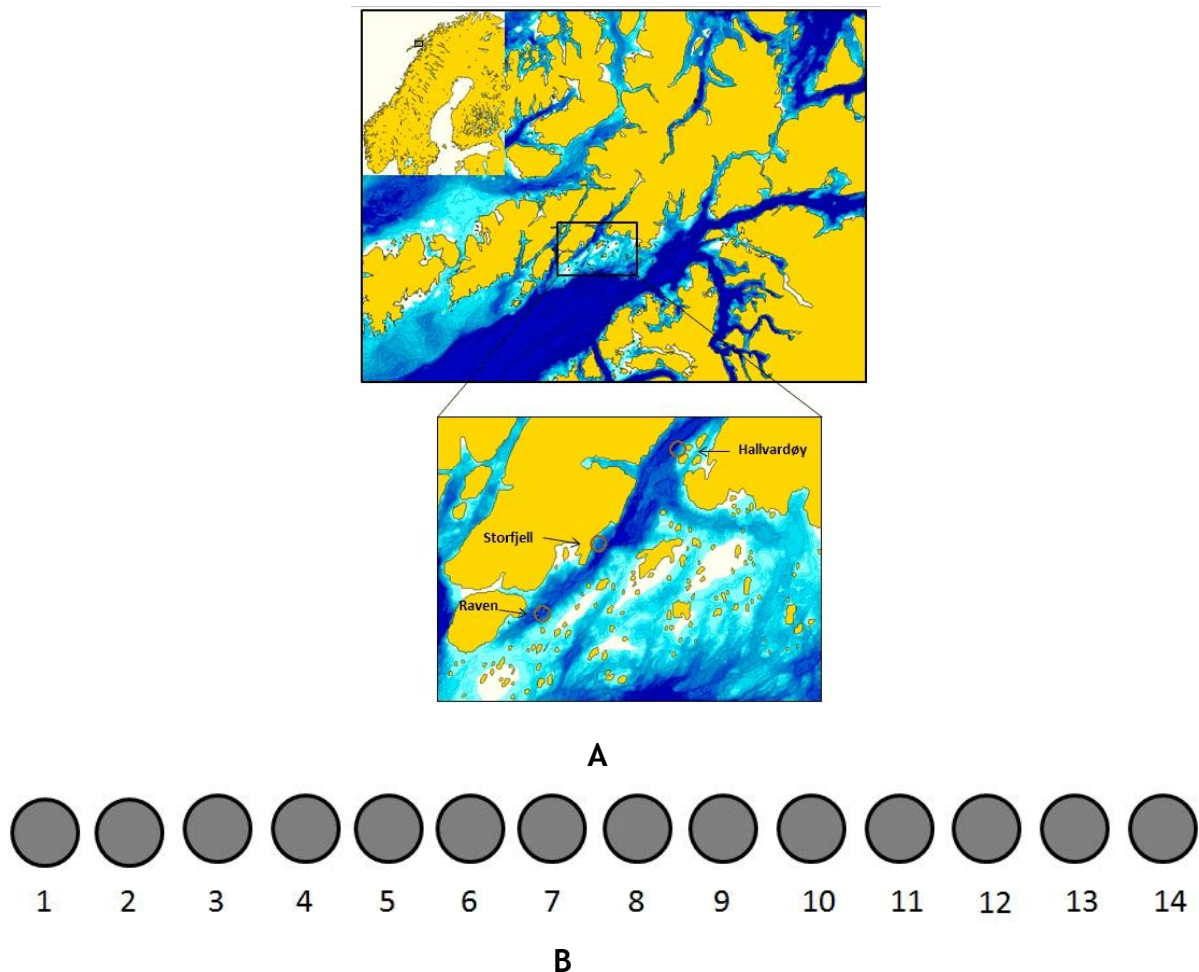
I 2012 ble det gjennomført uttesting av planktonduk på Storurdvika i Vevelstad kommune (forsøk 5). Strømretningen på lokaliteten følger landet og går både inn og ut av fjorden. Lokaliteten har forholdsvis lav strømhastighet på 5 og 15 meter, og gjennomsnittshastigheten ligger på 2-3cm/sek (Amble pers med.). Lokaliteten hadde 5 forsøksmerder (90- metringer) organisert i stigefortøyning.



Figur 6: A) Kart over området der Storurdvika er lokalisert og B) forsøksoppsett for 2012. Lysegrå sirkler indikerer merder med 6m dypt skjørt mens hvite sirkler indikerer merder uten skjørt. Punkter for prøvetakning av oksygen og salinitet er markert med stjerne.

Storfjell 2013

På lokaliteten Storfjell i Vågan kommune ble det satt ut 10 meters dype planktonduker på alle 14 merder (forsøk 6). Strømmålingene på lokaliteten viser en sør- sørvestlig retning ved 5 meter, og en gjennomsnittlig strømhastighet på 2,5 cm/sek. På 15 meter var strømretningen den samme som for 5 meter, og en gjennomsnittlig strømhastighet på 2,0 cm/sek (Christiansen 2011). Lokaliteten bestod av 14, 100-meters ringer som var organisert i stigefortøyning. Lokaliteten har erfaringsmessig moderate problemer med lus, og har de siste utsettene avluset 5-6 ganger per generasjon.



Figur 7: A) Kart over området der Storfjell er lokalisert og B) plassering av merdene i anlegget, der alle merdene var påsatt 10 m skjørt.

2.3. Telling av lakselus

Innsamling av 30 fisk per merd til hver telling ble gjort med en standard storhåv som vanligvis blir brukt ved lusetelling. Denne metoden ble brukt på alle merder i hele forsøksperioden, med unntak av lokaliteten Storfjell der antall fisk og tellefrekvens ble utført i henhold til luseforskriften (FOR-2012-12-05-1140). Fisken ble håvet over i et 500 liters plastkar og bedøvet med Benzoak i henhold til pakningsvedlegget. Tellingene på Dragnes (2012 og 2013) og Langøyhovden ble utført med bistand av fiskehelsebiolog fra Vesterålen fiskehelsetjeneste og røktere på anlegget. Tellingene på Storurdvika ble gjort med bistand fra veterinær Elisabeth Treines i Helgeland Havbruksstasjon, mens tellingene på Horsvågen ble gjort av kvalifiserte røktere under instruksjon fra fiskehelsesjef Karl Fredrik Ottem. Det ble lagt vekt på at de samme personene var ansvarlige for den praktiske tellingen hver gang, og det ble sørget for at personene ansvarlig for tellingen hadde god kompetanse til å identifisere de ulike stadiene. Det ble talt 30 fisk i hver merd og det ble skilt mellom lakselus og skottelus. Videre ble det skilt mellom stadiene fastsittende, bevegelige og voksne hunnlus hos lakselus. Det ble skiftet vann mellom telling av lus i hver merd, og vannet ble filtrert gjennom planktonduk med maskeåpning på 350 μm for å fange opp og registrere eventuelle lus som hadde sluppet taket på fisken under bedøvelse.

2.4. Analyse av lusetall og effekt av planktonduk

Fra forsøkene 1-5 er lusetallene vist som utviklingskurver for fastsittende, mobile og voksne hunnlus samt skottelus (gjennomsnittsverdier per telling per merd og alle merder med og uten skjørt slått sammen). For forsøk 6 (Storfjell), der alle merder (14 merder) er påsatt 10 meter dype planktonduker, er det beregnet produksjon av kopepoditter fra naboer (smittepress) inn på denne lokaliteten samt på alle nabolokaliteter (5 lokaliteter) innen en radius på 20 km. Deretter har en vist hvordan luseutvikling på Storfjell og disse 5 nabolokalitetene faktisk ble. Smittepress, dvs produksjon av kopepoditter, beregnes på bakgrunn av innrapporterte data i altinn (voksne hunnlus, antall fisk på oppdrettslokalitetene, temperatur) og kunnskap om utviklingstider, overlevelse gjennom de ulike stadiene i lakselusens livssyklus og reproduksjonsevne til voksne hunnlus (Stien med flere 2005(ref)). Hvordan smittepress fra nabolokaliteter påvirker en annen lokalitet fordeles basert på sjøavstand-funksjonen funnet i Aldrin med flere 2013.

I den videre vurdering av alle lusetallene fra alle forsøkene 1-6, gjøres det en regresjonsanalyse der målet er å få svar på i hvilken grad de ulike påvirkningsfaktorene har betydning for luseutvikling (fastsittende lus for fisk under 625g og voksne lus for fisk over 625g) på lokalitetene. Forklaringsvariabler som inkluderes i modellen er: lus (fastsittende eller voksne hunnlus) i samme merd ved forrige telling, fastsittende eller voksne hunnlus som resultat av smittepress fra nabolokaliteter, temperatur denne uken, vekt på laksen denne måneden og skjørt eller ikke skjørt. For å modellere utvikling av lus er det nødvendig å anta hvilken fordeling tallene kommer fra. En tar hensyn til at dette er telldata (30 fisk) og antar

negativ binominalfordeling. Telledata er bearbejdet slik at det som benyttes i modellen er antall hele lakselus på 30 fisk. Vi har tellinger fra flere forskjellige lokaliteter og vi kan anta at det også er forhold som utgjør en forskjell mellom lokalitetene som ikke er inkludert i de andre forklaringsvariablene vi har i modellen. I modelleringen tas det derfor hensyn til at det er forskjell mellom anleggene, random effekt, og det benyttes mixed effekt modellering hvor hver lokalitet blir tilpasset et nivå. I modelleringen gjør en først regresjonsanalyse med merder fra forsøkslokalitetene med fisk under 625g inkludert (forsøkslokalitet 1 og 3-6), og deretter enkeltvis analyse av merddata fra den enkelte lokalitet. I analyse av alle data sammen er ikke data fra forsøkslokalitet 2 inkludert siden det her er data fra stor fisk. I etterkant av regresjonsanalysen beregnes ΔAIC , som gir informasjon om forklaringsverdi for den enkelte variabel, der større verdi angir større betydning mens verdi lik eller mindre enn 2 betyr at variabelen har ingen forklaringsverdi. Regresjonsanalysen er gjort i programmet R med funksjon glmmadmb i programpakken glmmADMB.

2.5. Miljø

Det ble ved oppstarten av forsøket lagt vekt på å overvåke oksygenverdiene i merdene på hver lokalitet. På grunn av erfaringsmessige problemer med automatisk logging av oksygen ble det i likhet med forsøket på Fornes i 2011 (Næs med flere 2012) målt oksygen og salinitet ved hjelp av en manuell SD 204 CTD- måler. Denne ble senket ned til ca 10 meter for så å bli trukket opp igjen med en hastighet på 1 m/s. Sonden registrerte salinitet og oksygen hvert sekund slik at vi fikk verdier for hver meter i vannsøyla fra overflaten og ned til 10 meter. Målingene ble utført i forbindelse med de ukentlige tellingene av lus i prosjektet på de lokalitetene som hadde dette utstyret tilgjengelig. Dette gjaldt Dragnes 2012 og 2013, Storurdvika og Langøyhovden. Det ble ikke målt oksygen eller salinitet i forsøksperioden på Horsvågen da de ikke hadde tilgjengelig måler. På Dragnes og Langøyhovden ble det mellom 13.juni og 9.juli 2013 ikke gjort målinger da måleren måtte kalibreres. Det mangler derfor både oksygenmålinger og salinitetsmålinger i dette tidsrommet fra disse to lokalitetene.

På Dragnes i 2012 ble det i tillegg målt oksygen daglig (med noen unntak) i forbindelse med røkting av merdene i tidsrommet 18. juni til 4.november. Det ble i denne perioden utført 113 målinger i hver av de utvalgte merdene. Disse målingene ble gjort inne i merdene, ca. tre meter fra ringen. Det ble her prioritert å overvåke oksygenverdiene i merder med skjørt for raskt å kunne reagere ved eventuelle plutselige fall i oksygenverdier. I 2013 ble det også brukt oksygenloggere for kontinuerlig oppsikt med oksygenforholdene i merder med skjørt. Loggerne viste seg dessverre ikke å gi pålitelige eller kontinuerlige nok resultater til å presenteres i denne rapporten. Det ble ikke gjort målinger av oksygen eller salinitet på lokaliteten Storfjell under forsøksperioden.

De salinitetsverdiene som er vist i denne rapporten er gjennomsnittsverdier fra 0-10 meter fra alle målepunktene på hver lokalitet.

Sjøtemperaturen ble målt på 5m med et vanlig kvikksølvtermometer i samsvar med krav i driftsforskriften. Målingene ble tatt daglig ved fôringsflåten.

2.6. Forsøksfisk

Forsøksfisk (vekt, antall, dødelighet osv.) varierte mellom hver lokalitet og er oppsummert i Vedlegg 1.

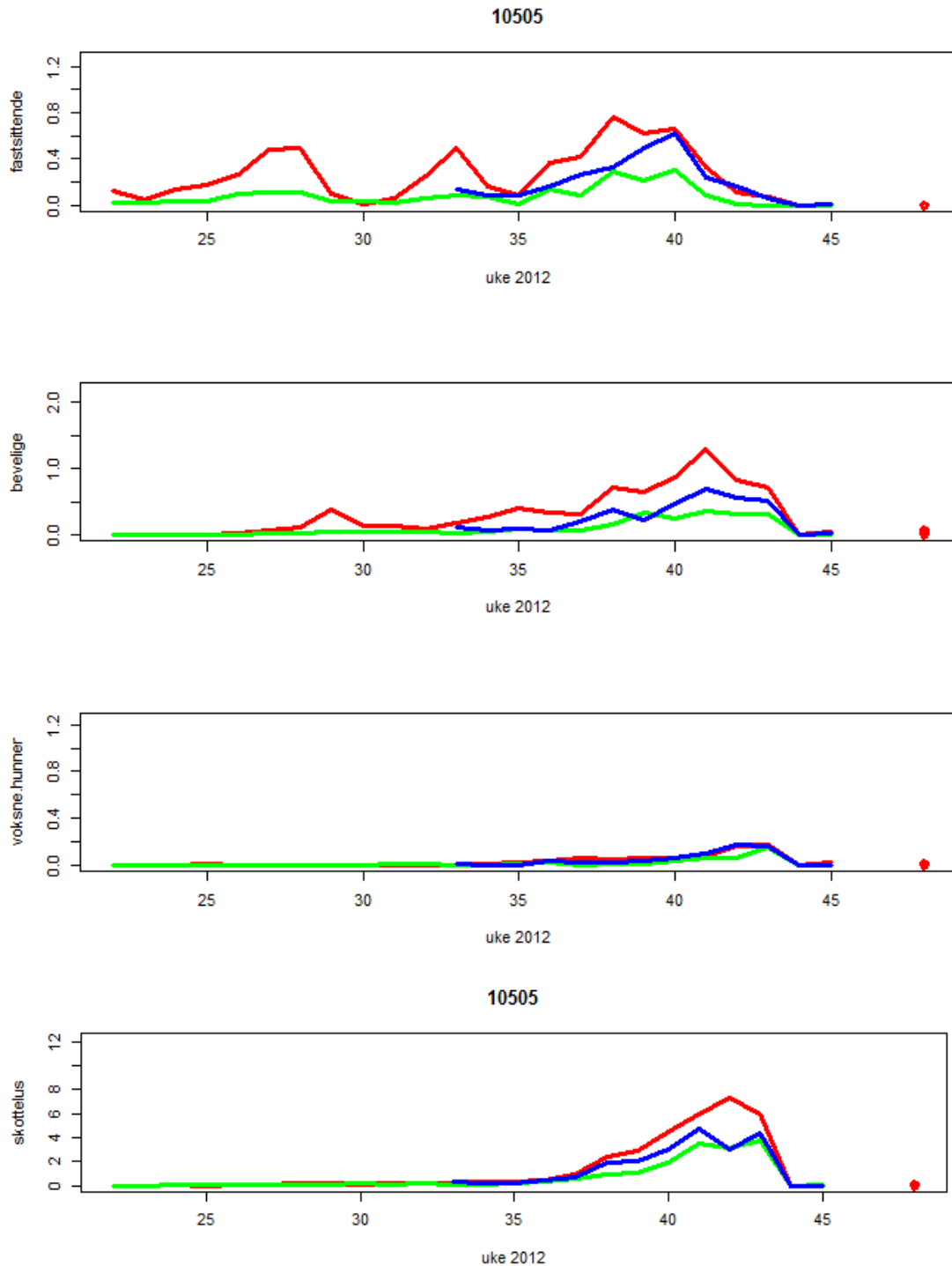
2.7. Snittveiing

Det ble foretatt to snittveiinger på fisken under forsøk 1 på Dragnes i 2012 for å kunne sammenligne tilvekst på fisken i merder med og uten skjørt. Metoden som ble brukt ved snittveiing av fisken 1.september og 26.oktober baserte seg på Arkimedes lov, og det ble ikke foretatt individveiing av fisken. Standardavvik på målingene kan ikke beregnes. Antallet fisk ved måling i hver merd var imidlertid relativt stort (ca. 100 fisk per merd), slik at nøyaktigheten på snittvekten ved målingene var relativt god.

3. Resultater

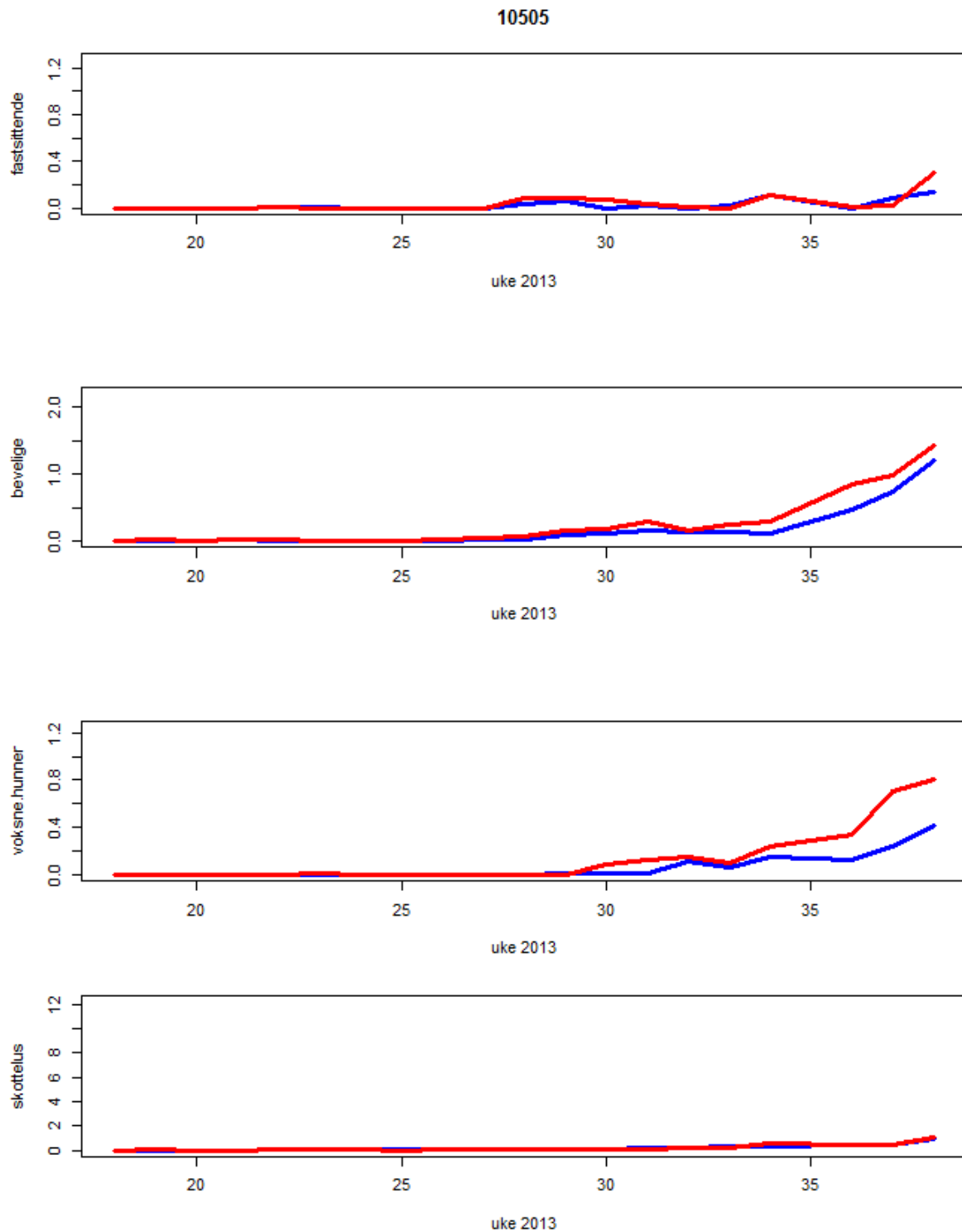
3.1. Luseutvikling på den enkelte lokalitet

For hver lokalitet er utvikling av fastsittende, mobile, voksne hunn lakselus samt skottelus vist sammenslått for merder uten skjørt (rød linje), merder med 10 m skjørt (grønn linje) og merder med 6 meter skjørt (blå linje).



Figur 8: Utvikling av lakselus på Dragnes, Nordlaks i 2012 (forsøk 1). Blå, grønn og rød linje representerer merder påsatt 6 m, 10 m eller ingen planktonduker, der det fra start til uke 33 er påsatt 10 m dype planktonduker på 6 forsøksmerder. Etter uke 33 ble det på 3 av disse forsøksmerdene byttet fra 10 til 6 m dype planktonduker.

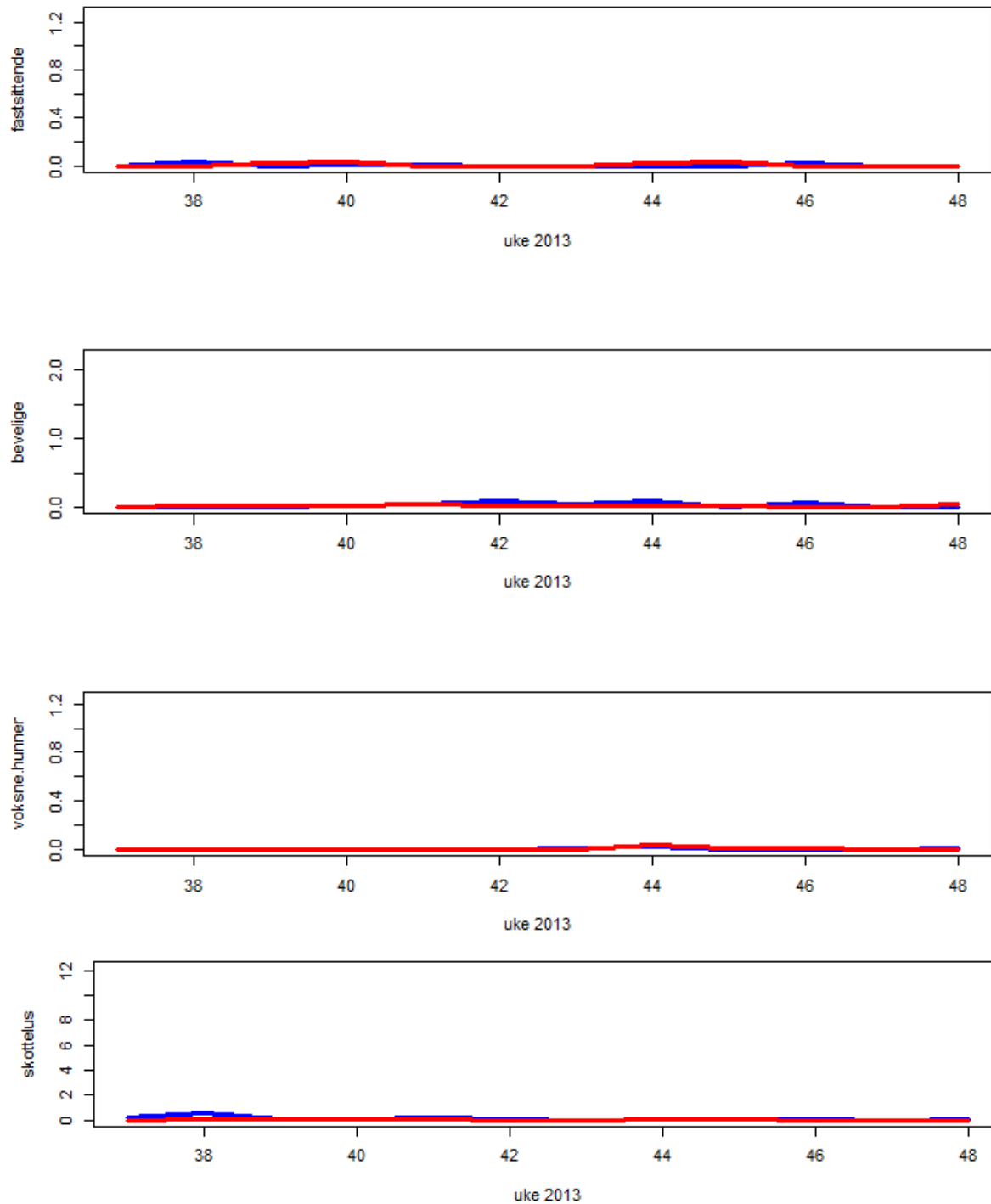
På lokaliteten Dragnes ble det året etter testet ut 6 m dype skjørt på stor fisk. Figur 9 viser luseutvikling på lokaliteten under forsøksperiode i 2013.



Figur 9: Luseutvikling på lokaliteten Dragnes 2013 (forsøk 2) med større fisk (ca 1,2 kg ved oppstart frem til ca 4 kg ved avslutning). Blå linje representerer merder påsatt 6 m dype planktonduker og rød er merder uten planktonduk.

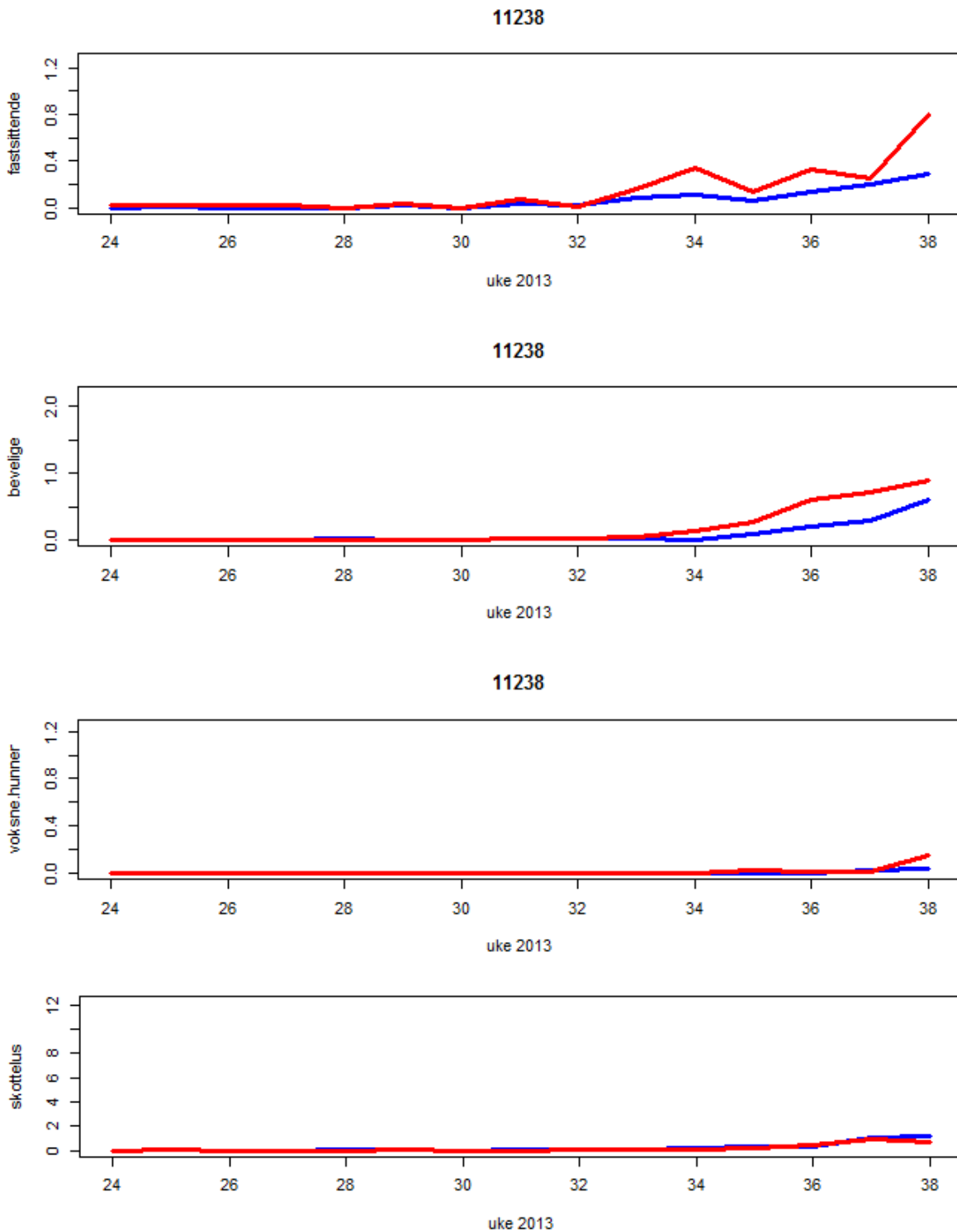
På Horsvågen (forsøk 3) ble det testet ut 6 m dype skjørt. Figur 10 viser at det var meget liten luseutvikling på denne lokaliteten under forsøksperioden.

10518



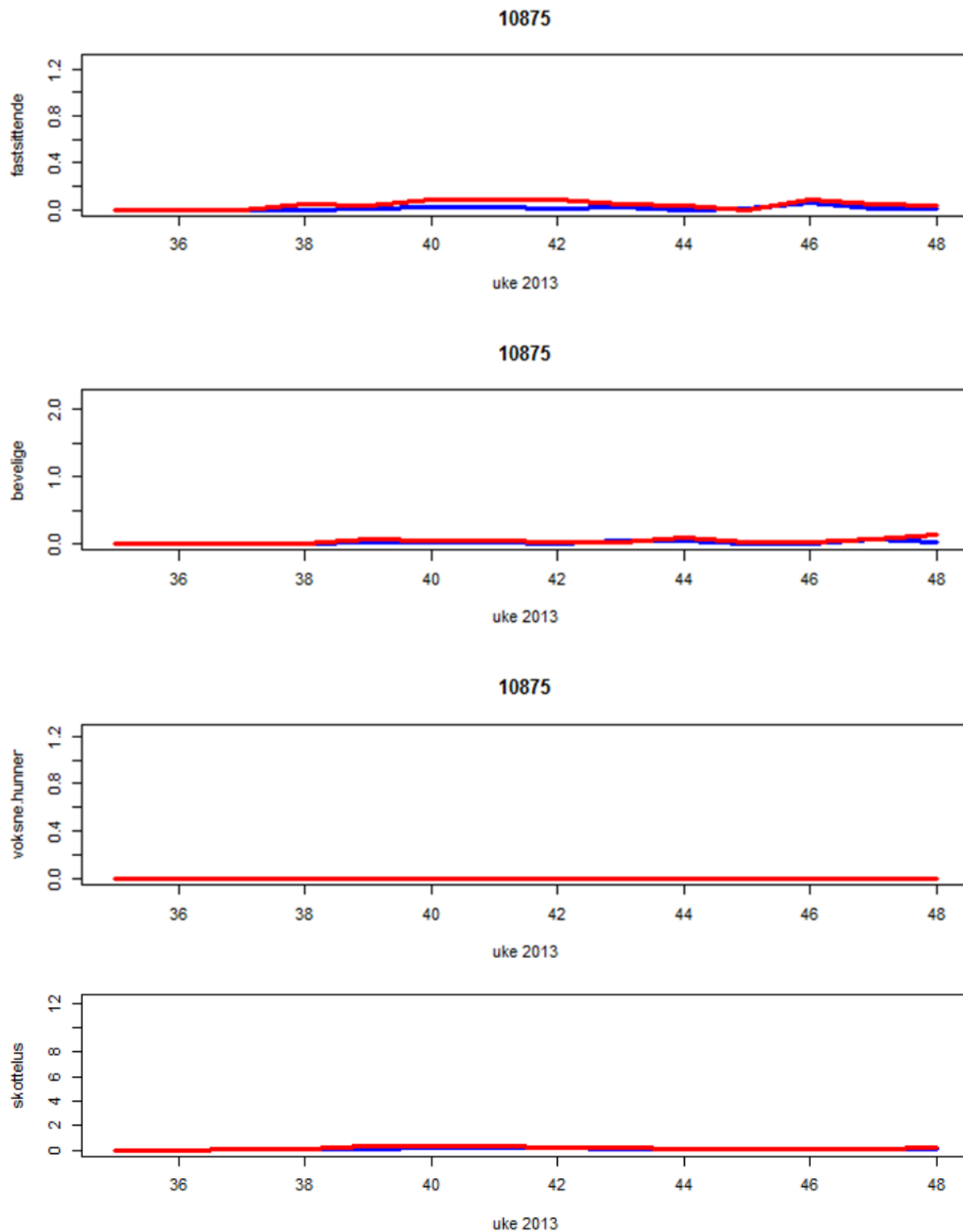
Figur 10: Luseutvikling på lokaliteten Horsvågen i 2013 (forsøk 3), der blå linje representerer merder påsatt 6 m dype planktonduker og rød er merder uten planktonduk.

På Langøyhovden (forsøk 4) var det lus tilstede under forsøksperioden og luseutvikling vises i figur 11.



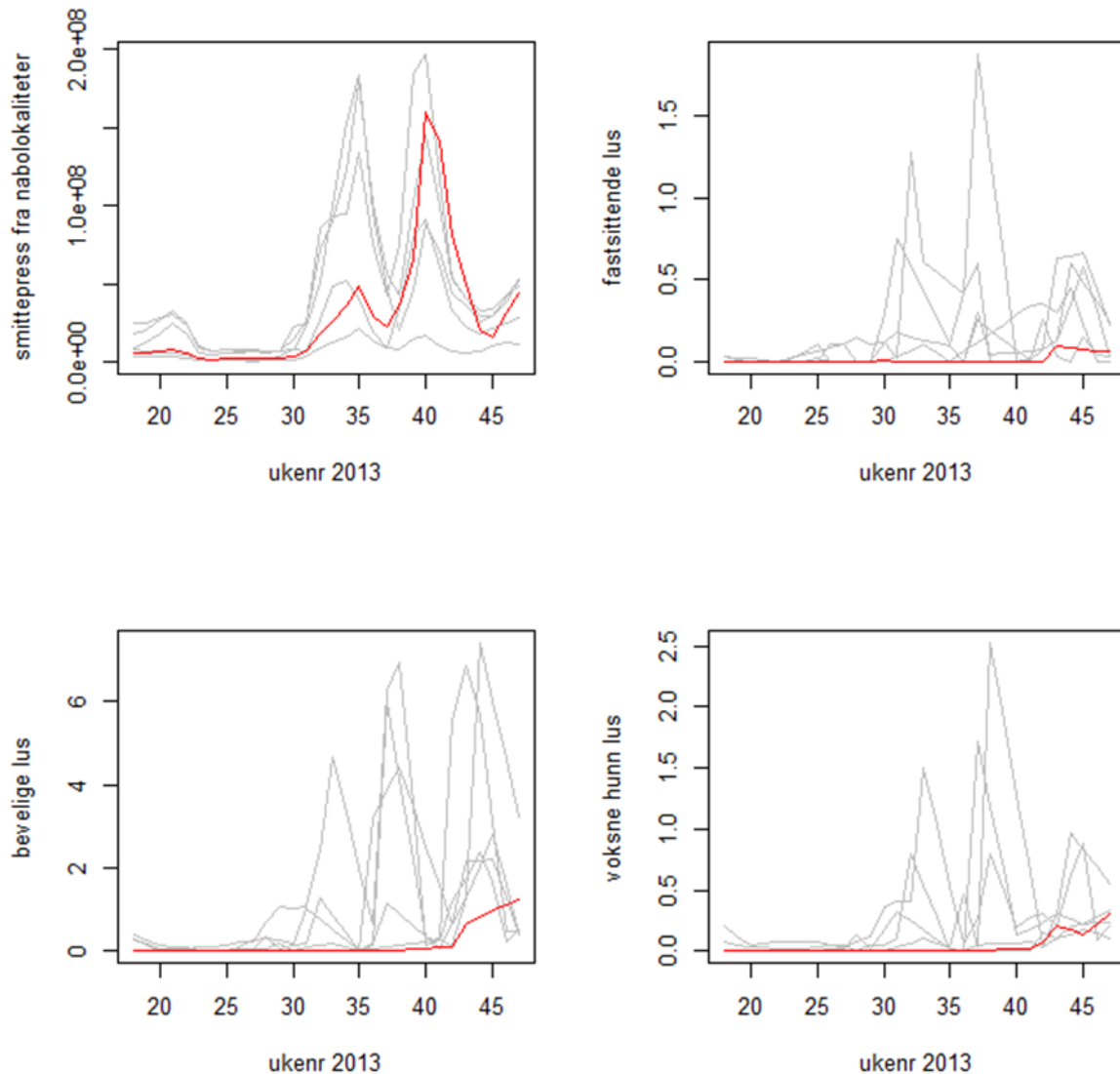
Figur 11: Utvikling av lus på lokalitet Langøyhovden 2012 (forsøk 4), der blå linje representerer merder påsatt 6 m dype planktonduker.

På Storurdvika (forsøk 5) ble det testet ut 6 m dypt skjørt på 3 merder. Utvikling av lus på denne lokaliteten er vist i figur 12.



Figur 12: Utvikling av lus på lokaliteten Storurdvika i forsøksperioden i 2012 (forsøk 5), der blå linje representerer merder påsatt 6 m dype planktonduker og rød linje er merder uten duk.

På Nordlaks sin lokalitet Storfjell (forsøk 6) var alle 14 merdene på anleggene påsatt 10 m dype planktonduker i 2013. Luseutvikling på denne lokaliteten er vist i figur 13 sammen med luseutvikling på alle nabolokaliteter (5 lokaliteter) innenfor et område på en radius med 20 km. I tillegg vises det beregnet lusesmitte fra naboer inn mot Storfjell og nabolokaliteter i forsøksperioden.



Figur 13: Beregnet smittepress som funksjon av voksne hunnlus populasjon fra nabolokaliteter og rapporterte lusetall (fastsittende, bevelige og voksne hunnlus) på alle lokaliteter som ligger innenfor en radius på 20 km fra lokaliteten Storfjell (5 lokaliteter), der rød linje representerer lokalitet Storfjell.

Videre vises resultater fra regresjonsanalyser. Først har gjennomført analyse av alle telledata fra forsøkene 1 og 3-6 (tabell 2). Deretter er det gjennomført analyse av hver enkelt lokalitet (tabell 3-6). I alle regresjonsanalysene, bortsett fra forsøk 2 (Dragnes 2013)(tabell 3), er det modellert for antall fastsittende lus på 30 fisk. I regresjonsanalysen av forsøk 2 er det modellert for voksne hunnlus på 30 fisk.

Tabell 2: Resultater fra regresjonsanalyse av 454 observasjoner på 5 lokaliteter (fisk <625 gram)

	Estimat	Sd	p	Exp(estimat)	ΔAIC
Intercept	-0.075	0.761	0.91		
Fastsittende forrige telling	0.276	0.033	<0.001	1.318 (1.236, 1.405)	49
Fastsittende, smitte fra naboer	0.419	0.078	<0.001	1.521 (1.304, 1.521)	30
Temperatur	0.275	0.103	0.008	1.317 (1.076, 1.611)	5
Skjørt 6m	-0.330	0.129	0.011	0.719 (0.558, 0.926)	14
Skjørt 10m	-0.665	0.160	<0.001	0.514 (0.376, 0.704)	

Resultatene viser at både 6 og 10 meter dype skjørt har en signifikant effekt ($p < 0.05$), men at effekten av 10 meter skjørt er størst. Verdien under Exp(estimat) angir effekt, og ved bruk av 10 meter dype skjørt ser en at en får gjennomsnittlig 49 % (varierer mellom 30 og 62 %) mindre antall fastsittende. For 6 m skjørt er effekten gjennomsnittlig 28 % (varierer mellom 7 og 44 %) mindre antall fastsittende. ΔAIC verdi for skjørt (felles for 6 og 10 m skjørt) er sterk, som betyr at denne variabelen har klar betydning for å forklare utvikling av lus i disse merdene.

Fra forsøks 2 (Dragens 2013, stor fisk), ble det utført regresjonsanalyse for å forklare antall fastsittende lus på lokaliteten, men da fant vi ingen signifikante forklaringsvariabler. Ved å gjøre regresjonsanalyse for å forklare antall voksne hunnlus i stedet for fastsittende, oppnådde vi resultater som er oppsummert i tabell 3. Her er forklaringsvariabelen «hunnlus, smitte fra naboer» beregnet ved å ta hensyn til utviklingstid fra kopepoditt til voksen hunnlus basert på Stien med flere 2005.

Tabell 3: Resultater fra regresjonsanalyse av forsøk 2 med stor fisk

	Estimat	Sd	p	Exp(estimat)	ΔAIC
Intercept	-1.3365	0.3897	<0.001		
Hunnlus forrige telling	0.2022	0.0535	<0.001	1.22 (1.10, 1.36)	10
Hunnlus, smitte fra naboer*	0.8983	0.0847	<0.001	2.46 (2.07, 2.90)	65
Temperatur	3.0420	0.4678	<0.001	20.9 (8.4, 52.4)	84
Skjørt 6m	-0.4755	0.1852	0.010	0.62 (0.43, 0.89)	5

*beregnet med å ta høyde for utviklingstid fra kopepoditt til voksen hunnlus

Resultatene fra regresjonsanalyse av data fra forsøk 2, viser at 6 m dypt skjørt har redusert antall voksne hunnlus gjennomsnittlig 38 % (med variasjon fra 11 til 57 %).

Resultat fra regresjonsanalyse av forsøk 3, Horsvågen, er ikke vist, da kun temperatur ble en signifikant forklaringsvariabel. Dette grunnet lite lus på denne lokaliteten.

Tabell 4: Resultater av regresjonsanalyse av forsøk 4, Langøyhovden.

	Estimat	Sd	p	Exp(estimat)	ΔAIC
Intercept	1.007	0.156	<0.001		
Vekt laks	1.010	0.102	<0.001	2.75 (2.25, 3.35)	68
Skjørt 6 m	-0.675	0.196	<0.001	0.51 (0.35, 0.75)	11

Det er testet for faktorene temperatur, fastsittende som smitte fra naboer, og forrige telling av antall fastsittende på lokaliteten, men disse forklaringsvariablene er ikke vist da de ble funnet ikke signifikant for å forklare utvikling av lus på lokaliteten. Resultatene viser at bruk av 6 m skjørt gjennomsnittlig har redusert antall fastsittende lus med 49 % (med variasjon fra 25 til 65 %) gjennom forsøksperioden på denne lokaliteten.

Tabell 5: Resultater av regresjonsanalyse av data fra forsøks 5, Storurdvika

	Estimat	Sd	p	Exp(estimat)	ΔAIC
Intercept	0.197	0.184	0.28		
Fastsittende, smitte fra naboer	0.41	0.117	<0.001	1.51 (1.51, 1.90)	8
Skjørt 6 m	-1.81	0.310	<0.001	0.31 (0.17, 0.56)	11

Resultatene viser en effekt av 6 m langt skjørt på denne lokaliteten, selv om lusenivået har vært lavt. Forklaringsvariablene fastsittende som smitte fra naboer og skjørt er signifikant for luseutvikling ved denne lokaliteten. Bruk av 6 m dypt skjørt har redusert antall fastsittende gjennomsnittlig med 69 % (varierer fra 44 til 83 %) gjennom forsøksperioden på denne lokaliteten.

3.2. Begroing og rengjøring av skjørt

Tidligere erfaringer med bruk av denne type skjørt har vist redusert begroing av nøtene, spesielt ved rødrose (*Tubularia* sp.) og blåskjell (*Mytilus edulis*) (Næs m.fl., 2012) Grunnen til dette var sannsynligvis at larvene til de nevnte organismene ble stoppet av planktonduken slik at de ikke slapp gjennom til nota

Alle planktondukene under utprøving ble stående ute i hele forsøksperioden uten at det ble registrert betydelig groe på nøter eller skjørt. Etter endt forsøksperiode ble dukene vasket i notvasker, noe som fungerte godt. På lokaliteten Dragnes ble skjørtene også forsøkt vasket med diskvasker mens de var montert på merd, noe som også fungerte godt.

3.3. Resultater fra oksygenmålinger

Tabell 6 viser gjennomsnittlig prosentvis oksygenmetning, standardavvik og minimumsmetning for fire forsøkslokaliteter. Målingene er utført ukentlig fra 1-10 meters dyp ca 5 meter fra merdringen mot midten av merden. Lysegrå bakgrunn representerer merder med 6 m skjørt, mørk grå bakgrunn representerer merder med 10 meter skjørt, mens hvit bakgrunn representerer merder uten skjørt.

Tabell 6: Gjennomsnittlig prosentvis oksygenmetning for fire forsøkslokaliteter

Dragnes 2012	Merd	Gjennomsnitt (%- metning)	SD±	Min (%- metning)
	7	88,5	4,7	81,8
	8	88,2	5,6	77,0
	9	91,2	3,2	81,8
Storurdvika 2012	Enhet	Gjennomsnitt (%- metning)	SD±	Min (%- metning)
	3	87,2	3,9	82,1
	4	84,6	4,0	78,4
Langøyhovden 2013	Enhet	Gjennomsnitt (%- metning)	SD±	Min (%- metning)
	3	99,6	4,9	89,5
	4	98,4	4,3	91,6
	8	97,2	3,6	90,8
	9	100,0	4,2	92,9
Dragnes 2013	Enhet	Gjennomsnitt (%- metning)	SD±	Min (%- metning)
	7	91,7	5,4	79,5
	8	91,6	5,6	77,8
	9	94,6	4,5	81,6
	10	94,5	4,7	77,9
	11	90,8	5,2	80,5
	12	90,4	5,8	75,8

På Dragnes 2012 varierte de gjennomsnittlige oksygenverdiene mellom 88,2 i merd 8 (med 10 meter skjørt) og 91,2 i merd 9 (uten skjørt). Den laveste registrerte målingen ble gjort i merd 8 (med 10 meter skjørt) 09.11 og viste 76,97 % metning.

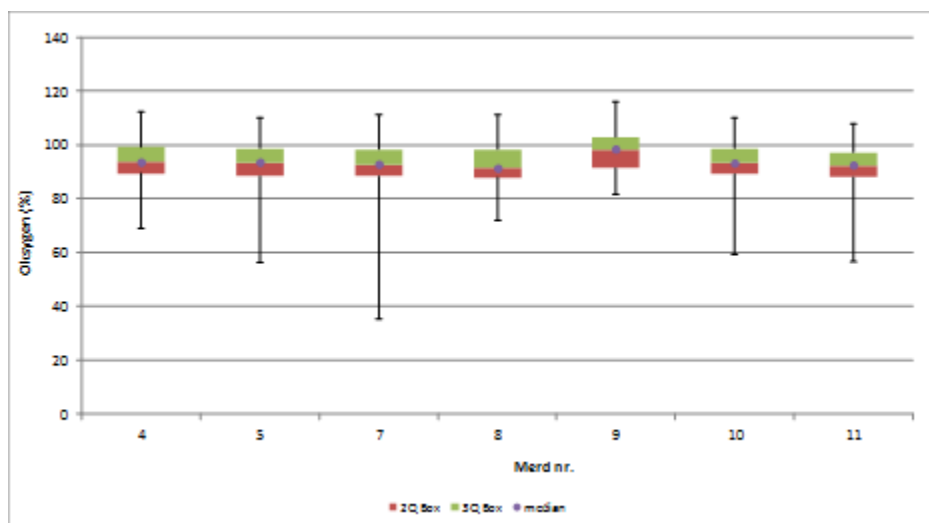
På Storurdvika ble det registrert lavest gjennomsnittlig oksygen- metning i merd 4 (med 6 meter skjørt). Den laveste registreringen av oksygen ble også gjort i denne merden 14.11 og viste 78,4 % metning.

For Dragnes 2013 ble det gjort ukentlig målinger av oksygen i forbindelse med hver lusetelling. Målingene ble utført i alle forsøksmerder (merd 7-12). Generelt viste målingene høye verdier i hele vannsøyla (fra overflaten og ned til 10 meter). De gjennomsnittlige verdiene varierte mellom 90,4 % i merd 12 (uten skjørt) til 94,6 i merd 9 (med skjørt). Den laveste målte verdien ble registrert i merd 12 (uten skjørt)

22.08 og viste 75,8 %. På grunn av feil med oksygensensoren på den manuelle CTD-måleren er det kun registrert oksygen ukentlig fra 12. juli t.o.m 19. september.

For Langøyhovden ble det registrert oksygen manuelt med CTD- måler f.o.m 9. juli t.o.m 17 september. De gjennomsnittlige oksygen- verdiene varierte mellom 97,2% i merd 8 (med skjørt) og 100% i merd 9 (med skjørt). Den laveste målte registreringen av oksygen ble gjort i merd 3 (uten skjørt) 09.09, og viste 89,5 %.

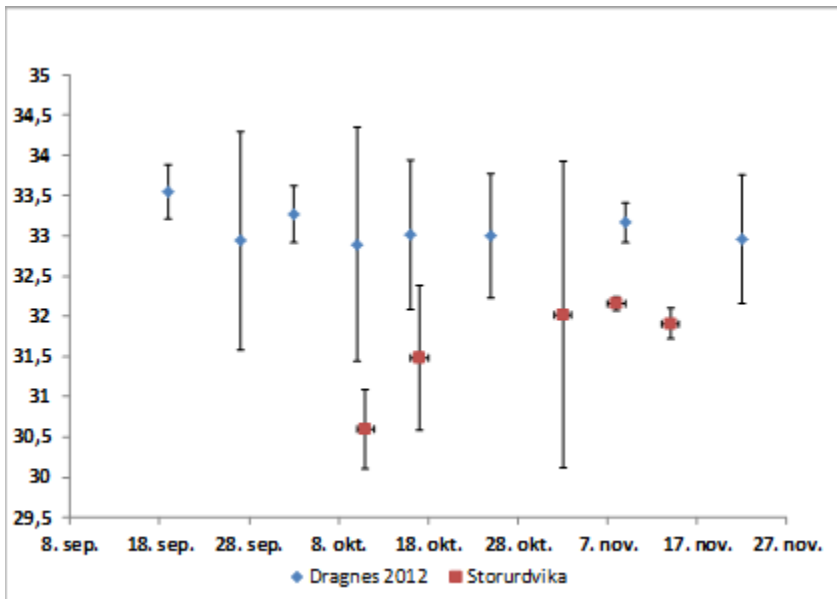
Figur 14 viser boxplot av de manuelle målingene utført på dragnes i 2012. Det ble gjort til sammen 113 målinger i hver merd fra 18. juni til 4. november. Målingene ble gjort inne i merden, ca tre meter fra ringen.



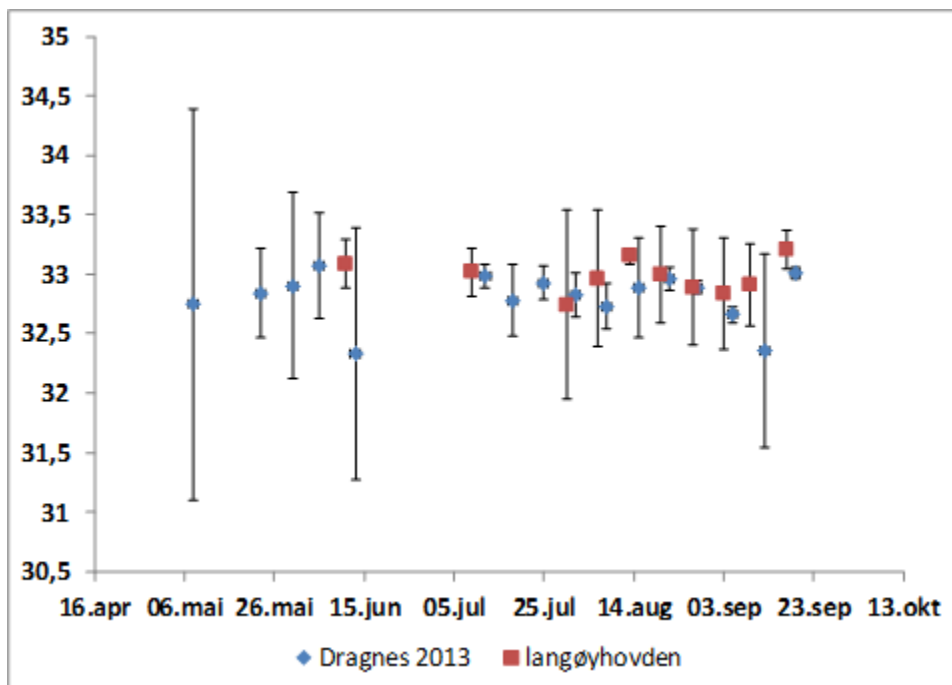
Figur 14: Boxplot av manuelle målinger på Dragnes 2012, der merd 4, 7 og 10 har 6 m dypt skjørt, merd 5, 8 og 11 har 10 meter dypt skjørt og merd 9 har ingen skjørt påsatt.

Av figur 14 ser vi at det er merd 9 (uten skjørt) som har de høyeste registrerte oksygenverdiene. Merd 9 var den eneste merden uten skjørt hvor det ble gjort manuelle målinger ved denne metoden. Merd 4,7 og 10 hadde alle 6 meter skjørt, og her varierer oksygenverdiene noe mellom merdene. Merd 4 og 10 har forholdsvis høye minimumsmålinger $\geq 60\%$ - metning, mens det i merd 7 ble gjort en svært lav registrering 9.juli med 35,4 % - metning. Hvis vi ser bort fra denne enkeltmålingen ligger alle registrerte verdier i merder med 6 meter skjørt $\geq 60\%$ - metning. I merd 5,8 og 11 med 10 meter skjørt lå samtlige registrerte verdier over 60 % - metning foruten en måling. Denne målingen ble i likhet med minimumsmålingen i merd 7 også gjort 9. juli og viste 56,9 % - metning.

3.4. Salinitet



Figur 15: viser verdier for salinitet med standardavvik for de to lokalitetene Dragnes (blå) og Storurdvika (rød) 2012.



Figur 16: viser verdier for salinitet med standardavvik for de to lokalitetene Dragnes og Langøyhovden i 2013.

På Dragnes 2012 varierte de gjennomsnittlige salinitetsverdiene mellom 32,9 og 33,5. På Storurdvika varierte verdiene mellom 30,6 og 32,2 (figur 15). På Dragnes 2013 varierte den gjennomsnittlige saliniteten mellom 32,3 og 33,1, mens de på Langøyhovden i 2013 varierte mellom 32,7 og 33,2 (figur 16).

4. Oppsummering og diskusjon

4.1. Effekt av planktonduk mot lakselus

Lakselus smitter mellom naboanlegg og mellom merder ved at kopepoditter fraktes via sjøvannet gjennom åpne notvegger og til oppdrettslaksen. Ved å bryte smitteveien med en planktonduk med maskevidde på 350µm, har en i dette prosjektet vist at det er mulig å redusere antall lus en får på oppdrettsfisken. All data fra forsøkslokalitetene har blitt testet med regresjonsanalyse og resultatene viser at variabelen «bruk av skjørt» har klar betydning for å forklare luseutvikling i merder. Skjerming med både 6 og 10 meter dype planktonduker gir en betydelig reduksjon i antall lus på oppdrettsfisken, der reduksjonen er størst ved bruk av 10 meter dype planktonduker. Resultatene fra forsøkslokalitetene (med fisk <625 g) viste at det i dette prosjektet ble oppnådd en reduksjon av antall fastsittende på gjennomsnittlig 49 % (med variasjon fra 30 til 62 %) ved bruk av 10 meter dype planktonduker, og en gjennomsnittlig reduksjon av fastsittende på 28 % (med variasjon fra 7 til 44 %) ved bruk av 6 meter dype planktonduker. Ved forsøkslokalitet 2 ble 6 meter dype planktonduker testet ut på større fisk (vekt fra 1.5 til 3.5 kg). Her ga regresjonsanalyse for å forklare antall fastsittende lus på denne lokaliteten ingen resultater. Det kan skyldes at telldata fastsittende ikke er konsistent på stor fisk, da fastsittende lus er vanskelig å se på stor fisk. Regresjonsanalyse med utgangspunkt i telldata på voksne hunnlus fra denne lokaliteten ga derimot resultater og viste at 6 meter dype skjørt ved denne lokaliteten hadde redusert antall voksne hunnlus med gjennomsnittlig 38 % (variasjon fra 11 til 57 %). Ved forsøkslokalitet 6 ble 10 meter dype planktonduker testet ut rundt alle 14 merdene på lokaliteten. For å se på skjermingseffekt av planktondukene er det beregnet produksjon av kopepoditter fra naboer (smittepress) inn på denne lokaliteten samt på alle nabolokaliteter (5 lokaliteter) innen en radius på 20 km. Resultatene viser at det i området der forsøkslokalitet 6 ligger har vært en betydelig produksjon av kopepoditter i forsøksperioden og beregnet smittepress viser at forsøkslokalitet 6 har vært utsatt for to klare topper med smittepress. Når en sammenligner luseutvikling på forsøkslokalitet 6 med nabolokalitetene så vises det tydelig at planktondukene har skjermet mot kopepoditter i sjøen og en har på forsøkslokaliteten fått betydelig mindre utvikling av lakselus. Den siste toppen med smittepress mot forsøkslokalitet 6 har likevel medført en utvikling av lakselus på denne lokaliteten som måtte tas ned ved bruk av en avlusning på senhøsten. Til sammenligning har nabolokaliteter i denne forsøksperioden avluset gjentatte ganger.

En antar at effekt ved skjerming vil variere fra dag til dag og mellom anlegg, og analysen av data fra prosjektet viser stor variasjon i effekt, noe som er viktig å ta med

inn i vurderinger om forventning av effekt av planktonduk. Regresjonsanalysen som er gjennomført har også vist interessante funn som ikke var tydelig ved deskriptiv statistikk. Ved forsøkslokalitet 5 har regresjonsanalysene vist at bruk av 6 meter dyp planktonduk reduserte antall fastsittende med gjennomsnittlig 69 % (med variasjon fra 44 til 83 %) på denne lokaliteten. Dette resultatet har en klart å få frem fordi en ved regresjonsanalysen forklarer hvordan smittepress og bruk av skjørt har påvirket antall fastsittende på lokaliteten.

Resultatene fra dette prosjektet viser og interessante forskjeller mellom bruk av planktonduker med forskjellig dybde, der 10 meter dype planktonduker gir bedre beskyttelse enn 6 meter dype planktonduker. I eksperimentelle studier med store poser i sjø (dyp på 6 og 12 meter) er det tidligere vist at største mengden av kopepoditter finnes fra 4 meter og opp (Heuch med flere 1995A). Disse resultatene bekreftes i et senere studium der laks holdt på 0-4 meters dyp fikk større infeksjoner med lakselus enn laks holdt på 4-8 eller 8-12 meters dyp (Hevrøy med flere 2003). På bakgrunn av disse studiene så kunne en forvente en enda større effekt av 6 meters dype planktonduker. Det er kjent fra andre studier (Topilouse NFR prosjekt 2010 - 2012) at det i merder som er avskjermet med tette avlusnings-skjørt settes opp en vannstrøm som tar med seg overflatevann utenfra og inn i merden. Dette kan være med på å forklare hvorfor en ikke får en større beskyttelse av 6 meters dype planktonduke, men en kjenner ikke til om en gjennomstrømbar planktonduk vil påvirke vannstrøm på samme måte som tette avlusnings-skjørt.

4.2. Miljø

Oksygen

Oksygenmålinger ble gjennomført på forsøkslokalitetene Dragnes (2012 og 2013) og Langøyhovden. Det er noe variasjon i den gjennomsnittlige oksygenmetningen i de ulike merdene kledd med ulik lengde skjørt, men ingen av de laveste registrerte verdiene er kritiske i forhold til fiskevelferd. Oksygenmetningen over 70 % regnes som nødvendig for opprettholdelse av normal helse, appetitt og vekst (Remen, 2011). Videre sees det ingen klar sammenheng mellom de registrerte gjennomsnittlige oksygenmålingene og om merdene har skjørt eller ikke.

Resultatene fra våre målinger av oksygen står i kontrast til en lignende studie utført i juli 2011 utenfor Bergen, hvor tre meter dype tette skjørt ble testet ut mot infeksjon av lakselus (Stien med flere 2012). Her falt oksygenet raskt fra 90 % til 50 % og forsøket ble avsluttet på grunn av fare for nedsatt fiskevelferd. Biomassen i denne merden ble estimert til 108 tonn. Til sammenligning var det på Dragnes ved prosjektslutt (forsøk 2) i 2013 i gjennomsnitt ca 234 tonn per merd. At oksygenverdiene holdt seg såpass stabilt høye i planktonduk prosjektet sammenlignet med det overnevnte kan skyldes forskjellen i permeabilitet på de to avskjermings-skjørtene som ble brukt. Videre ble det i strømstille perioder på Dragnes observert at skjørtet ble trukket inn mot notveggen, noe som kan tyde på betydelig

strøm fra siden mot sentrum av merden. Lignende observasjoner ble også gjort på forsøkslokaliteten Langøyhovden (Hansen, S. V., pers komm).

Det er viktig å påpeke at eventuelt lave oksygenverdier i området der disse målingene ble gjort sannsynligvis aldri innebar noen reell risiko for fisken da det fremdeles var et betydelig volum (ca. 50 % av merdvolumet) fisken kunne oppholde seg i som var uberørt av planktonduken. Videre ble det observert stor forskjell i hvor høyt fisken oppholdt seg i merden. Både mellom lokaliteter og mellom merder. Det er derfor viktig å overvåke oksygenivået i merder med skjørt.

Salinitet

Det ble i dette forsøket gjort målinger av saltholdighet i forbindelse med hver lusetelling på Dragnes 2012 og 2013, Storurdvika og Langøyhovden. Målingene ble gjort både på innsiden og utsiden av merder med og uten skjørt. Alle målingene utført i 2012 og i 2013 viser gjennomsnittsverdier som ligger over 30 ‰ og siden lakselus foretrekker en saltholdighet over 20 ‰ (Johnson og Albright 1991; Heuch 1995B), er det ingen grunn til å tro at saltholdigheten i sjøen i forsøksperioden har hatt påvirkning på infeksjonen av lakselus på fisken.

Dødelighet og helsetilstand

Helsetilstanden for fisken i de involverte lokalitetene ble jevnlig dokumentert i forbindelse med helsetilsyn av veterinær og fiskehelsebiologer for å fange opp eventuelle negative effekter av planktonduk på fiskevelferd. Tenkelige effekter av skjørtene på fisken kunne være redusert oksygen i merder med skjørt eller stress og trenging av fisk ved håndtering av skjørt.

I løpet av prosjektet og gjennomføring av de 6 forsøkene ble det ikke registrert fiskehelserelatert avvik. Videre er det tilsvarende som i pilotforsøket på Fornes i 2011 (Næs med flere 2012) ikke sett noen sammenheng mellom dødelighet av forsøksfisken og bruk av skjørt.

En erfaring fra lokaliteten Storurdvika etter prosjektslutt, må imidlertid nevnes. I 2013 ble skjørtene på Storurdvika satt ut igjen 06. juni, men tatt opp igjen allerede 19. juni på grunn av registrerte lave oksygenverdier og avvik i adferden hos fisken merder med skjørt (Threines, pers komm). Denne observasjonen gjaldt spesielt på tider med lite strøm og lav vannutskiftning på anlegget. Fisken var påvist HSMB i mars 2013 og det ble gjort en helhetsvurdering av veterinær Elisabeth Threines og driftsleder på anlegget om å ta av skjørtene for å redusere eventuelt stress på denne fisken. Skjørtene ble ikke satt ut igjen på denne lokaliteten i 2013.

Tilvekst

Det ble kun målt tilvekst på fisken på Dragnes, hvor det ble gjort to målinger i 2012 (vedlegg 1). Målingene utført i 6 merder (2 merder uten skjørt, 2 merder med 6 m skjørt og 2 merder med 10 meter skjørt) viser ingen indikasjoner på store variasjoner i tilvekst mellom merdene med og uten planktonduk.

5. Konklusjon

Feltutprøving av planktonduk har gitt resultater som viser at bruk av både 6 og 10 meter dype skjørt av planktonduk betydelig reduserer påslag av kopepoditter, med størst effekt av 10 meter dype skjørt. Det er imidlertid viktig å ta med seg at effekt av planktonduk vil variere fra dag til dag og fra lokalitet til lokalitet. I denne feltutprøvingen har en ikke observert betydelig lave oksygennivåer eller en negativ helsemessig tilstand som følge av bruk av planktonduk, og de praktiske erfaringer har vært gode i dette prosjektet. Det anbefales imidlertid å sørge for god overvåkning av oksygennivå ved bruk av planktonduk, da det kan være ulike forhold ved ulike lokaliteter. God bruk av planktonduk kan effektivt bidra til å redusere smittepress på lokalitetsnivå, som vist gjennom feltutprøving i storskala på lokalitet Storfjell i dette prosjektet. God bruk av planktonduk som en kontinuerlig skjerming mot smittsomme kopepoditter er et nytt verktøy mot lakselus

6. Referanser

Aldrin, M., Storvik, B., Kristoffersen, A. B., Jansen, P. A. 2013. Space-Time Modelling of the Spread of Salmon Lice between and within Norwegian Marine Salmon Farms. Plos One vol 8 issue 6. DOI:10.1371/journal.pone.0064039

Bye, B. E. 2012A. Mainstream Norway AS, Lokalitetsrapport Horsvågen.

Bye, B. E. 2012B. Mainstream Norway AS, Lokalitetsrapport Langøyhovden.

Christiansen, H. O 2011. Strømmåling 5 og 15 meter.

Gjøsund S.H. and Enerhaug B. 2010. Flow through nets and trawls of low porosity. Ocean Engineering, 37 (4), pp. 345-354.

Guneriussen, A. Nordlaks oppdrett AS, Dragnes- Strømmålingsrapport jan./feb. 2012.

Hamre, L.A., C. Eichner, C.M.A. Caipang, S.T. Dalvin, J.E. Bron, F. Nilsen, G. Boxshall, and R. Skern-Mauritzen. 2013. The salmon louse *Lepeophtheirus salmonis* (Copepoda: Caligidae) life cycle has only two chalimus stages. Plos One vol 8 issue 6. DOI:10.1371/journal.pone.0073539

Heuch P.A, Parsons, A. and Boxaspen, K. 1995 A. Diel vertical migration: a possible host-finding mechanism in salmon louse (*Lepeophtheirus salmonis*) copepodids? Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 52: 681-689.

Heuch, P. A. 1995 B. Experimental evidence for aggregation of salmon louse copepodids, *Lepeophtheirus salmonis*, in step salinity gradients. J. Mar. Biol. Ass. U.K. 75: 927-939.

Hevrøy, E.M., Boxaspen, K., Oppedal, F., Taranger, G.L., og Holm, J.C. 2003. The effect of artificial light treatment and depth on the infestation of the sea louse *Lepeophtheirus salmonis* on Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) culture. Aquaculture 220: 1-14.

Jansen PA, Kristoffersen AB, Viljugrein H, Jimenez D, Aldrin M, Stien A. 2012. Sea lice as a density-dependent constraint to salmonid farming. Proc. R. Soc. B 279, 2330-2338.

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

Næs, M., Heuch, P.A., Mathisen, R., 2012. Bruk av "luseskjørt" for å redusere påslag av lakselus *Lepeophtheirus salmonis* (Krøyer) på oppdrettslaks (Use of "Sea lice Skirt" to Reduce Infestation of Salmon Lice on Farmed Salmon). NCE Aquaculture.

Pike, A.W., and Wadsworth, S.L. 1999. Sea lice on salmonids: their biology and control. *Adv. Parasitol.* 44: 233-337.

Skiftesvik, A. B., Bjelland, R. M., Durif, C. M. F., Johansen, I. S. ,Browman, H. I. 2013. Delousing of Atlantic salmon (*Salmo salar*) by cultured vs. wild ballan wrasse (*Labrus bergylta*). *Aquaculture* 402:113-118.

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

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

Treasurer J. 1993. Management of sea lice (*Caligidae*) with wrasse (*Labridae*) on Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) farms: Pathogens of wild and farmed fish: sea lice (red. av Boxshall,G.A., og Defaye, D.) Ellis Horwood Limited, Chichester, pp. 335-345.

Vedlegg 1:

Oppsummerte data fra de 6 ulike forsøkene gjennomført i 2012 og 2013. De lysegrå feltene representerer merder med 6 meter dype skjørt, de grå feltene representerer merder med 10 meter skjørt, mens de hvite feltene representerer merder uten skjørt

Lokalitet	enhet	type	antall	død %	vekt (utsett)	
Dragnes (12) uke 33-43	4	ørret	70400	4,8	80	
	5	ørret	143081	6,1	51	
	6	ørret	66253	2,7	80	
	7	laks	117227	1,9	60	
	8	laks	117512	1,8	60	
	9	laks	119955	1,7	60	
	10	laks	102172	2,0	100	
	11	laks	102540	2,7	100	
	12	laks	101414	4,6	100	
	Horsvåg uke 37-48	1	laks	135766	0,4	59
		2	laks	137605	0,4	60
		3	laks	165877	0,3	65
4		laks	198081	1,3	77	
5		laks	199127	0,7	74	
6		laks	158046	0,2	74	
Storurdvika uke 37-48	1	laks	111983	10,1	75	
	2	laks	112064	10,2	75	
	3	laks	92521	10,7	76	
	4	laks	101563	9,8	77	
	5	laks	101249	12,4	77	
Dragnes (13) uke 18-38	7	laks	116674	0,4	1270	
	8	laks	116971	0,7	1350	
	9	laks	119334	0,4	1390	
	10	laks	101619	0,3	1600	
	11	laks	101991	0,6	1560	
	12	laks	100957	0,4	1740	
Langøyhovden uke 24-38	2	laks	106224	0,6	106	
	3	laks	97147	0,8	93	
	4	laks	95690	0,9	94	
	7	laks	115669	1,1	71	
	8	laks	114799	10,3	72	
	9	laks	107400	0,9	74	
Storfjell	1	laks	102195	1,7	188	
	2	laks	100817	1,7	195	
	3	laks	99978	1,6	181	
	4	laks	98400	2,0	102	
	5	laks	98170	3,1	102	
	6	laks	82823	1,7	96	
	7	laks	96550	8,9	69	
	8	laks	99909	6,7	69	
	9	laks	102707	6,1	69	
	10	laks	101223	15,4	69	
	11	laks	110432	2,4	59	
	12	laks	107875	2,2	59	
	13	laks	107479	3,1	59	
	14	laks	107655	3,1	59	