KUNNSKAPSSTATUS LAKSELUS 2020

Effekt av lakselus på vill laksefisk (2010-2019)

Ørjan Karlsen, Jon Albretsen, Lars Asplin, Pål Arne Bjørn, Thomas Bøhn, Ingrid Askeland Johnsen (HI), Gunnar B. Lehmann (NORCE LFI), Mari Skuggedal Myksvoll, Rune Nilsen, Anne Dagrun Sandvik, Rosa Maria Serra-Llinares, Jofrid Skardhamar og Bjørn Ådlandsvik (HI)

nalo%20reinsdyr.jpg

RAPPORT FRA HAVFORSKNINGEN NR. 2020-23

Tittel (norsk og engelsk):

Kunnskapsstatus lakselus 2020

Undertittel (norsk og engelsk):

Effekt av lakselus på vill laksefisk (2010-2019)

Rapportserie:	År - Nr.:	Dato:
Rapport fra havforskningen	2020-23	06.07.2020

ISSN:1893-4536

Forfatter(e):

Ørjan Karlsen, Jon Albretsen, Lars Asplin, Pål Arne Bjørn, Thomas Bøhn, Ingrid Askeland Johnsen (HI), Gunnar B. Lehmann (NORCE LFI), Mari Skuggedal Myksvoll, Rune Nilsen, Anne Dagrun Sandvik, Rosa Maria Serra-Llinares, Jofrid Skardhamar og Bjørn Ådlandsvik (HI)

Forskningsgruppeleder(e): Anna Wargelius (Reproduksjon og utviklingsbiologi)
Godkjent av: Forskningsdirektør(er): Geir Lasse Taranger
Programleder(e): Terje Svåsand

Distribusjon:

Åpen

Prosjektnr:

14650

Oppdragsgiver(e):

Nærings- og fiskeridepartementet

Program:

Miljøeffekter av akvakultur

Forskningsgruppe(r):

Oseanografi og klima
Reproduksjon og utviklingsbiologi
Smittespredning og sykdom

Antall sider:

73

Sammendrag (norsk):

Denne rapporten er vedlegg til «Risiko knyttet til dødelighet hos utvandrende postsmolt laks som følge av utslipp av lakselus fra fiskeoppdrett» i Risikorapport norsk fiskeoppdrett 2020. Dokumentet utgjør kunnskapsgrunnlaget for risikovurderingent.

Lakselus er en naturlig parasitt som har utviklet seg til å bli et betydelig problem for oppdrettsnæringen, dette fordi lakselus lever av slim, hud, muskel og blod, og kan påføre skader direkte samt åpne opp for sekundærinfeksjoner. Kjønnsmodne lakselus på oppdrettet laksefisk slipper planktoniske luselarver som spres med vannstrømmene, og disse kan infestere vill laks, sjøørret og sjørøye som oppholder seg langs kysten.

I rapporten presenteres en statusrapport på kunnskapsgrunnlaget for effekt av lakslus på vill laksefisk, relevant for risikovurdringen. Data fra ruse/garnfangst, tråldata og smoltbur innhentet gjennom villfiskovervåkingen (NALO) presenteres for tidsrommet 2010-2019, der det er data.

I tillegg benyttes strømmodellen NorKyst800 for å estimere temperatur og saltholdiget da disse har stor effekt på biologien til lakselus, slik som utviklingshastighet, smitteeffektivitet og adferd.

En koblet biologisk-hydrodynamisk modell benyttes for å beregne smittepresset av lakslus på vill laksefisk langs kysten. Basert på dette smittepresset beregnes et kategorisert smittepress på våren og sommeren samt estimert effekt på utvandrende postsmolt av laks med en virtuell smoltmodell. Modellresultatene dekker tidsrommet 2012-2019.

Innhold

1 Innledning 5

2 Lakselus og miljø 6

3 Effekt av lakselus på individ og populasjon 9

4 Metodene for overvåking av lakselus på vill laksefisk 12

4.1 Observasjonsmetoder 12

4.1.1 *Observasjonsmetode 1: Ruse og garnfangst av sjøørret og sjørøye* 12

4.1.2 *Observasjonsmetode 2: Trålfangst av utvandrende postsmolt laks* 13

4.1.3 *Observasjonsmetode 3: Vaktbur med kultivert smolt* 13

4.2 Modellmetoder 14

4.2.1 *Modellmetode 1: ROC - Relative Operating Characteristic* 14

4.2.2 *Modellmetode 2: Virtuell smoltmodell* 16

5 Status og utvikling i smitte av lakselus i produksjonsområdene (PO) 17

5.1 PO 1 Svenskegrensen til Jæren 17

5.2 PO 2 Ryfylke 19

5.3 PO 3 Karmøy til Sotra 24

5.4 PO 4 Nordhordland til Stadt 29

5.5 PO 5 Stadt til Hustadvika 34

5.6 PO 6 Nordmøre og Sør-Trøndelag 39

5.7 PO 7 Nord-Trøndelag med Bindal 43

5.8 PO 8 Helgeland til Bodø 47

5.9 PO 9 Vestfjorden og Vesterålen 51

5.10 PO 10 Andøya til Senja 54

5.11 PO 11 Kvaløya til Loppa 57

5.12 PO 12 Vest Finnmark 59

5.13 PO 13 Øst Finnmark 64

6 Referanser 67

1 - Innledning

Oppdrett av laksefisk i åpne merder gjør at smittestoffer fra merdene vil kunne drive fra merdene og smitte vill laksefisk. Lakselus som slippes fra hunnlus som sitter på oppdrettsfisk antas å være den største kilden for lakselus også på vill laksefisk. Økte nivåer av lakselus er vist å ha negative effekter på vertsfisken, som igjen kan medføre en populasjonseffekt.

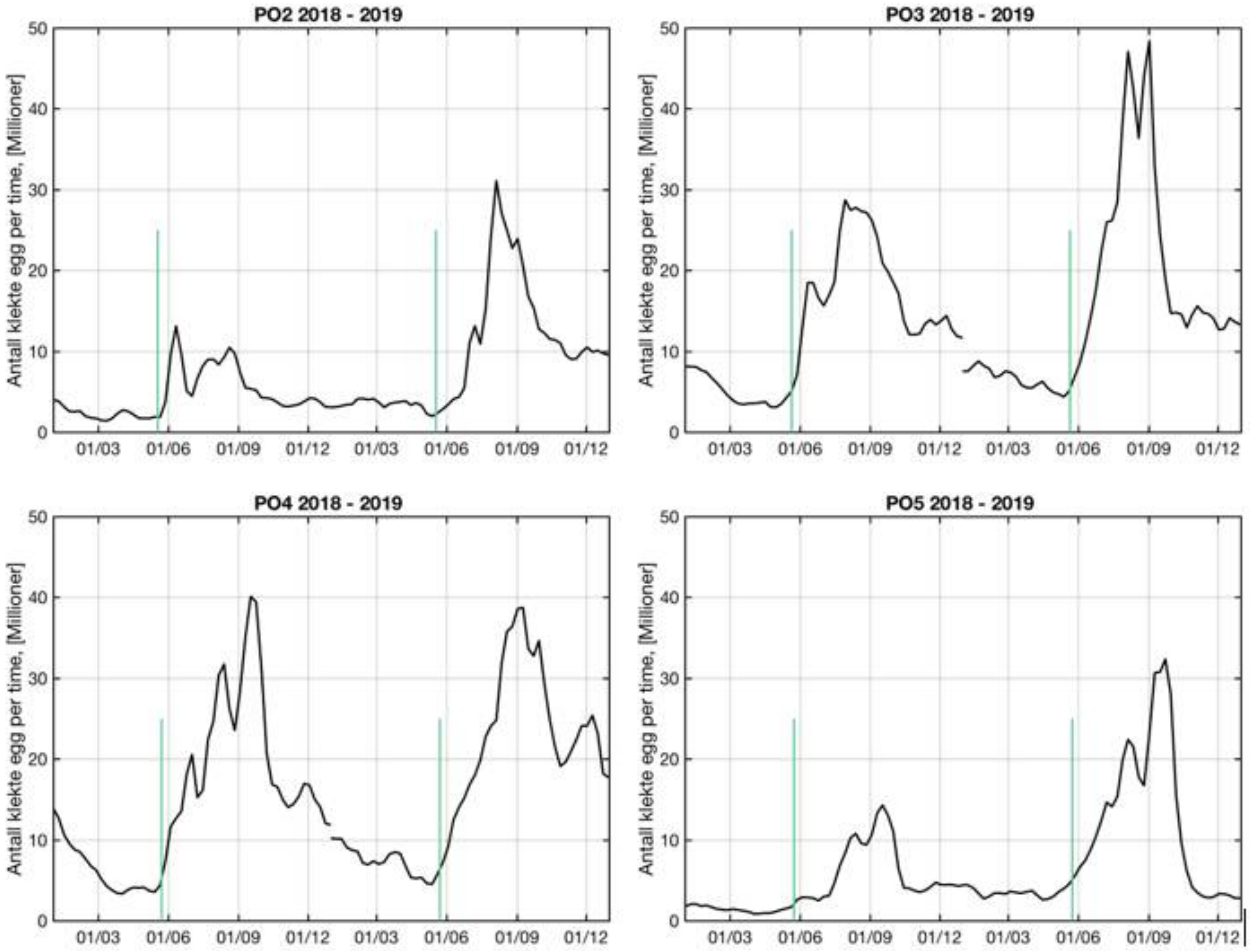
Effekten lakselus har på ville bestander av laks langs hele landet vurderes i denne rapporten opp mot antatte tålegrenser for dødelighet for individer. Derfra estimeres effekt på populasjoner. Hvor mange lus den ville fisken har fått (nivå av infestasjon) vurderes basert på overvåking av lakselus på vill laksefisk, samt på kalkulerte tettheter av smittsomme lakselus fra koblede fysisk-biologiske modeller. Tålegrenser for individer og derfra effekten på populasjonsnivå er basert på best tilgjengelig kunnskap fra laboratorie- og feltundersøkelser. Data benyttet i denne rapporten er innsamlet i tidsperioden 2010-2019 av Havforskningsinstituttet, NINA og NORCE LFI.

2 - Lakselus og miljø

Lakselus klekkes fra eggstrenger som sitter fast på hunnlus. Herifra transporteres de passivt med de omkringliggende vannmassene mens de utvikles gjennom to ikke smittsomme (nauplii) stadier før de når kopepodittstadiet hvor de er modne til å feste seg til en vertsfisk. Både utviklingen av egg og modning til det smittsomme kopepodittstadiet er sterkt avhengig av temperatur, og går raskere i varmt vann enn i kaldere. Lakselus er små og er ikke i stand til å svømme imot strømmen, men de påvirker til en viss grad transportruter ved å plassere seg vertikalt i vannsøylen. Lakselus oppholder seg nær overflaten og på denne måten sikrer de seg spredning over store områder. I tilfelle lav saltholdighet, unngår lakselus dette område ved å plassere seg dypere i vannsøylen (Heuch 1995, Crosbie mfl. 2019). Ettersom utvandrende laks fortrinnsvis svømmer i de øverste 3 meterne av vannsøylen vil område med lav saltholdighet hindre kontakt mellom lakselus og vertsfisk.

Spredningen av lus fra et oppdrettsanlegg vil være høyst variabel siden transporten av det omkringliggende vannet som kan endres over kort tid og over små avstander. Bevegelsen til vannet er avhengig av vindforhold, tidevann og elveavrenning. I fjorder observerer man i tillegg kraftige episoder med strøm inn og ut av fjorden. Disse episodene oppstår irregulært 1 til 2 ganger i måneden, og er generert av tetthetsforskjell mellom vannet i fjorden og vannet på kysten som følge av vind på kysten (Asplin mfl. 1999, 2014). Som følge av det dynamiske miljøet langs kysten kan lakselusene flyttes flere 10-talls kilometer fra utslippspunktet før den eventuelt finner seg en vertsfisk. En detaljert beskrivelse av det fysiske miljøet kan finnes i Sætre (2007) og Albretsen & Asplin (2017ab). Beskrivelsene av de fysiske forholdene (vannstrømmene, vanntemperatur og saltholdighet, hver time langs hele kysten) i denne rapporten er basert på resultat fra den hydrodynamiske modellen, NorKyst800 (Albretsen mfl. 2011, Asplin mfl. 2020).

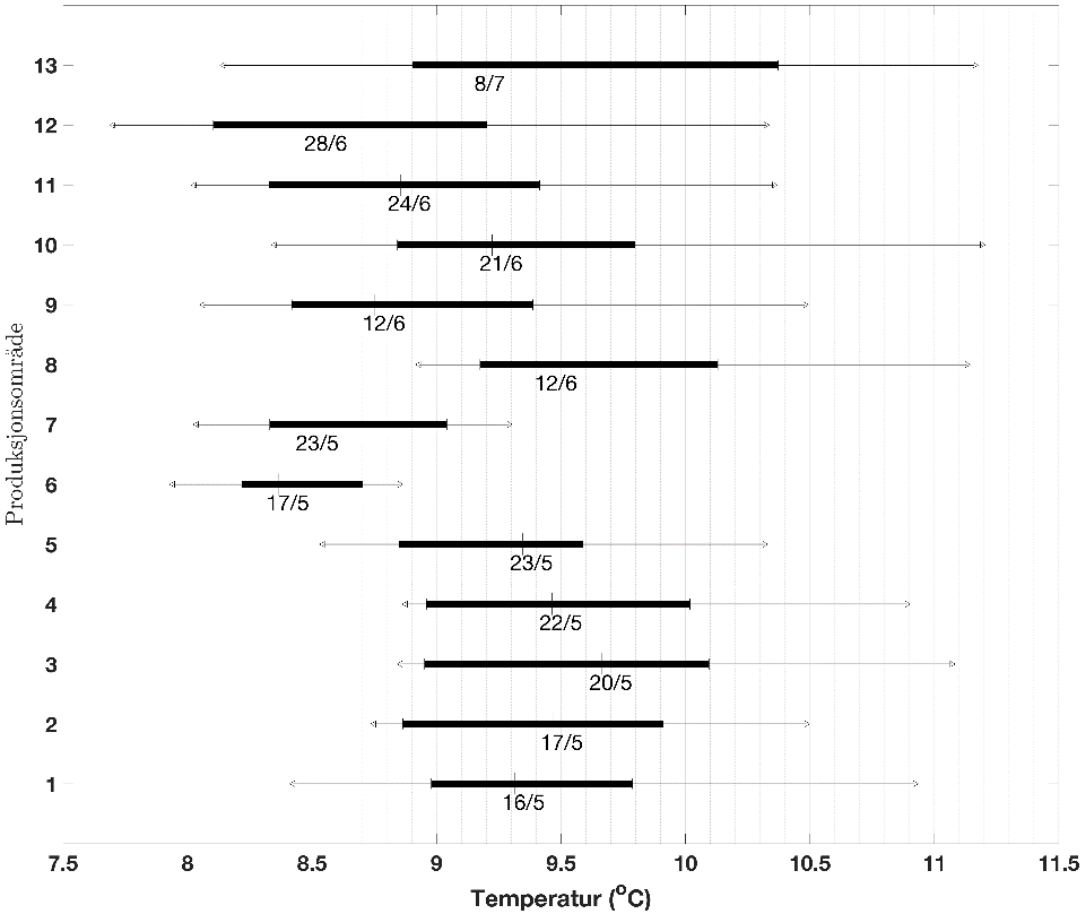
Alle oppdrettsanlegg for laksefisk i Norge rapporterer ukentlig antall lakselus på fisk når temperaturen er over 4 °C. Hvor mange lakselus som slippes fra alle anlegg blir deretter beregnet basert på innrapporterte antall voksne hunnlus per fisk, antall fisk til stede på lokaliteten og vanntemperaturen på 3 m dyp (Stien mfl. 2005, Samsing mfl. 2016, Hamre mfl. 2019). Lusedata og temperaturdata hentes fra Mattilsynet gjennom Altinn-portalen (ukentlige data), mens data for snittvekt og biomasse hentes fra Fiskeridirektoratet (månedlige data). Det generelle mønstret i utslippene følger et relativt stabilt årlig mønster knyttet til sesongmessige avlusningsregimer, produksjon og vanntemperatur (figur 1). Som følge av dette øker vanligvis utslippene av klekte nauplier fra slutten av mai, tidligst i sør grunnet raskere temperaturøkning om våren, og mot en maksimal egg- og larveproduksjon fra august til oktober avhengig av landsdel.



Figur 1. Utslipp av lakselus per time 2018 - 2019 for PO2 - PO5. Grønne vertikale linjer indikerer tid for median smoltutvandring. Se tekst for utregning.

I rapporten har vi for hvert produksjonsområde henvist til modelldata (NorKyst800) for temperatur. Dette som middeltemperatur hver måned for arealet innenfor grunnlinjen i hvert produksjonsområde på ca. 0,5 m dyp for årene 2012 - 2018. I tillegg er utbredelsen av områder med midlere saltholdighet i 0,5 m dyp mindre enn 25 vist for hver måned i perioden 2012 - 2019.

Vi har i tillegg beregnet temperaturen fra modelldata (NorKyst800) i sjøen under smoltutvandringen (figur 2) for alle 13 produksjonsområdene.



Figur 2. Fordelingen av middeltemperatur 2012-2019 for arealet innenfor grunnlinjen i hvert produksjonsområde på ca. 0,5 m dyp for tidspunkter rundt median tid for smoltutvandring. Denne datoen er vist på hver linje under median temperatur. Tykk svart strek angir spennet mellom kvartilene (25 % og 75 %), mens tynn strek angir minimums- og maksimumsverdier. Vertikalaksen angir produksjonsområdene fra sør (1) til nord (13).

Merk at i den hydrodynamisk-biologiske modellen for å estimere smittepress er både temperatur og lakselusens unnvikelse av ferskvann inkludert.

3 - Effekt av lakselus på individ og populasjon

Lakselus lever av vertens slim, skinn, muskel og blod, og påfører vertsfisken økte nivåer av stresshormonet kortisol, problemer med vann- og saltbalansen og svekker den immunologiske kapasiteten hos vertsfisken. Immunsystemet påvirkes både på vill og oppdrettet laks (Gallardi mfl. 2019), og lusesmittet fisk virker mer utsatt for virusinfeksjon (Barker mfl. 2019). Skadene på fisken blir spesielt store når lus utvikler seg fra fastsittende larve til bevegelig lus. Seineffekter som redusert vekst, svømmeevne og reproduksjon samt økt dødelighet er påvist (Grimnes & Jakobsen 1996, Bjørn & Finstad, 1997, 1998, Finstad mfl. 2000, Wagner mfl. 2003, 2004, Wells mfl. 2006, 2007, Tveiten mfl. 2010, Øverli mfl. 2014, Fjelldal mfl. 2019, 2020).

Vitenskapelig råd for lakseforvaltning har, basert på statistiske analyser, konkludert med at «Lakselus er også en betydelig bestandstrussel. Vitenskapsrådet har for første gang vist en sannsynlig effekt av lakselus på bestandsnivå i en nasjonal analyse. Beregnet årlig tap av villaks på grunn av lakselus var ca. 50 000 laks per år for årene 2010-2014, det vil si et tap av 10 % av villaksen grunnet lakselus» (Anon. 2017). De fant også at effektene av lakselus i perioden (smoltårene 2007-2013) trolig var store i Hordaland og moderate videre nordover til Sør-Helgeland og generelt små eller fraværende i resten av landet. Data indikerer at for laks er det en sammenheng mellom tetthet av gytefisk og avstand til åpen sjø for elver i Hardanger, mens det ikke ble funnet noen slik sammenheng for sjøørret (Vollset mfl. 2014). I en 26 år lang tidsserie fra elven Erriff i Irland var det etter høye lusetall i nærliggende oppdrettsanlegg > 50 % lavere antall returnerende 1-sjøvinter laks (Shephard & Gargan 2017). I en undersøkelse av tilbakevandrende laks i Skottland og England er det vist at kondisjonen til voksen laks er påvirket av antall lus den er infestert med (Susdorf mfl. 2018b). Modeller indikerte at den reduserte kondisjonen kan ha effekt på bestandsutviklingen (Susdorf mfl. 2018a).

For å beregne konsekvensen av lakselus på vill laksefisk tas det hensyn til antall lus fisken har, og hvor stor fisken er. Infestasjonen beregnes som lus/g fiskevekt. Metoden er presentert og debattert i rapporten «Forslag til førstegenerasjons målemetode for miljøeffekt (effektindikatorer) med hensyn til genetisk påvirkning fra oppdrettslaks til villaks, og påvirkning av lakselus fra oppdrett på viltlevende laksefiskbestander» (Taranger mfl. 2012). For å skille mellom utvandrende laksesmolt, førstegangsutvandrende sjøørret og sjørøye og større veteranvandrende sjøørret og sjørøye er det foreslått ulike grenseverdier for henholdsvis liten laksefisk under 150 g som representerer utvandrende laksesmolt og førstegangsutvandrende sjøørret og sjørøye, og et annet sett grenseverdier for laksefisk over 150 g som representerer veteranvandrere av sjøørret og sjørøye.

For laksesmolt og førstegangs utvandrende ørret og sjørøye er det lagt til grunn at den har høy sannsynlighet for dødelighet ved mer enn 0,3 lus per gram fiskevekt (lus/g) hvis disse utvikler seg til mobile lus. Dette er basert på best tilgjengelig kunnskap, og en antar en gradvis reduksjon i sannsynlighet for død når infestasjonstrykket synker fra 0,3 lus/g. Det benyttes bare fisk < 150 g fanget under eller rett i etterkant av forventet smoltutvandring (fra nå av referert til som *periode 1*). Dødeligheten uttrykkes som en prosentandel av populasjonen, basert på fiskens størrelse og antall lus, der den prosentvise dødeligheten ved infestasjon beregnes i de følgende grupper:

Infestasjon (lus/g)	Dødelighet (%)
<0,1	0
0,1 – 0,2	20
0,2 – 0,3	50
>0,3	100

Summen av alle gruppene gir en bestandsreduksjon (%) som klassifiseres som liten (< 10 %, grønn), moderat (10-30 %, gul) eller stor (> 30 %, rød), som utredet i Nilsen mfl. (2017). Det er andre grenser for kjønnsmodnende individer, men disse er ikke vurdert her.

Bestandsundersøkelser for laks er metodisk vanskelig blant annet fordi en som oftest ikke kjenner antall utvandrende laks. En annen metode å vurdere påvirkningen av lakselus på er å sammenligne vekst, alder ved tilbakevandring og overlevelse for utvandrende kultivert smolt beskyttet medikamentelt mot lakselus med ubeskyttet smolt. Da lakselusmidlenes virketid er begrenset til noen uker eller måneder (Stone mfl. 1999, Glover mfl. 2008, 2010) antas det at forskjeller i overlevelsen i sjø mellom behandlet og ubehandlet fisk er forårsaket av at den ubehandlede fisken blir infestert av lakselus. Det antas at laksen er mest sårbar i den første fasen av utvandringen, både på grunn av de fysiologiske utfordringene overgangen fra fersk til sjøvann medfører (Strand & Finstad, 2007, Strand mfl. 2011, Thorstad mfl. 2012) og på grunn av predasjon (Hvidsten & Lund, 1988, Handeland mfl. 1996). Lakselus kan også påvirke vertsfiskens atferd og svømmeevne negativt (Øverli mfl. 2014, Bui mfl. 2016), og øke sannsynligheten for å bli spist (Godwin mfl. 2015, Peacock mfl. 2015). Laksens overlevelse i sjø kan variere betydelig mellom år, sannsynligvis på grunn av naturlige svingninger i økosystemet. Data fra slippforsøk i Norge (med behandlet og ubehandlete grupper) har vist at effekten av lakselus varierer med den generelle overlevelsen til utsettingsgruppene i sjø (Vollset mfl. 2016). Når overlevelsen av smolt i sjø var høy, hadde ikke lakselus noen statistisk negativ effekt, men når overlevelsen var lav, økte overlevelsen i de behandlete gruppene. Den gjennomsnittlige dødeligheten av smolt fra klekkeriet i Daleelva (i Osterfjorden) forårsaket av lakselus var ca. 15 % i perioden 1997 til 2009 (Skilbrei mfl. 2013). Dette er sammenlignbart med anslaget på 18 % i den større metaanalysen gjort i ettertid med data fra flere forsøk (Vollset mfl. 2016). I nesten alle årene var tendensen at ubehandlet smolt var litt mindre (~0,1 kg) når den kom tilbake som smålaks etter ett år i sjø. Dette antyder at det har vært lakselus til stede i utvandringsruten de fleste årene, også når det ikke har vært noen signifikant forskjell i overlevelse mellom gruppene. I et nylig publisert slippforsøk med beskyttet vs ubeskyttet kultivert Etnelaks, var effekten av beskyttelsen betydelig høyere for fisk sluppet i perioder med mer lus i sjøen sammenlignet med de sluppet i mai (Bøhn mfl. 2020).

Så lenge behandlingen ikke forstyrrer fisken på andre måter, vil slike eksperimenter gi en idé om effektene av lus på hele bestander, men det kan være en rekke feilkilder eller metodefeil man ikke kan kontrollere i denne type forsøk slik som at virkestoffet ikke har 100 % effekt, at virkestoffet i seg selv har en negativ effekt, at lakselus har utviklet lavere følsomhet eller resistens mot virkestoffet, samt at det er knyttet usikkerhet til smittepresset som fisken har vært disponert for. I tillegg er det en rekke grunner til at forsøk med kultiverte smolt ikke er 100 % overførbare til villfisk i en gitt region og år. Dette kan for eksempel komme av at kultivert smolt blir sluppet og vandrer på et annet tidspunkt enn villfisk, at effekten av lus er størrelsesavhengig (kultivert smolt er vanligvis større enn vill smolt), eller at atferden avviker vesentlig. Studier indikerer at vandringsadferden til kultivert laksesmolt virker å være sammenlignbar med vill laksesmolt gjennom fjorder (Urke mfl. 2013). Derimot er det vanligvis ikke unormalt at overlevelsen og tidspunktet for vandring avviker. Utsett av kultivert smolt er en viktig tilnærming for å gi innsikt i hvordan parasitter påvirker overlevelsen i sjø hos vill smolt, men man må være forsiktig med å overføre resultatene direkte fra kultivert fisk til villfisk.

For sjøørret viser undersøkelser at påslag av lakselus både kan øke dødeligheten og kan endre fiskens atferd. I motsetning til laks, hvor smolten vandrer til oppvekstområder i havet og først returnerer til kysten når de er kjønnsmodne, oppholder sjøørret og sjørøye seg i fjordene og på kysten gjennom en lengre periode. I Sør-Norge varer beiteperioden gjerne over 3 mnd., men beiteperioden er kortere i Finnmark (Karlsen mfl. 2016). De er derfor normalt utsatt for luseinfestasjon i mye lengre perioder enn laksesmolten. Sjøørret smoltifiserer og vandrer ut i fjordene på beitevandring sent på våren og om sommeren. Veksten til sjøørret er normalt betydelig bedre i sjø enn i ferskvann, og økt vekst fører til større fisk som har mindre sannsynlighet for å bli spist og

høyere reproduktiv suksess (Stearns 1992, Roff 2002). Tapt tilvekst og økt dødelighet kan medføre at fordelen med å beite i sjø avtar. En større studie av sjøørret i Irland og Skottland viste at sjøørret fanget nært oppdrettsanlegg hadde mer lakselus. Dette var spesielt tydelig i varme år, og den luseinfesterte sjøørreten hadde også dårligere kondisjon (Shephard mfl. 2016). Overlevelsen til lakselus faller med minkende saltholdighet (Gravil, 1996, Wright mfl. 2016), og sjøørret kan derfor oppsøke ferskere vann for å kvitte seg med lus. Prematur tilbakevandring av ørret med betydelige infestasjoner og hudskader er observert (Birkeland & Jakobsen, 1997, Serra-Llinares mfl. 2018, 2020) Omfattende litteraturstudier av effekter av lakselus på sjøørret er nylig publisert (Thorstad mfl. 2015, 2016). De siste årene er det gjort flere adferdsforsøk med akustisk merket sjøørret. I Etne er det gjort undersøkelser av atferden til sjøørret beskyttet mot lakselus i 2012-2014. Generelt brukte ørreten et større beiteområde og tilbragte mer tid i sjøen i år med lavt infestasjonspress (Halttunen mfl. 2018), men det ble ikke funnet noen effekt på dødelighet på fisk med snittvekter på 190-302 g. I et forsøk i Hordaland ble nesten 20 % av oppvandrende luseinfesterte veteranvandrere funnet døde innen en uke, trolig grunnet soppangrep (Birkeland, 1996). I en nylig studie i Sandnesfjord ble det observert signifikante forskjeller i dødelighet mellom luseinfiserte fisk og en kontrollgruppe, hvor luseinfiserte fisk hadde nesten 3 ganger høyere dødelighet enn kontrollfisk. I tillegg brukte luseinfisert fisk betydelig kortere tid til beite i sjø (18 vs 100 dager) og oppholdt seg nærmere elvemunningen (Serra-Llinares mfl. 2020).

4 - Metodene for overvåking av lakselus på vill laksefisk

I hver av de 13 produksjonsområdene er det gjennomført overvåking av antall lakselus på vill laksefisk. Overvåkningen bygger på både observert mengde lus på fanget fisk, og beregnet foredling av lus fra fysisk-biologiske modeller. Observasjonene av lus på vill fisk blir gjennomført ved hjelp av 3 ulike metoder:

- Observert lus på sjøørret/sjørøye fanget med ruse og garn.
- Observert lus på utvandrende postsmolt laks fanget med trål.
- Observert lus på postsmolt av oppdrettet laks i vaktbur.

I tillegg til observasjoner er det de siste 10-15 år gjort en betydelig innsats på å utvikle et modellsystem som beregner konsentrasjonen av lakselus langs hele kysten. Etter at naupliene er klekket ut i vannmassene opplever de temperatur, saltholdighet og strøm i den posisjonen de befinner seg. Basert på tilgjengelig kunnskap om biologi, adferd og dødelighet blir det beregnet hvordan lusen sprer seg i vannmassene, først som ikke-smittsomme nauplier og videre som smittsomme kopepoditter. Sluttproduktet er tetthet (antall per kvadratmeter) av smittsomme kopepoditter langs hele kysten en gang i timen. Det er oftest stor variasjon i tettheten av kopepoditter både i tid og rom, med en klar tendens til oppsamling langs land, og i fronter og virvler. Det er også en kraftig økning utover våren/sommeren. Konsentrasjonen av kopepodittene er summert over de 2 øverste meter, hvor det er antatt at postsmolten befinner seg. Hver uke regnes tettheten av lakseluslarver ut langs hele kysten de siste ti dagene. Resultatene presenteres på www.lakselus.no. En mer detaljert beskrivelse kan finnes i Sandvik mfl. (2016, 2017a, 2020), Myksvoll mfl. (2018) og Asplin mfl. (2020) og referanser som er gitt der.

For å tolke hva konsentrasjonen av kopepoditter svarer til av påvirkning på vill fisk er det videreutviklet to modellprodukter:

- Modellert område hvor fisk vil oppleve forhøyet smittepress i løpet av en gitt periode Produktet kalles ROC (Relative Operating Characteristic), etter metoden som er benyttet.
- Modellert utvandring av lakse-postsmolt med påslag av lakselus og estimert luserelatert dødelighet for fisk fra enkelt-elver (Virtuell smoltmodell).

Følgende gir en beskrivelse av de ulike metodene, samt en vurdering av deres styrker og svakheter.

4.1 - Observasjonsmetoder

4.1.1 - Observasjonsmetode 1: Ruse og garnfangst av sjøørret og sjørøye

Årlig gjennomføres det fangst av sjøørret og sjørøye med bruk av ruse (Barlaup mfl. 2013), supplert med flytegarn (16-21 mm maskevidde). Oppstart av fisket legges i tid noe etter forventet median utvandringstid for området slik at fisken vil ha hatt tid til å bli smittet. Vi antar at utvandringstiden for sjøørret og laks er identisk. Oftest foretas det ett nytt fiske litt senere (*periode 2*), med start 1 uke etter slutten av periode 1. Fisket i periode 2 gjøres for å fange opp det akkumulerte smittepresset sjøørret og sjørøye opplever utover beiteperioden. Det bør merkes at dette fisket avsluttes tidligere enn forventet tid for normal tilbakevandring for sjøørret, og tar ikke høyde for eventuell prematur tilbakevandring. Erfaringsmessig står det langt færre fangbare fisk i sjøen utover sommeren spesielt i områder med høy oppdrettsintensitet. Andelen gjenfangst i rusene er normalt ganske lav (< 5 %) (Arechavala-Lopez mfl. 2016).

Observasjonene dekker ikke hele beiteperioden for sjøørret eller røye, de er fortrinnsvis lagt opp til rett etter smoltutvandringen, og deretter inntil en mnd. etter dette. Beiteperioden for sjøørret varierer, men observasjoner indikerer lengre beiteperiode i sør enn nord. Grafene som viser estimert dødelighet inkluderer informasjon om

estimert median utvandring for laks, og selv om dette varierer en del antar vi at sjøørret vandrer ut på omtrent samme tid.

Ved garnfangst røktes det kontinuerlig for å unngå at fisken dør i garnet. I sammenlignende undersøkelser er gjennomsnittlig antall lus lavere på garnfanget fisk enn i ruse (Grøn 2016), trolig skrapes noe lus av under fangsten. Det skilles likevel ikke på metodene i vurderingen av områdene. Garnfangst er størrelsesselektiv basert på maskestørrelse.

For begge metodene telles lus utelukkende i felt rett etter at fisken er fanget. Dette da upubliserte sammenlignende undersøkelser har indikert at det telles færre lus om fisken tas inn i laboratoriet for senere tellinger, og det er spesielt de minste stadiene som mangler ved tellingen i laboratoriet. I laboratoriet ble det talt 40 - 50 % av det som ble observert i felt for kopepoditter og chalimus 1, differansen var mindre for de eldre stadiene (15 - 25 % færre talt i laboratoriet).

For å estimere dødeligheten på den fangede fisken benyttes tabellene for tålegrenser basert på antall lakselus og fiskens vekt (lus/gram fiskevekt). All lus telles, og effekten er basert på forholdet mellom antall lus og størrelsen på fisken. Estimert dødelighet er oppgitt med konfidensintervaller. Disse dataene er primært beskrivende for infestasjonen på sjøørret og sjørøye.

I den første perioden hvor fokus er førstegangsutvandrere benyttes bare fisk < 150 g. Alle lusestadier benyttes. Storparten av lusene på fisken i denne perioden er tidlige stadier.

4.1.2 - Observasjonsmetode 2: Trålfangst av utvandrende postsmolt laks

For å dokumentere effekten av lakselus på postsmolt av laks, tråles det etter postsmolt i utvandringsruten for laks. For å unngå at fisken taper lus under fangst benyttes en spesialutviklet trål hvor laksen sorteres inn i et akvarium (Holst & McDonald 2000). Det tråles i de ytre delene av fjordene for at fisk som kommer fra de ytre elvene skal være med i datagrunnlaget. Dette betyr at fisken er fanget før den har vandret hele ruten mellom elv og hav, og vil derfor være underestimater av den totale smitten fisken opplever. All lus telles, og effekten er basert på forholdet mellom antall lus og størrelsen på fisken. Trålingen slik den utføres i dag fanger i liten grad sjøørret, dog varierer dette med hvor det tråles, og sjøørreten som fanges er ofte relativt stor. En sammenligning av trålt laks og sjøørret viste at trålfanget sjøørret oftest har mer lus en laks (Vollset mfl. 2017).

Det er ulik størrelse på fisken som vandrer ut, og for en gitt infestasjon vil den minste fisken påvirkes mest. Det er derfor en sannsynlighet for en størrelsesselektiv dødelighet. I tillegg er den minste fisken mest sårbar for predasjon siden den har noe lavere svømmehastighet, og generelt mindre energireserver. Det har vært antatt at svømmeevnen til fisk er påvirket av om den er smitte med lus. De forsøkene som er gjort indikerer at det er en liten effekt (Wagner mfl. 2003, Bui mfl. 2016), men om dette har noen praktisk betydning for trålunnvikelse er ikke kjent. Mye av fisken som fanges med trål har lite eller ingen lus.

4.1.3 - Observasjonsmetode 3: Vaktbur med kultivert smolt

I enkelte fjordsystem settes det ut vaktbur med kultiverte postsmolt (Bjørn mfl. 2011, Pert mfl. 2014). Vaktburene som vi bruker er ca. 1 m^3 lukkede merder hvor toppen henger rett under overflaten og 1 m nedover, dekkende for leveområdet til sjøørret og utvandrende postsmolt laks som oppholder seg fra 1 - 3 m (Plantalech Manel-La mfl. 2009, Flaten mfl. 2016, Eldøy mfl. 2017). I burene settes det ut 30 postsmolt av laks som står ute i ca. 2 uker før fisken tas opp og lus telles. I noen systemer gjentas dette med to utsett, slik at burene står ute litt før, og noe etter forventet smoltutvandring i området. Verdiene brukes for å vurdere smittepresset i området, og for å vurdere mellomårlig variabilitet i området. Da fisken er holdt i bur, og ikke svømmer fritt i vannmassene, er verdiene ikke direkte overførbare til smitte på vill fisk. Fordelen med denne type data er at man har kontroll på

sted og tidsrom hvor smitten har skjedd, og derfor brukes vaktbur også for å kalibrere modellvurderingen av område hvor fisken vil bli påvirket av lus (ROC).

4.2 - Modellmetoder

4.2.1 - Modellmetode 1: ROC - Relative Operating Characteristic

For å beregne i hvilke områder det er høyt, middels og lavt smittepress har vi benyttet en metode kalt «Relative Operating Characteristic» der informasjon om antall lus på fisken i vaktburene ble benyttet til kalibreringen. Metoden er beskrevet tidligere (Mason 2003, Sandvik mfl. 2016, 2017cb, 2020) og vi kaller den ROC i denne kunnskapsstatusen.

4.2.1.1 - Laksesmolt:

For å se på hvor det er høyest tetthet av lakselus under tiden for utvandring av postsmolt laks, har vi summert tetthet av kopepoditter fra antatt tidspunkt for 50 % utvandring og 30 dager frem i tid. Dette konsentrasjonsfeltet har så blitt regnet om til kategorier ved hjelp av ROC metoden.

ROC kartene kan lettest tolkes tilsvarende resultatet fra virtuelle vaktbur som har vært utplassert i et finmasket rutenett i alle fjordsystemene og langs kysten. Fargene tolkes som at villfisken som oppholder seg i områder med høyt smittepress (rødt) i 30 dager fra median tid for utvandring, mest sannsynlig vil få på seg mer enn 6 lus, mens laks som oppholder seg i område med lavt smittepress (grønn) vil få på seg mindre enn 2 lus. I områder med middels smittepress vil den få på seg mellom 2 og 6 lus. Metoden benyttes som et supplement til den virtuelle smoltmodellen som er beskrevet under.

Det er også beregnet en indeks som gir et objektivt mål på andel av arealet med sannsynlighet for høyt påslag av lakselus.

I = (Areal Rød (30 dager) + 0.5*Areal Gul (30 dager))/ Areal antatt leveomårde,

der ”*Areal Rød (30d)”* og ”*Areal Gul (30d)*” er henholdsvis størrelsen på det røde og gule området summert over 30 dager, og ”*Areal antatt leveområde”* er totalarealet avgrenset av en linje som ligger 9,6 km fra land. I trafikklyssystemet kategoriseres denne indeksen i lav, moderat og høy basert på grenseverdiene I<10 %, I = 10-30 % og I>30 %. Arealet er beregnet for glidende 30 dagers perioder fra 1. april til 1. august, og presentert i grafer for årene 2012 - 2019.

Arealet er i ulik grad dekkende for vandringsruten for laks, og grafen brukes derfor primært til å si noe om endringer mellom år og utvikling innen ett år. Grafen sammenholdes med ROC kartene som indikerer hvilke områder som er påvirket.

4.2.1.2 - Ørretsmolt:

For å se på hvor stor andel av arealet i produksjonsområdet som blir utilgjengelig for beitende sjøørret har vi benyttet samme metode som over, men siden ørreten naturlig beiter i fjordene ut over sommeren, og normalt er noe større enn laks, knytter det seg en del usikkerhet til tålegrenser og endret adferd som følge av lakseluspåslag. I sjøørretrapporten (Appendiks X til “Trafikklysrapporten 2019”, “Vurdering av lakselusindusert villfiskdødelighet per produksjonsområde i 2019”) er det foreslått en metode for å beregne redusert marint leveområde (RML) og redusert marin tid (RMT). I Sjøørretrapporten er det lagt til grunn at ørreten er større (50 g), og at det er en dødelighet på lakselus fra påslag til de mer skadelige premature stadiene (40 %). Størrelsen på førstegangsutvandrende sjøørret varierer, og er påvirket av om det er innsjøer. Lengre tidsserier indikerer at smoltstørrelsen på laks og sjøørret ikke er vesentlig ulike i elver som Guddal (Hardangerfjorden) eller Halselv (Altafjorden) (Jensen mfl. 2012, Harvey mfl. 2020), men fisken vil vokse noe utover sommeren, og i sjøørretrapporten er det lagt til grunn en viss vekst. Utvandringstidene for førstegangsutvandrende sjøørret/sjørøye er antatt å være omtrent som for laks (Jensen mfl. 2012, Harvey mfl. 2020).

Selv om en beholder grensen for påvirkning (0,1 lus/g) og dødelighet eller prematur tilbakevandring (0,3 lus/g) slik som i denne rapporten, vil tålegrensen basert på antall lakselus være betydelig høyere for større fisk. Gitt at ørret/røye vil vokse noe gjennom sesongen, vil grensene 2 og 6 lus som benyttet i ROC metoden trolig være for lave. På den annen side er normalt beiteperioden for sjøørret betydelig lengre enn 30 dager. Siden denne metoden fortsatt er under utvikling, har vi i denne rapporten valgt å benytte modellproduktet til å 1) diskutere om observert lus på sjøørret bare gjelder lokalt eller om det er sannsynlig at verdiene gjelder for et større geografisk område, og 2) se på tidsutvikling og mellomårlig variasjon i indeksen.

4.2.2 - Modellmetode 2: Virtuell smoltmodell

Med formål å tolke hva lakseluskonsentrasjonen fra lusemodellen utgjør i smitte på utvandrende postsmolt fra laks, er det utviklet en virtuell modell for utvandrende laks. Modellen følger virtuell fisk i vandringen fra elv til hav, og er koblet til konsentrasjonen av lakselus fra lakselusmodellen. Ved å beregne sannsynlig påslag av lakselus hver time gjennom hele utvandringen, estimerer modellen hvor mange lakselus fisk fra hver lakseførende elv vil ha fått på seg før de når åpent hav.

Mengden lus på den virtuelle smolten er kalibrert mot observert mengde lus på trålfanget utvandrende postsmolt av laks, hvor fiskens opprinnelse er kartlagt ved hjelp av genetiske metoder. Fordelingen av lus på den virtuelle smolten er vist i boksplott, her er et likt antall modellfisk fra alle elvene brukt i beregningen, resultatet er ikke skalert etter størrelse/bestandsstørrelse mellom elvene.

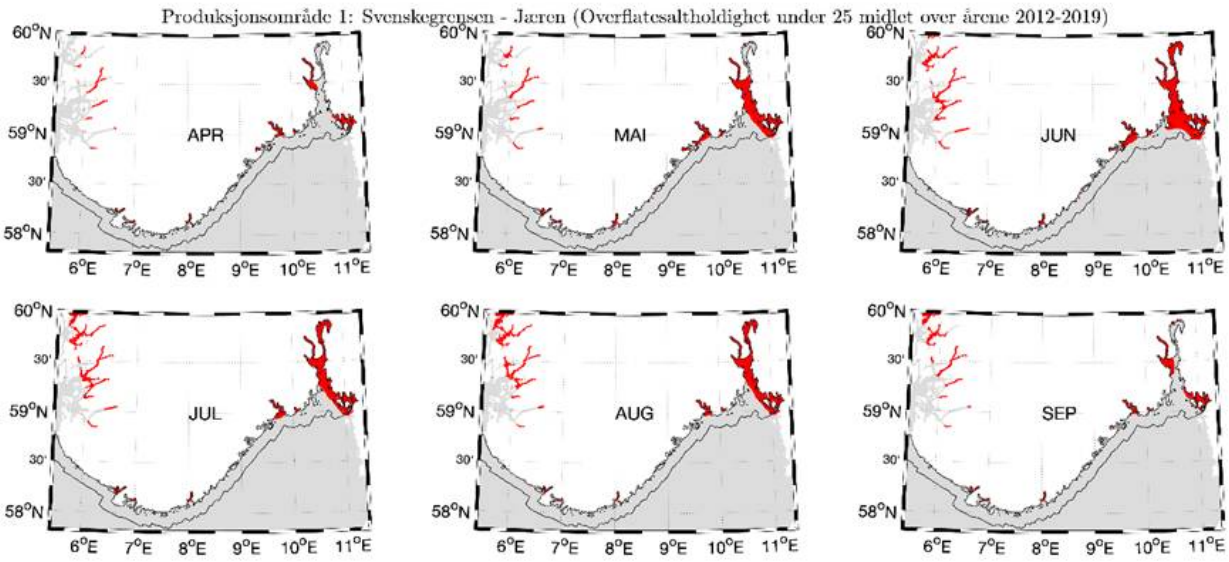
Ved å bruke tålegrensene for laks og å anta at all fisk er 20 g, har vi beregnet dødelighet for den utvandrende laksen for alle lakseførende elver i landet (Johnsen mfl. 2018). Dødelighetsestimatene er presentert i kart for 2018 - 2019, samt som snitt av alle elvene (uavhengig av smoltproduksjon) i kapittel 3.2.3, hvor dødeligheten er klassifisert som lav (< 10 %) markert som grønn, middels (10 % - 30 %) markert med gult, og høy (> 30 %) markert med rødt. Metoden er ny og under fagfellevurdering, vi har likevel vurdert det som at disse modellresultatene kan tilføre informasjon om lusebelastning og dødelighet for fisk fra de ulike elvene, og har valgt å inkludere resultatene.

5 - Status og utvikling i smitte av lakselus i produksjonsområdene (PO)

5.1 - PO 1 Svenskegrensen til Jæren

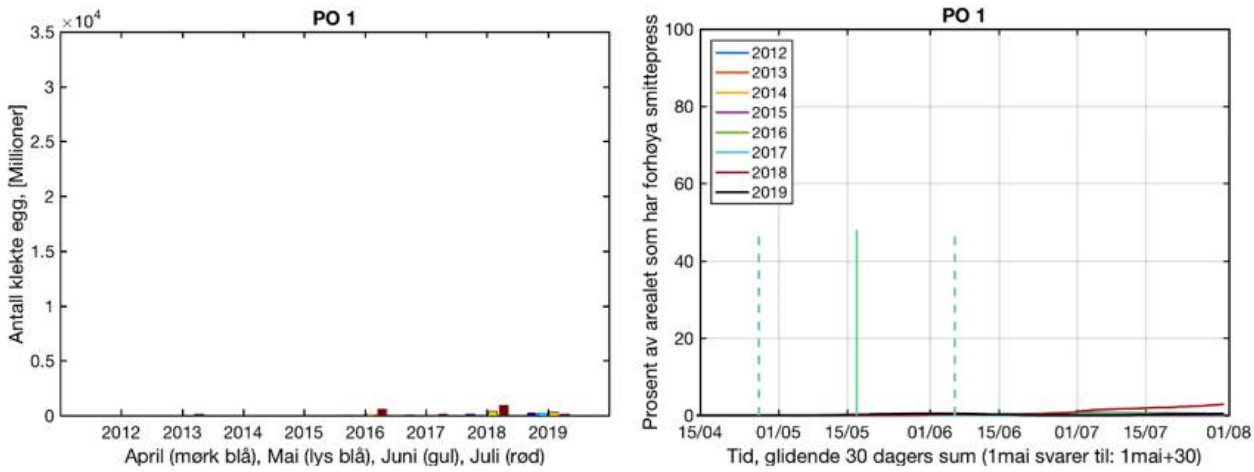
Temperaturen i snitt for hele produksjonsområdet på 0,5 m dyp i mai, som dekker utvandringsperioden for postsmolt av laks varierer mellom 7,9 og 10,9 °C (figur 1), mens i juni – september ligger den mellom 12 og 18 °C (figur 2). Temperaturen er derfor gunstig for lakselus i utvandringsperioden for postsmolt av laks og for beitende sjøørret.

Det er noen fjorder hvor ferskvannslaget i de øvre meterne indikerer at lakselus vil trekke ned (figur 3), men lengden på fjordene gjør at det vil ha liten beskyttende effekt for utvandrende postsmolt av laks, og det er normalt få områder hvor sjøørreten vil være beskyttet.



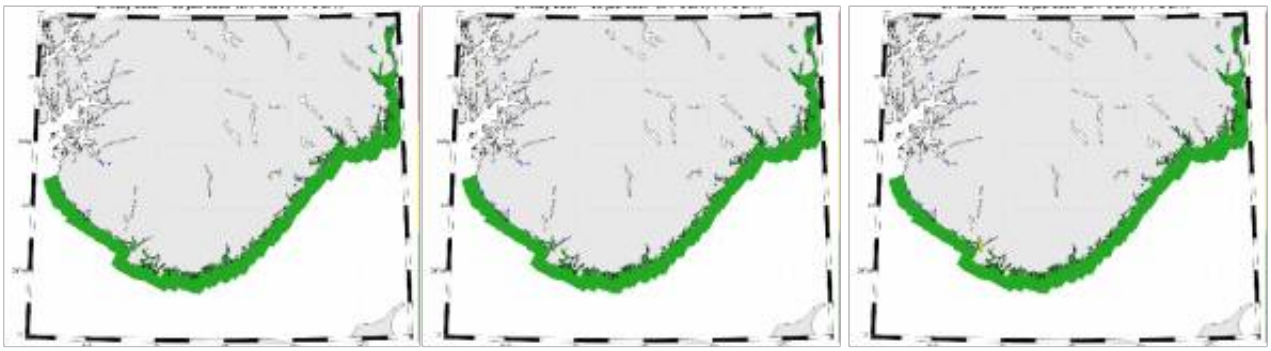
Figur 3. Områder (rødt) hvor saltholdigheten er under 25 midlet over årene 2012 - 2019. Beregnet vha. strømmodellen NorKyst800.

Utslippene av klekte lakselus i området er relativt lavt, med en relativt jevn økning i april og mai i årene 2012 - 2019 (figur 4). Kun en liten andel av arealet har så høy tetthet av lakselus at det påvirker villfisken som oppholder seg der negativt (figur 4).



Figur 4. Utslipp av lakselus fra alle aktive oppdrettsanlegg i produksjonsområdet summert for måned (venstre) og andel av areal med forhøyet tetthet av lakselus for en fisk som vandrer ut en gitt dato. Verdien leses slik at dette er andelen av arealet med forhøyet tetthet fra dato fisken vandrer ut og de påfølgende 30 dagene. Heltrukken vertikal linje markerer tid for median utvandring, stiplet linje markerer tid for siste dato for utvandring (20 dager før og etter 50 % utvandring).

ROC kartene som viser hvilke områder som har forhøyet tetthet av lakselus akkumulert over 30 dager sentrert rundt median tid for utvandring for produksjonsområdet indikerer ingen områder med forhøyet smittepress noen av årene 2017, 2018 eller 2019 (figur 5).

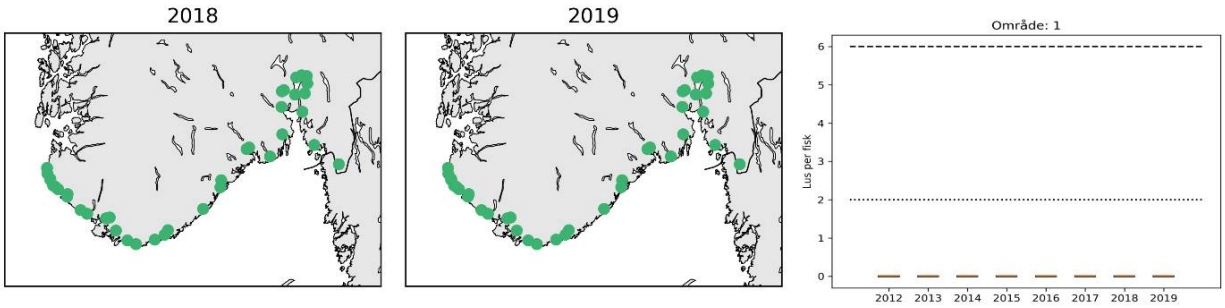


Figur 5. Figurene viser områder med forhøyet tetthet av lakselus akkumulert over en mnd. Røde områder indikerer at fisk som oppholder seg der sannsynligvis vil smittes med mer enn 6 lus (dødelig dose for en 20 g fisk), gult indikerer at fisk som oppholder seg der sannsynligvis vil smittes med mellom 2 og 6 lus per fisk, mens grønn områder indikerer at fisken sannsynligvis smittes med mindre enn 2 lus per fisk.

Utviklingen av lakselus på de ulike fangststasjonene i PO1 viser at det som regel er liten sannsynlighet for dødelighet spesielt for førstegangsutvandrende smolt, men også senere i sesongen for beitende sjøørret (figur 6). I to tilfeller har det vært relativt høye lusetall på sjøørreten uten at dette kan tilskrives oppdrettsaktivitet. Vi antar at dette skyldes en naturlig episodisk oppblomstring. Økningen i lus i Flekkefjordområdet skyldes trolig lokal oppdrettsaktivitet. Andelen av området dette utgjør er liten.

Figur 6. Sannsynlighet for lakselusrelatert dødelighet (med konfidensintervaller) på alle stasjonene undersøkt. Stasjoner med antall fisk fanget < 10 er utelatt. Stiplet vertikal linje markerer tid for forventet median utvandring. Beregningene inkluderer kun fisk < 150 g, og for all fisk fanget.

Estimatene fra den virtuelle smoltmodellen viser at det er liten lakselusrelatert dødelighet på utvandrende smolt (figur 7). Den lave dødeligheten har vært stabil over tidsperioden 2012 - 2019.



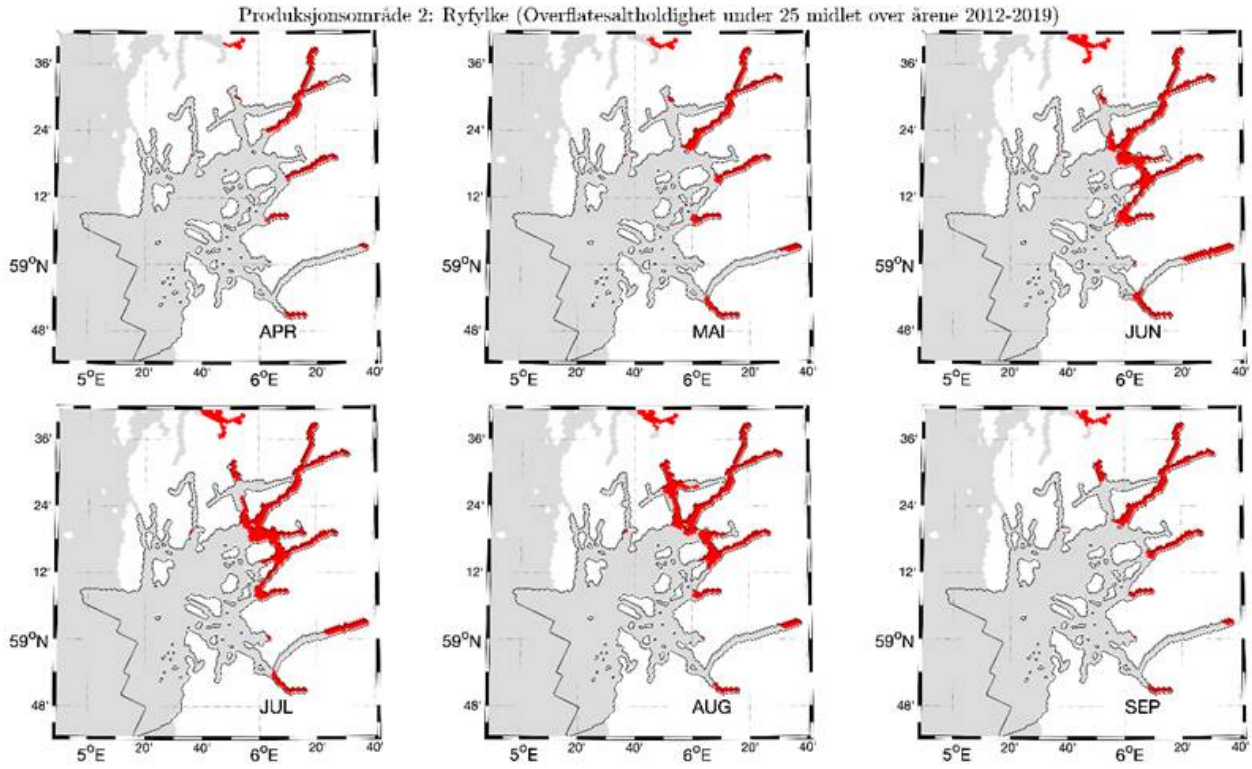
Figur 7. Figuren (venstre) viser estimert dødelighet for laksesmolt fra elvene i 2018 - 2019 i produksjonsområdet ved antatt utvandringstid (grønn < 10 %, gul 10-30 % og rød > 30 %), samt snitt antall lus per fisk for alle elvene i tidsperioden 2012 - 2019. Se tekst for forklaring av utregningene.

5.2 - PO 2 Ryfylke

Temperaturen på 0,5 m dyp innenfor grunnlinjen rundt median tid for smoltutvandringen 2012 - 2019 indikerer temperaturer mellom 8,6 og 10,5 °C. Utover sommeren øker denne, og snittet for månedene juni-september ligger mellom 11 og 17 °C. Temperaturen er derfor gunstig for lakselus både under smoltutvandringen og i beiteperioden for sjøørret.

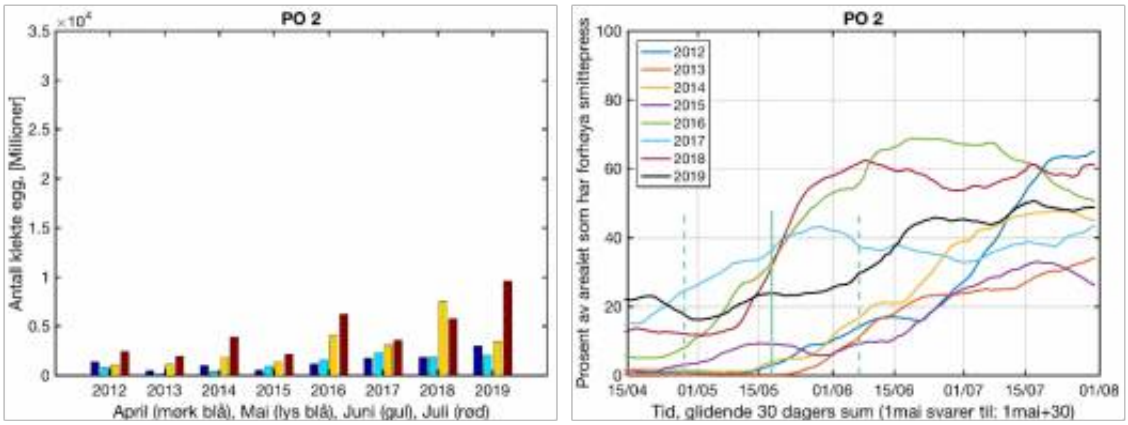
Utbredelsen av området med lav saltholdighet på 0,5 m dyp omfatter normalt de indre delene av fjordene, mens saltinnholdet øker utover fjorden (figur 8). Modellene antyder også at det stort sett er de indre delene av

fjordene som har så lav saltholdighet at dette vil være gunstig for laksefisk som oppholder seg i de øvre meterne.



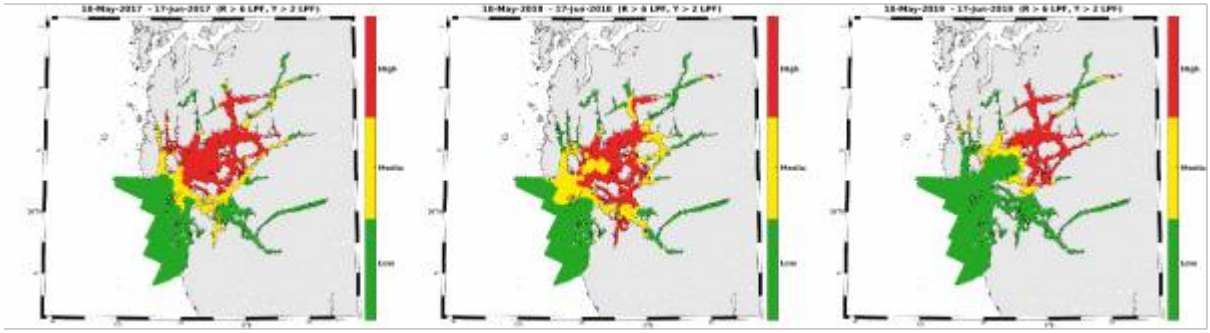
Figur 8. Områder (rødt) hvor saltholdigheten er under 25 midlet over årene 2012 - 2019. Beregnet vha. strømmodellen NorKyst800.

Utslippene av lakselus i området er høyere i 2016 - 2019 enn 2012 - 2015 for april og mai (som er de viktigste for utvandrende laks i området (Figur 9), gitt en forventet median utvandringstid medio mai). Utslippene er i juni-juli økende årene 2016 - 2019, som indikerer økende smittepress for beitende sjøørret. Fordelingen av lus gitt utslippene vist ovenfor indikerer at andelen av areal med forhøyet smittepress for fisk som vandrer ut før median utvandring (heltrukket vertikal linje i figuren) forble under 10 % i årene 2012 - 2015, men etter dette har andelen økt til over 20 % ved median smoltutvandring i 2016 - 2019 (figur 9).



Figur 9. Utslipp av lakselus fra alle aktive oppdrettsanlegg i produksjonsområdet summert for måned (venstre) og andel av areal med forhøyet tetthet av lakselus for en fisk som vandrer ut en gitt dato. Verdien leses slik at dette er andelen av arealet med forhøyet tetthet fra dato fisken vandrer ut og de påfølgende 30 dagene. Heltrukken vertikal linje markerer tid for median utvandring, stiplet linje markerer tid for siste dato for utvandring (20 dager før og etter 50 % utvandring).

ROC kartene indikerer områdene med forhøyet tetthet av lakselus akkumulert over 30 dager fra median tid for utvandring for produksjonsområdet (figur 10). I produksjonsområdet indikerer kartene at det er høyest tetthet av lakselus rett etter median utvandring av laks i de nordøstlige områdene av Boknafjorden, men også at utbredelsen varierer mellom år.

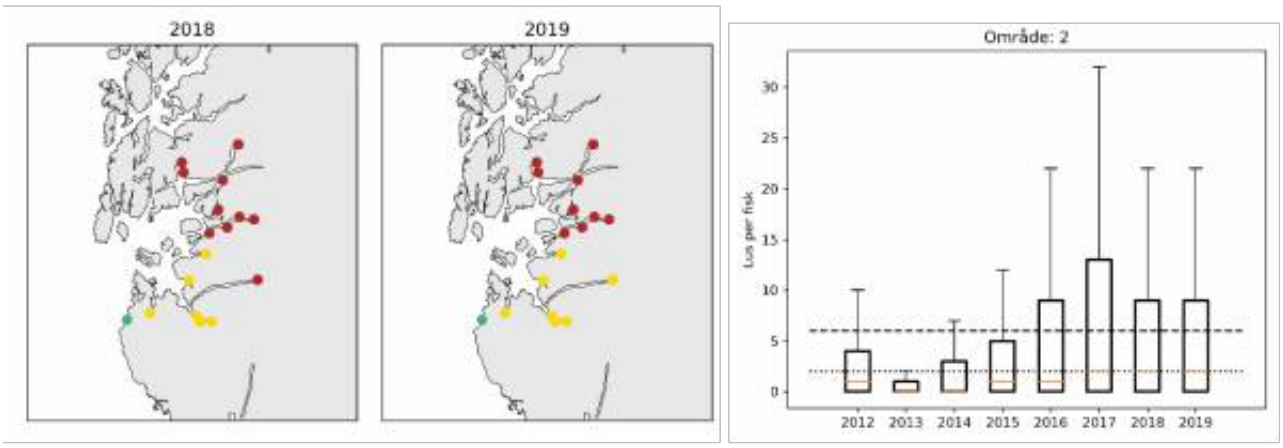


Figur 10. Figurene viser områder med forhøyet tetthet av lakselus akkumulert over en mnd. Røde områder indikerer at fisk som oppholder seg der sannsynligvis vil smittes med mer enn 6 lus (dødelig dose for en 20 g fisk), gult indikerer at fisk som oppholder seg der sannsynligvis vil smittes med mellom 2 og 6 lus per fisk, mens grønn områder indikerer at fisken sannsynligvis smittes med mindre enn 2 lus per fisk.

Overvåkingen av lakselus på sjøørret med garn og ruse fra 2011 viser at i perioden rett etter utvandringen (periode 1) ble det estimert liten forhøyet lakselusrelatert dødelighet for utvandrende postsmolt før i 2016 (figur 11), da det var økte verdier både på nord- og sørsiden av Boknafjorden. Dette har i stor grad vedvart i 2017 og 2018, mens det er lavere estimater i 2019. For den beitende sjøørreten (tolket fra observasjonene senest i sesongen, periode 2), ble det estimert moderat og oftest høy lakselusrelatert dødelighet 2014 - 2018, moderat i 2019.

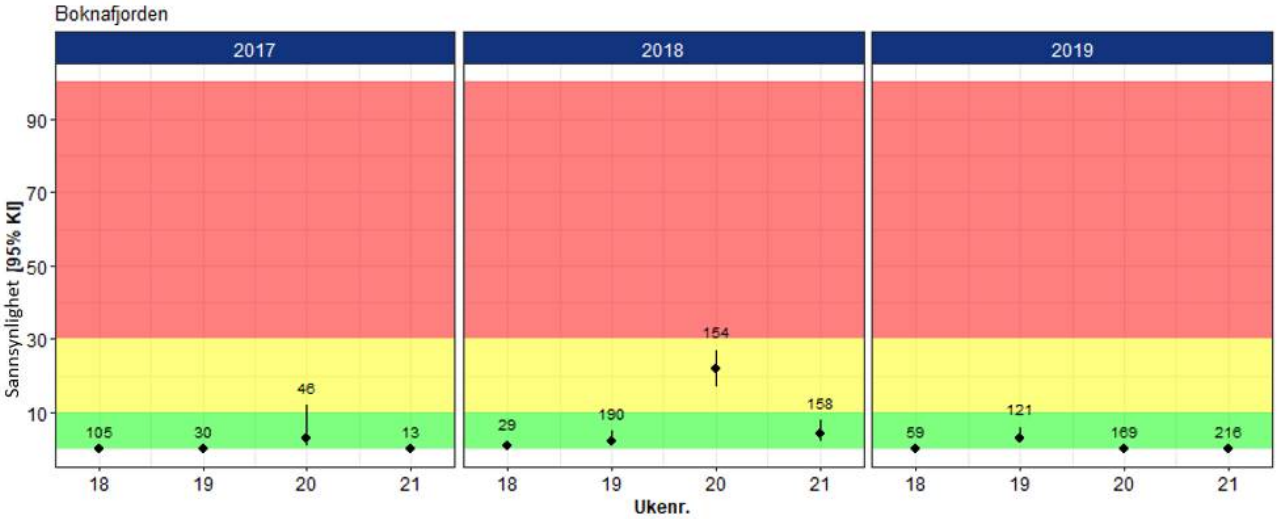
Figur 11. Sannsynlighet for lakselusrelatert dødelighet (med konfidensintervaller) på alle stasjonene undersøkt. Stasjoner med antall fisk fanget < 10 er utelatt. Stiplet vertikal linje markerer tid for forventet median utvandring. Beregningene inkluderer kun fisk < 150 g, og for all fisk fanget.

Estimatene fra den virtuelle smoltmodellen 2012 - 2019 viser at median antall lus pr fisk har økt 2016 - 2019 i forhold til 2012-2015 (figur 12). Både i 2018 og 2019 var de mest påvirkede elvene de nordøstlige.



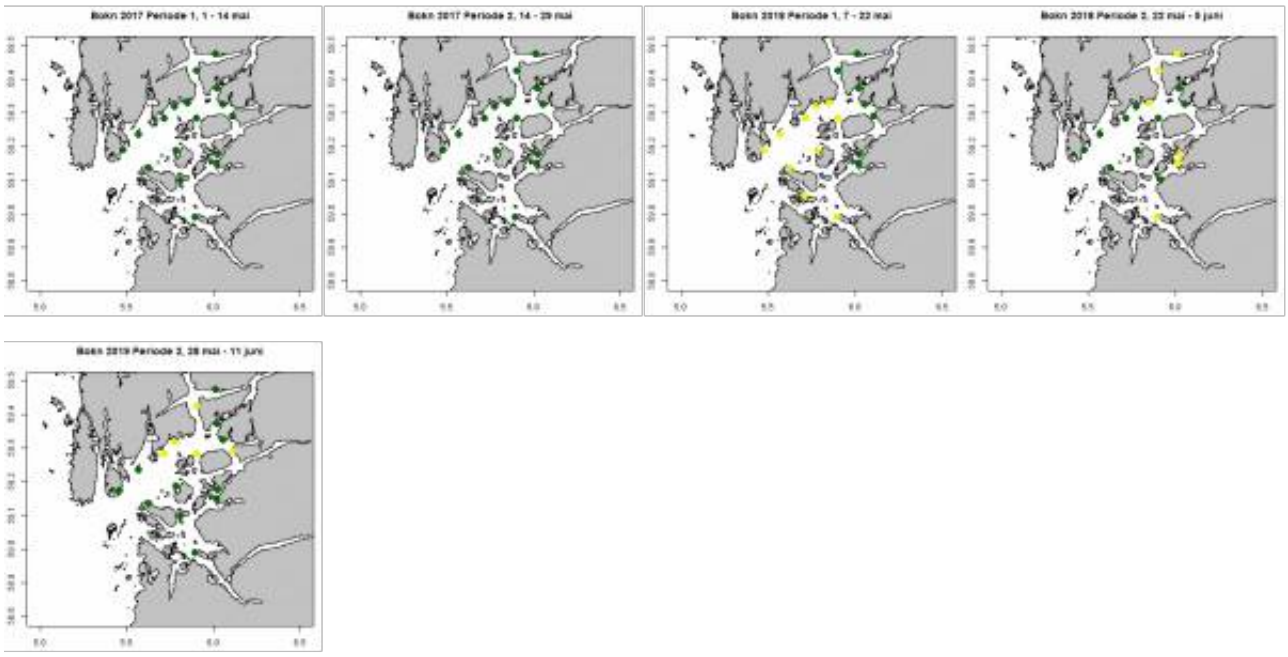
Figur 12. Figuren (venstre) viser estimert dødelighet for laksesmolt fra elvene i 2018 - 2019 i produksjonsområdet ved antatt utvandringstid (grønn < 10 %, gul 10-30 % og rød > 30 %), samt snitt antall lus per fisk for alle elvene i tidsperioden 2012 - 2019. Se tekst for forklaring av utregningene.

Trålingen etter utvandrende postsmolt av laks i Boknafjorden i 2017 - 2019 (figur 13) viser at det var lite lus på den trålte fisken tatt ukene 18 - 21 i 2017, men mer i 2018 hvor det ble estimert 22 % lakselusrelatert dødelighet på postsmolten fanget uke 20, og lave estimater alle ukene i 2019.



Figur 13. Sannsynlighet for lakselusrelatert dødelighet (med konfidensintervaller) på trålfanget vill postsmolt av laks. Antall fanget hver uke er angitt i figuren.

Det er benyttet vaktbur i Boknafjorden i 2017 og 2018 for å fange opp smittepresset (figur 14). Disse viser ett høyere smittepress i mai i hele fjorden i 2018 enn i 2017, mens i periode 2 i 2019 ble det observert moderat smittepress i de nordøstlige områdene.

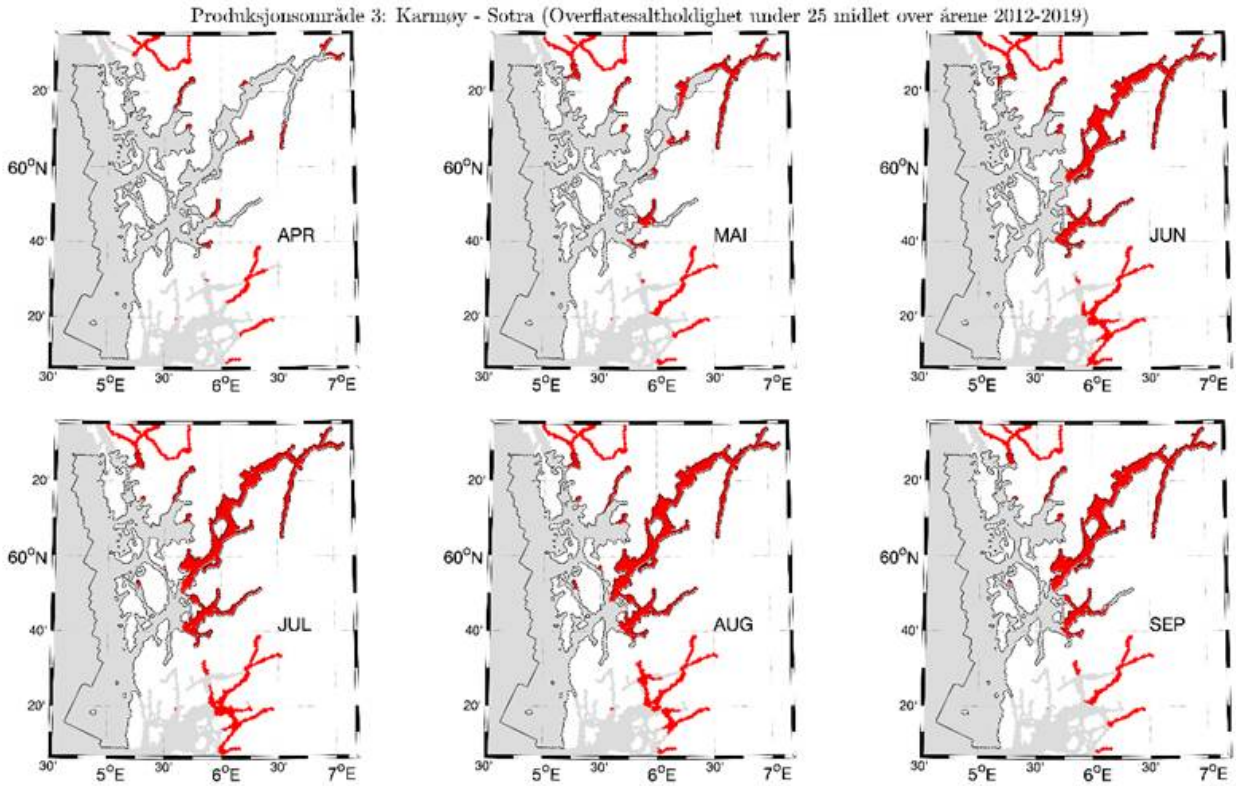


Figur 14. Snitt av antall lus/fisk normalisert til 14 dager for hver av vaktburene, fargene angir < 2 (grønne), 2-6 (gule), og > 6 lus/fisk (røde). Tidsperioden i figuren viser tiden burene stod ute. Merk at i 2019 ble bare periode 2 undersøkt.

5.3 - PO 3 Karmøy til Sotra

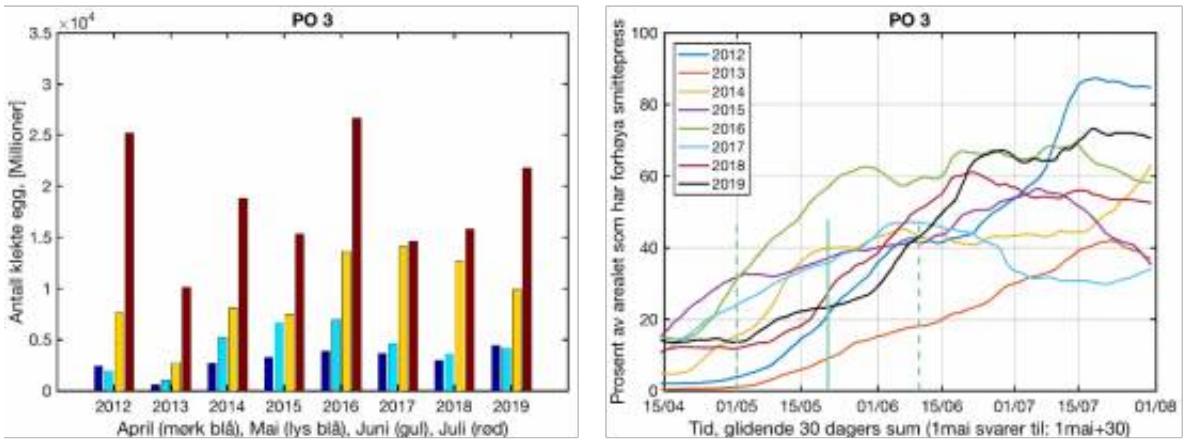
Median temperatur på 0,5 m under smoltutvandringen ligger de siste årene på omtrent 10 °C, fra 8,9 til 11,1 °C. Utover sommeren øker denne, og snittet for månedene juni-september ligger mellom 10 og 16 °C. Temperaturen er derfor gunstig for lakselus både under smoltutvandringen og i beiteperioden for sjøørret.

Utbredelsen av lav saltholdighet er begrenset til de indre delene av fjordene (figur 15), og vil derfor bare ha en beskyttende effekt for beitende sjøørret og laks i starten av vandringen fra de indre elvene.



Figur 15. Områder (rødt) hvor saltholdigheten er under 25 midlet over årene 2012 - 2019. Beregnet vha. strømmodellen NorKyst800.

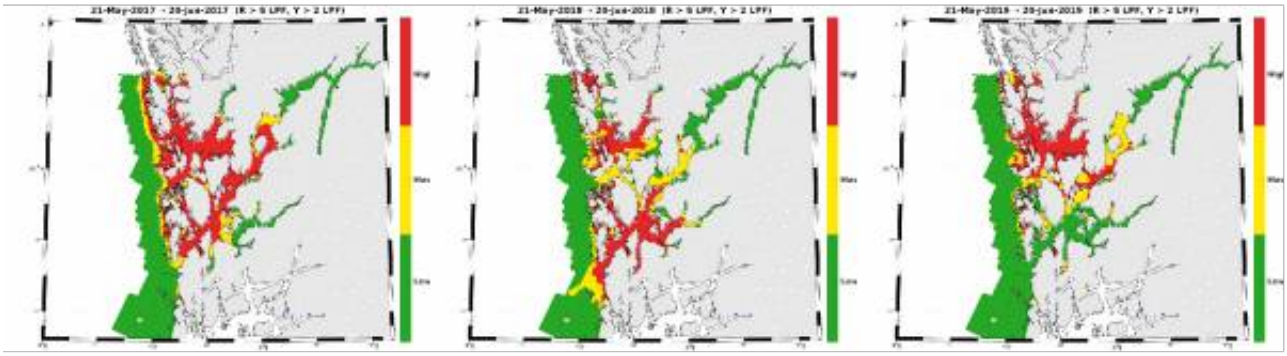
Utslippene av klekte lakselus 2012 - 2019 i PO 3 viste økende utslipp fra april til juli alle årene (figur 16). Utslippene i mai (og til dels april) økte frem til 2015 - 2016, og har deretter avtatt noe, men er fremdeles relativt høye. Utslippene indikerer høyere utslipp i juni for 2016 - 2019 enn tidligere. Andelen av areal som har forhøyet smittepress viser at de siste årene har denne andelen ligget rundt 25 % rett etter median smoltutvandring. Andelen har falt for årene 2016-2019. Andelen av areal med forhøyet smittepress øker oftest i juni-juli, hvilket medfører at en økende andel av sjøørret vil eksponeres for forhøyet smittepress.



Figur 16. Utslipp av lakselus fra alle aktive oppdrettsanlegg i produksjonsområdet summert for måned (venstre) og andel av areal med forhøyet tetthet av lakselus for en fisk som vandrer ut en gitt dato. Verdien leses slik at dette er andelen av arealet med forhøyet tetthet fra dato fisken vandrer ut og de påfølgende 30 dagene. Heltrukken vertikal linje markerer tid for median utvandring, stiplet linje markerer tid for siste dato for utvandring (20 dager før og etter 50 % utvandring).

ROC kartene indikerer områdene med forhøyet tetthet av lakselus akkumulert over 30 dager fra median tid for

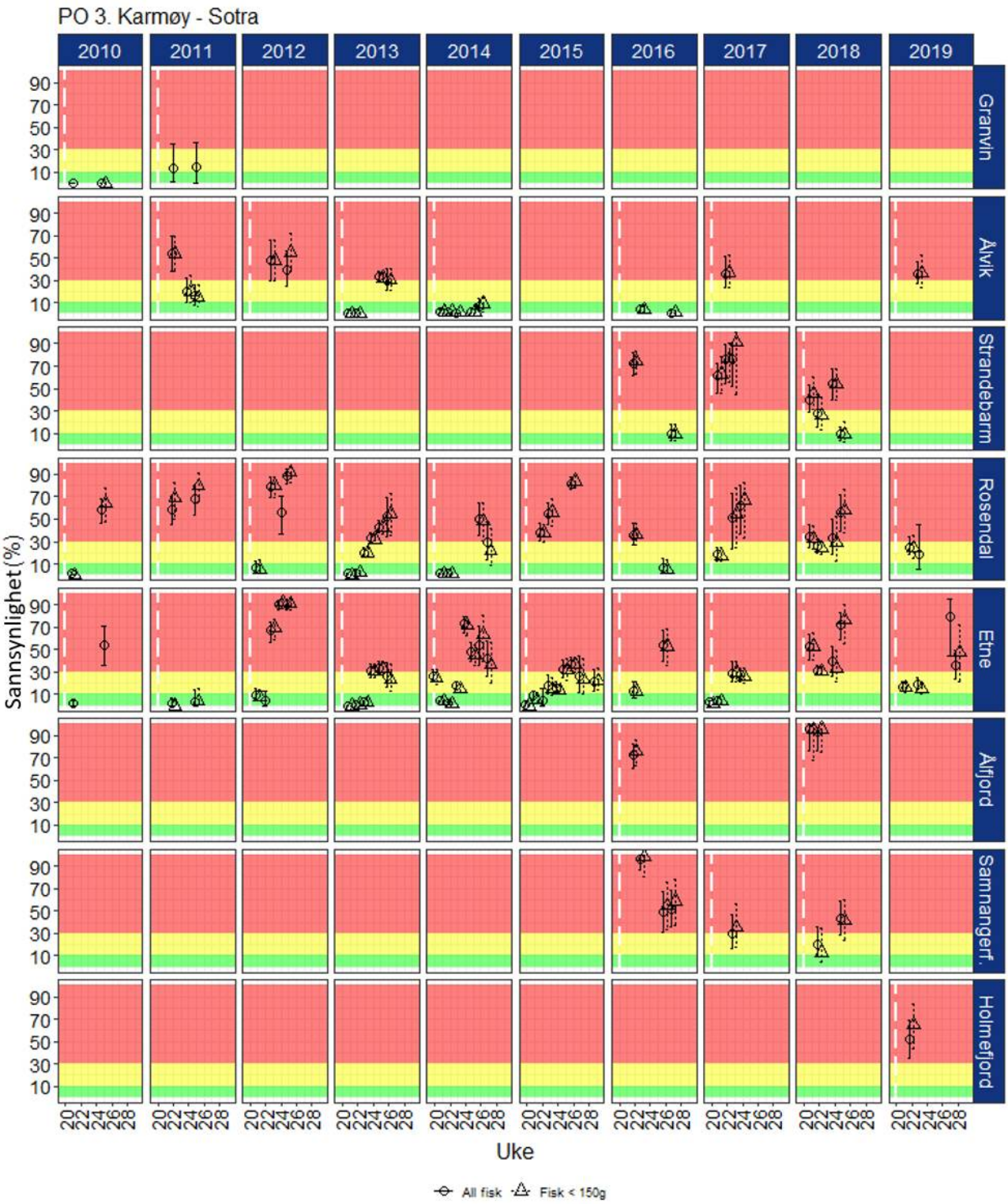
utvandring for produksjonsområdet (figur 17). Tettheten er høyere i midtre deler under smoltutvandringen de årene det ikke er brakklagt (2013, 2015, 2017), og høyere i ytre deler de årene det ikke er brakklagt (2012, 2014, 2016). Noe tilsvarende mønster ses i Hardangerfjorden de to siste årene, hvor tettheten i de midtre delene er høyest 2017 og 2019, men det indikeres også at utbredelsen av areal har avtatt siste året (jfr. figur 16). For Bjørnafjorden er det mer ett vedvarende høyt smittepress, selv om der også er mellomårlige variasjoner.



Figur 17. Figurene viser områder med forhøyet tetthet av lakselus akkumulert over en mnd. Røde områder indikerer at fisk som oppholder seg der sannsynligvis vil smittes med mer enn 6 lus (dødelig dose for en 20 g fisk), gult indikerer at fisk som oppholder seg der sannsynligvis vil smittes med mellom 2 og 6 lus per fisk, mens grønn områder indikerer at fisken sannsynligvis smittes med mindre enn 2 lus per fisk.

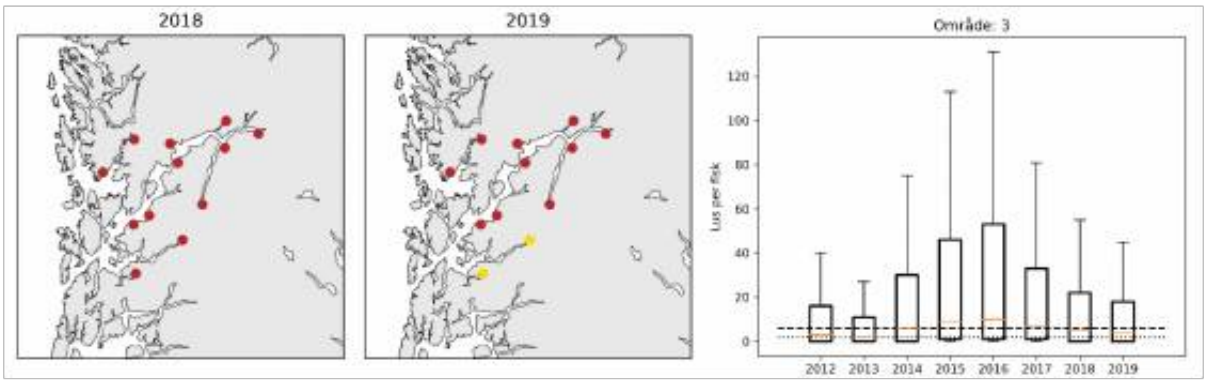
Det har vært ett omfattende ruse og garnfiske etter sjøørret i Hardangerfjorden og de senere år er det også inkludert en stasjon i Samnangerfjorden. Undersøkelsene i tidsperioden 2010-2019 viser at i de indre delene (Granvin, Ålvik) har det enkelte år vært moderat og høy lakselusrelatert dødelighet i den første perioden (figur 18), og det ble beregnet høy sannsynlighet i Strandebarm 2017 - 2018 som ligger noe lengre ut. I de midtre delene (Rosendal) var det liten sannsynlighet rett etter estimert smoltutvandring 2010 - 2014, men har deretter økt til å være moderat eller høy. I 2019 var det moderat sannsynlighet. I de ytre delene (Etne, Ålfjord) estimeres oftest liten sannsynlighet rett etter smoltutvandringen, mens de to siste årene estimeres hhv. høy og moderat sannsynlighet. Estimatene er høyere for Ålfjord enn i Etne både 2016 og 2018. I Samnangerfjord og Holmefjord er det moderat eller høy estimert sannsynlighet 2016 - 2019.

For beitende sjøørret (periode 2) estimeres det som regel høyere lakselusrelatert dødelighet enn rett etter median smoltutvandring. Tidvis ses det en nedgang i antall lus på fisken i slutten av fangstsesongen, vi vet ikke om dette skyldes prematur tilbakevandring, om selvavlust fisk har returnert, om den mest infesterte fisken er død, eller om lusen har dødd. Temperaturen i de årene det er snakk om har ikke vært så høye at det skulle skape problemer for lakselusen. Rådgivende Biologer AS driver overvåking av prematur tilbakevandring i bl.a. flere elver i Hardangerfjorden som har indikert at tidspunkt for prematur tilbakevandring her kommet tidligere de senere år. Vi ser også at utbredelsen av områder med saltholdighet < 25 øker fra mai til juni, hvilket kan medføre at det er mindre lus i de øvre meterne hvor sjøørret oppholder seg.



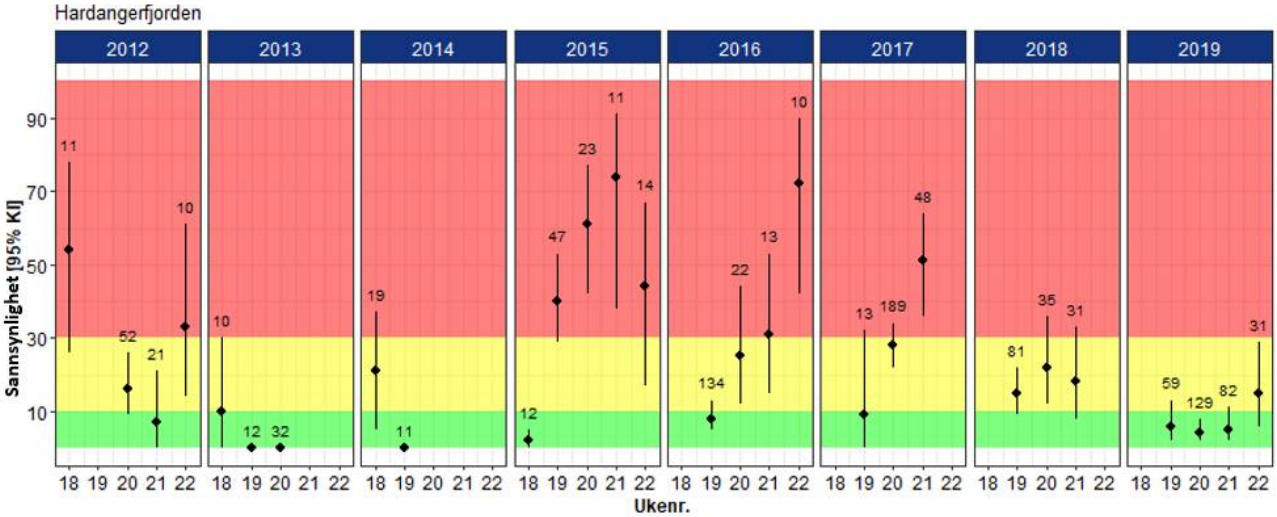
Figur 18. Sannsynlighet for lakselusrelatert dødelighet (med konfidensintervaller) på alle stasjonene undersøkt. Stasjoner med antall fisk fanget < 10 er utelatt. Stiplet vertikal linje markerer tid for forventet median utvandring. Beregningene inkluderer kun fisk < 150 g, og for all fisk fanget.

Estimatene fra den virtuelle smoltmodellen viser at antall lakselus på den utvandrende postsmolten øker noe frem mot 2015 - 2016, men er noe lavere i 2018 - 2019 (figur 19). Vurdert på elvebasis indikerer smoltmodellen at alle de undersøkte elvene i midtre og indre Hardangerfjord har høy lakselusrelatert dødelighet i 2018 og 2019 (figur 19), og moderat og høy i de ytre.



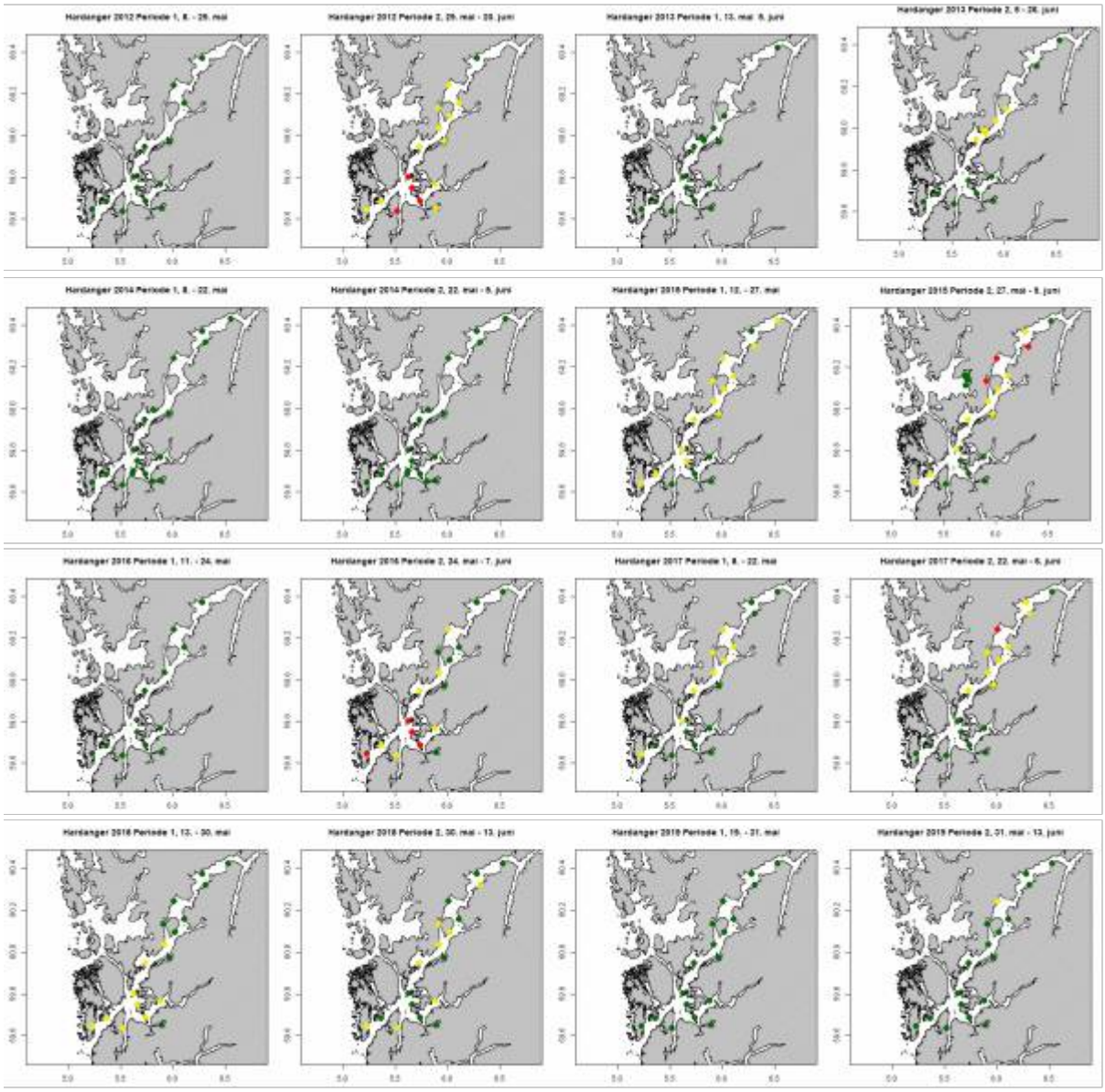
Figur 19. Figuren (venstre) viser estimert dødelighet for laksesmolt fra elvene i 2018-2019 i produksjonsområdet ved antatt utvandringstid (grønn < 10 %, gul 10-30 % og rød > 30 %), samt snitt antall lus per fisk for alle elvene i tidsperioden 2012-2019. Se tekst for forklaring av utregningene.

Data fra postsmolttrålingen for årene 2010 - 2019 viser at mye av fisken fanges i uke 19 - 20 (figur 20). Tråldata indikerer en høyere sannsynlighet i 2015-2017 enn 2018 - 2019. Genetiske analyser indikere at utover sesongen øker innslaget av smolt fra de indre elvene i fangstene, mens innslaget fra de ytre (Etne) minker.



Figur 20. Sannsynlighet for lakselusrelatert dødelighet (med konfidensintervaller) på trålfanget vill postsmolt av laks. Uker hvor antall undersøkt fisk er < 10 er utelatte, antall hver uke er angitt i figuren.

Data fra vaktbur i er vist for årene 2012 - 2019 (figur 21). Burdata indikerer økende smittpress fra den første perioden rundt midten-slutten av mai til første del av juni i mange av årene. I den første perioden var det lite lus på burfisken 2012 - 2014, men mer i 2015 og 2017 - 2018, men lite i 2019. I den andre perioden var det oftest mer lus på burfisken 2012 - 2018 enn i 2019. Utbredelsen av smittepresset tolket fra burdata gjenspeiler at de midtre delene var brakklagt i mars i partallsår, de ytre i oddetallsår frem til 2017.

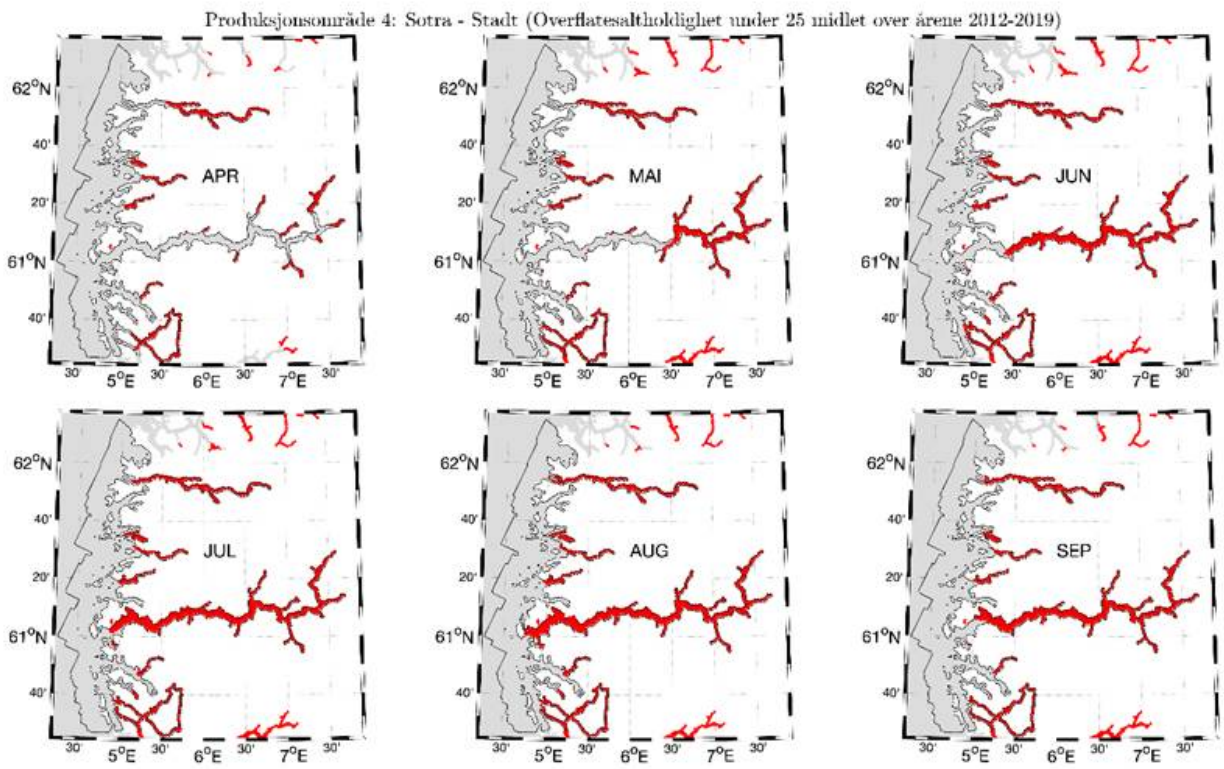


Figur 21. Snitt av antall lus/fisk normalisert til 14 dager for hver av vaktburene, fargene angir < 2 (grønne), 2-6 (gule), og > 6 lus/fisk (røde). Tidsperioden i figuren viser tiden burene stod ute.

5.4 - PO 4 Nordhordland til Stadt

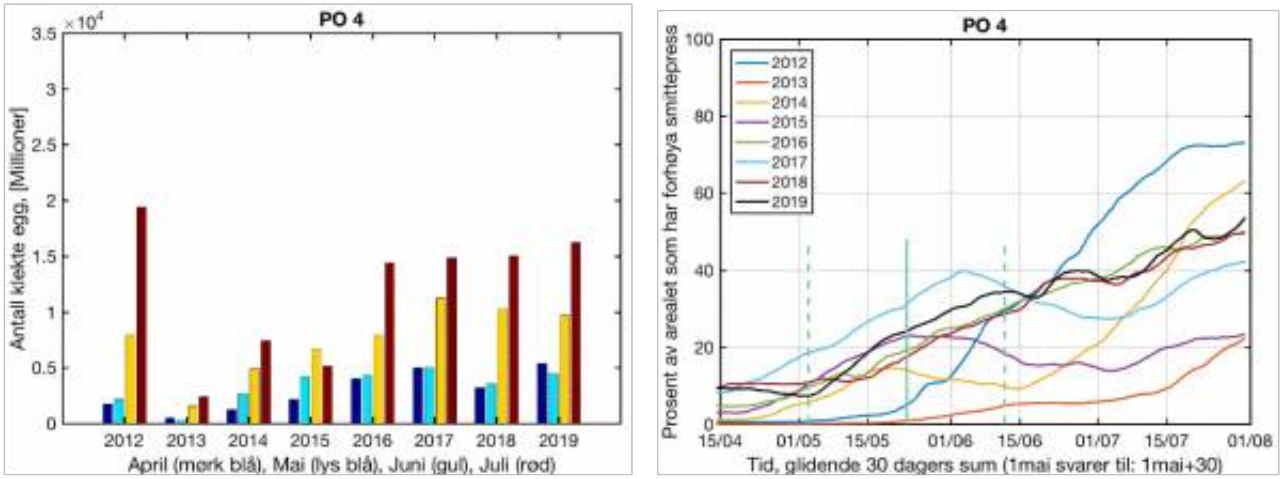
Median temperatur på 0,5 m under smoltutvandringen ligger de siste årene på omtrent 9,8 °C, fra 8,9 til 10,9 °C. Utover sommeren øker denne, og snittet for månedene juni-september ligger mellom 10 og 16 °C. Temperaturen er derfor gunstig for lakselus både under smoltutvandringen og i beiteperioden for sjøørret.

Saltholdigheten i PO4 indikerer at områder med saltholdighet < 25 øker fra april til juni (figur 22). I både Osterfjorden, de indre delene av Sognefjorden og i Nordfjord er saltholdigheten i overflaten < 25 i mai. Lavest saltholdighet ses inne i fjordene, og saltholdigheten indikerer at beitende sjøørret, og smolt som vandrer ut gjennom dette området ofte til en viss grad er beskyttet. Det skal bemerkes at strømmer kan endre dette bildet på kort tid, og innstrømmende vann observeres relativt ofte.



Figur 22. Områder (rødt) hvor saltholdigheten er under 25 midlet over årene 2012 - 2019. Beregnet vha. strømmodellen NorKyst800.

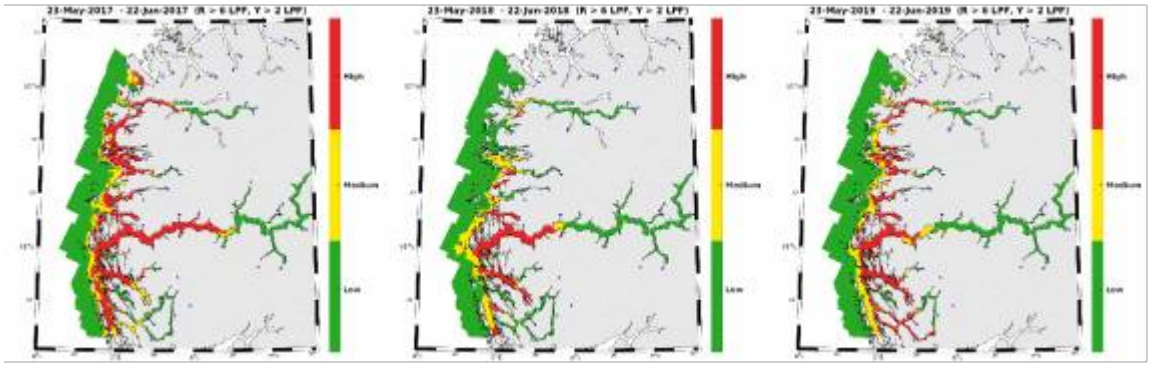
I PO 4 økte utslippene av klekte nauplier i april og mai fra 2012 til 2016, og har holdt seg på samme nivå 2017 - 2019 (figur 23). Utslippene senere i juni og juli økte, og følger mye samme mønster som i april og mai, hvor høyest utslipp ses 2016 - 2019 (og i 2012). Andelen av arealet med forhøyet smittepress i PO4 indikerer høyest andel i 2015 - 2019 rundt median smoltutvandring, og andelen øker frem mot midten av juni for årene 2016 - 2019.



Figur 23. Utslipp av lakselus fra alle aktive oppdrettsanlegg i produksjonsområdet summert for måned (venstre) og andel av areal med forhøyet tetthet av lakselus for en fisk som vandrer ut en gitt dato. Verdien leses slik at dette er andelen av arealet med forhøyet tetthet fra dato fisken vandrer ut og de påfølgende 30 dagene. Heltrukken vertikal linje markerer tid for median utvandring, stiplet linje markerer tid for siste dato for utvandring (20 dager før og etter 50 % utvandring).

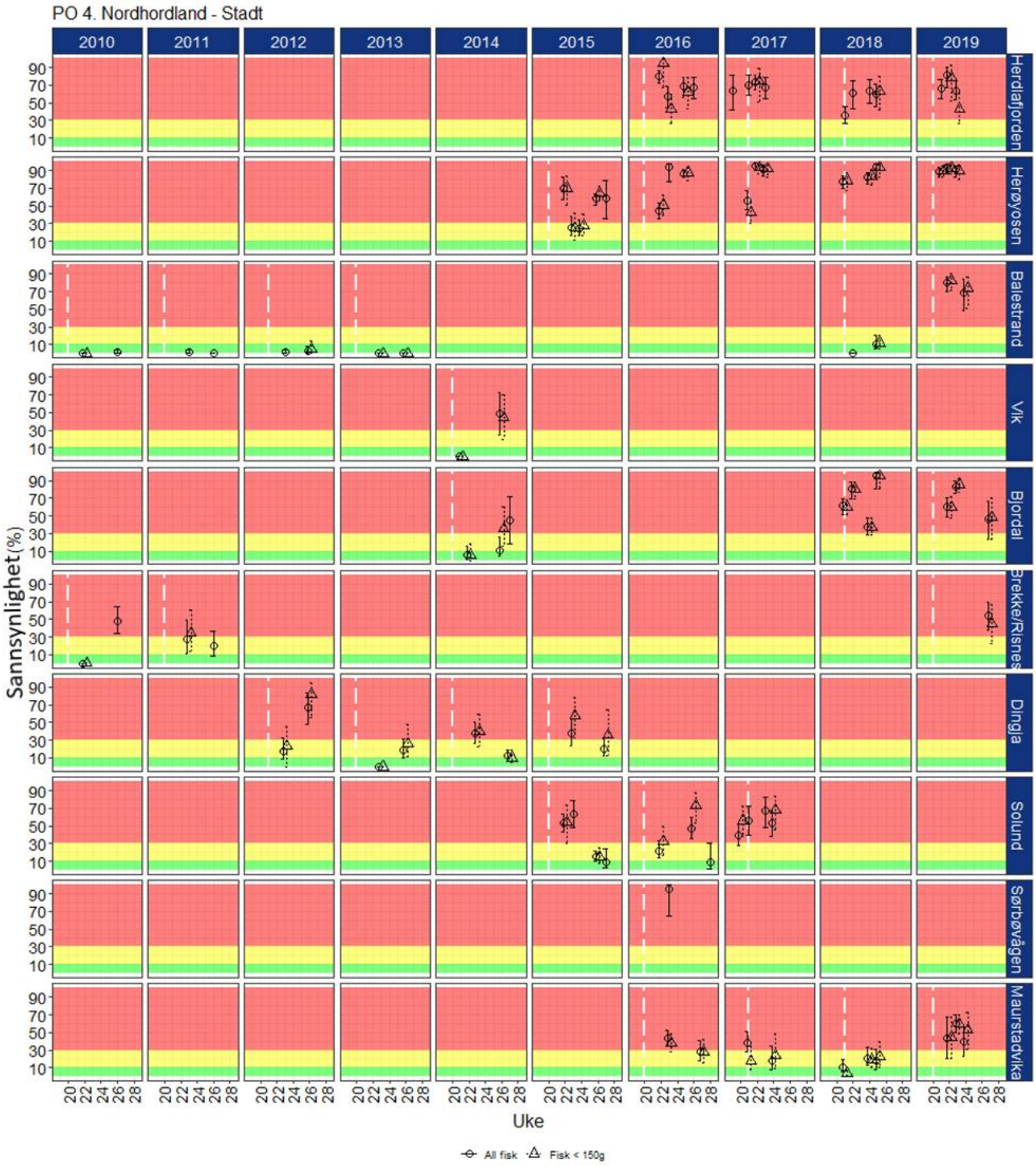
ROC modellen indikerer at det er forhøyete tettheter av lakselus langs kysten i store deler av produksjonsområdet 2017 - 2019, med noe lavere 2018 (figur 24). Modelldataene viser også at det tidvis

transporteres mye lus innover i fjordene under smoltutvandringen. De indre delene av fjordene har ofte mindre tetthet av lus alle årene.



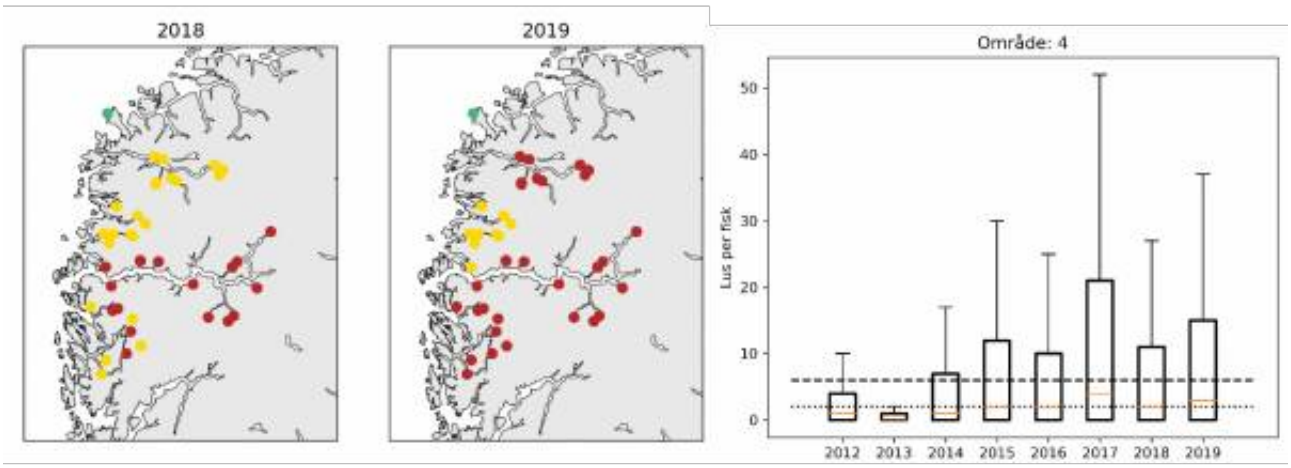
Figur 24. Figurene viser områder med forhøyet tetthet av lakselus akkumulert over en mnd. Røde områder indikerer at fisk som oppholder seg der sannsynligvis vil smittes med mer enn 6 lus (dødelig dose for en 20 g fisk), gult indikerer at fisk som oppholder seg der sannsynligvis vil smittes med mellom 2 og 6 lus per fisk, mens grønn områder indikerer at fisken sannsynligvis smittes med mindre enn 2 lus per fisk.

Ruse og garnfangst har vært konsentrert om Nordhordland, Sognefjorden og Maurstadvika i Nordfjorden. I Nordhordland beregnes det fra rusefangsten alle årene 2015/2016 - 2019 moderat, og oftest høy lakselusrelatert dødelighet både i perioden for smoltutvandringen og for beitende sjøørret (figur 25). I Sognefjorden viser data relativt lite lus på sjøørret fra Balestrand frem til 2018, men mye lus i 2019, som ligger inne i den nasjonale laksefjorden. Noe lengre ute (Bjordal) estimeres det høy lakselusrelatert dødelighet i begge periodene de to siste årene. Ytterst i fjorden er det undersøkt stasjoner både på sør (Dingja) og nordsiden (Solund). I 2015 - 2017 ble det estimert moderat og høy lakselusrelatert dødelighet i Solund. I Maurstadvika indikerer data fra sjøørret oftest moderat estimert lakselusrelatert dødelighet i begge periodene 2016 - 2018, men høy i 2019.



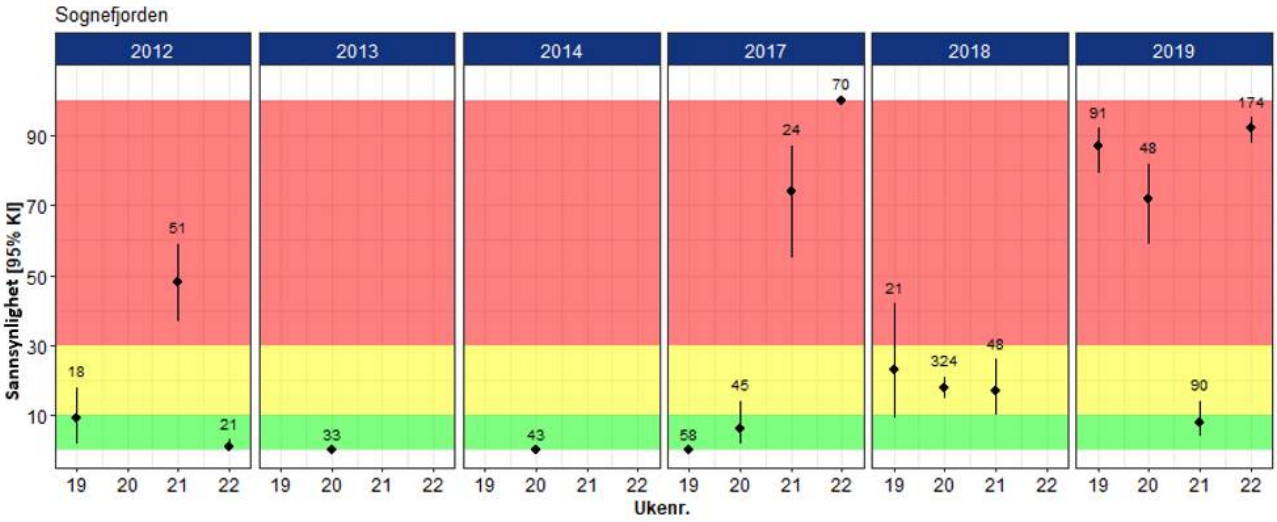
Figur 25. Sannsynlighet for lakselusrelatert dødelighet (med konfidensintervaller) på alle stasjonene undersøkt. Stasjoner med antall fisk fanget < 10 er utelatt. Stiplet vertikal linje markerer tid for forventet median utvandring. Beregningene inkluderer kun fisk < 150 g, og for all fisk fanget.

Estimat fra den virtuelle smoltmodellen viser moderat og høy effekt på den utvandrende smolten fra Osterfjordsystemet i 2018 - 2019 (figur 26), og høy for elvene i Sognefjorden, og moderat for de fleste elvene i PO4 opp til Nordfjord. I Nordfjord estimeres effekten til moderat og høy 2018 - 2019. Sett under ett for hele PO4 øker antall lakselus på den utvandrende smolten fra 2012 - 2014, og har ligget høyere i 2015 - 2019.



Figur 26. Figuren (venstre) viser estimert dødelighet for laksesmolt fra elvene i 2018 - 2019 i produksjonsområdet ved antatt utvandringstid (grønn < 10 %, gul 10-30 % og rød > 30 %), samt snitt antall lus per fisk for alle elvene i tidsperioden 2012-2019. Se tekst for forklaring av utregningene.

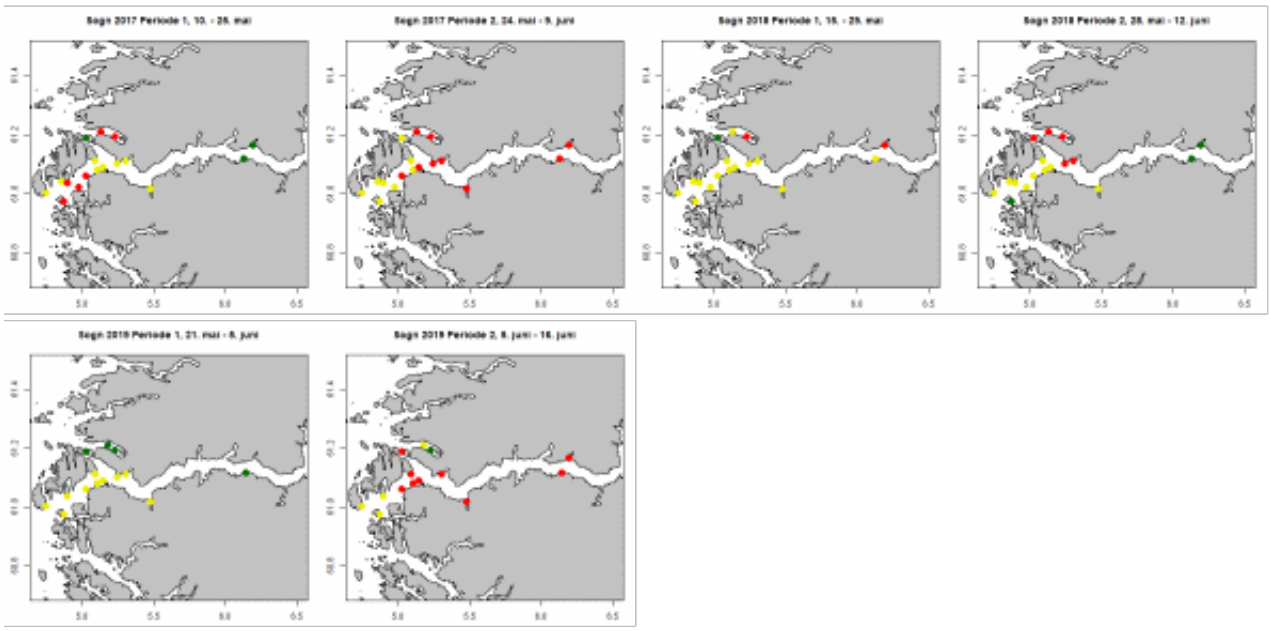
Resultatene fra postsmolttrålingen i Sognefjorden 2011-2014 indikerte tidvis (2012) høy lakselusrelatert dødelighet, men oftest liten (figur 27). I 2017 og 2018 var det høy lakselusrelatert dødelighet ukene 21 - 22, og moderat ukene 19 - 21 i 2018, og høy i 3 av 4 uker i 2019.



Figur 27. Sannsynlighet for lakselusrelatert dødelighet (med konfidensintervaller) på trålfanget vill postsmolt av laks. Uker hvor antall undersøkt fisk er < 10 er utelatte, antall hver uke er angitt i figuren.

Det ble i tillegg trålt uke 21 i Nordfjord, hvor sannsynlighet for de 67 fisken fanget estimeres til 3 %, med konfidensintervall fra 1 - 9 %.

Data fra vaktburene i Sognefjorden indikerer relativt høye påslag av lakselus under smoltutvandringen både 2017 - 2019, med økende smittepress utover sesongen alle 3 årene (figur 28). Det observeres lus i burene helt inn mot grensen til den nasjonale laksefjorden.

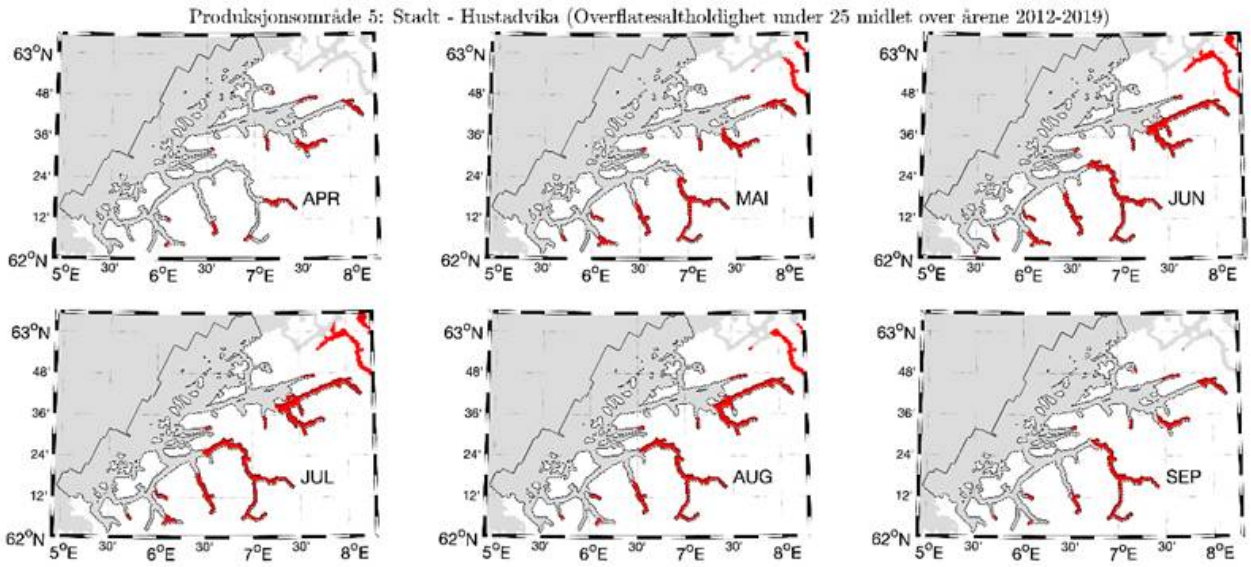


Figur 28. Snitt av antall lus/fisk normalisert til 14 dager for hver av vaktburene, fargene angir < 2 (grønne), 2-6 (gule), og > 6 lus/fisk (røde). Tidsperioden i figuren viser tiden burene stod ute.

5.5 - PO 5 Stadt til Hustadvika

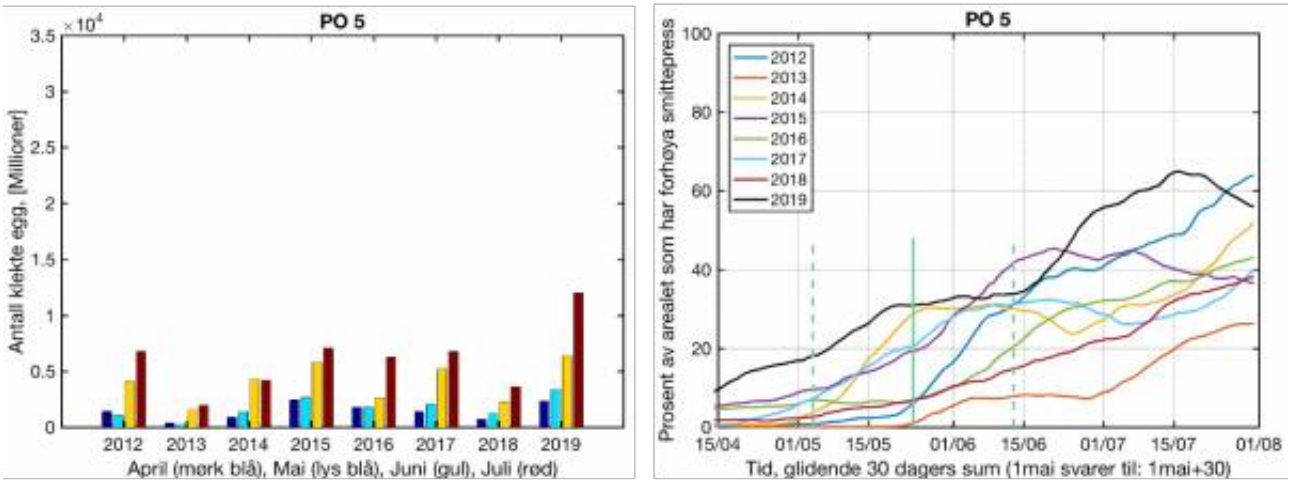
Median temperatur på 0,5 m under smoltutvandringen ligger de siste årene på omtrent 9,5 °C, fra 8,5 til 10,3 °C. Dette er gunstige temperaturer for lakselus. Utover sommeren øker denne, og snittet for månedene juni-september ligger mellom 10 og 15 °C. Temperaturen er derfor gunstig for lakselus både under smoltutvandringen og i beiteperioden for sjøørret.

Saltholdigheten i PO5 indikerer at utbredelsen av brakkvannslaget (saltholdighet < 25) øker fra april til juni (figur 29). Lavest saltholdighet ses innerst i de store fjordene, og de lave saltholdighetene indikerer at beitende sjøørret, og smolt som vandrer ut gjennom dette området ofte til en viss grad er beskyttet. Dette området er begrenset i omfang.



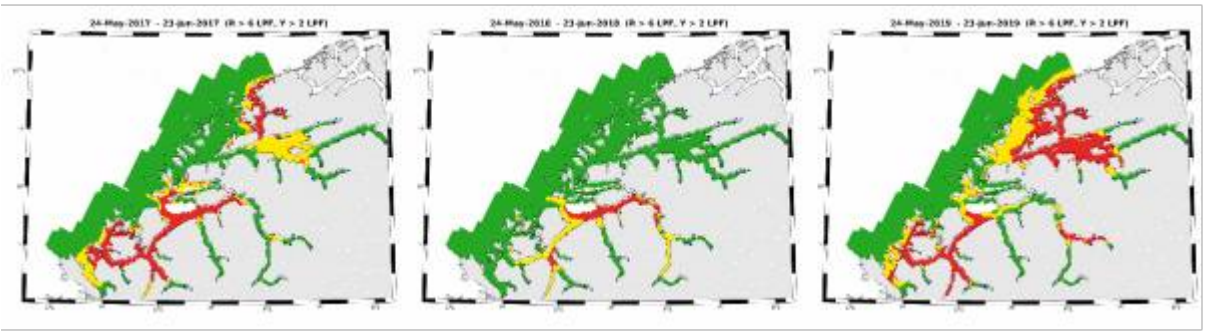
Figur 29. Områder (rødt) hvor saltholdigheten er under 25 midlet over årene 2012 - 2019. Beregnet vha. strømmodellen NorKyst800.

Utslipp av lakselus fra alle aktive oppdrettsanlegg i produksjonsområdet indikerer økende utslipp 2012 - 2015, noe lavere i 2018, men høyere i 2019 (figur 30). Andel av forhøyet areal viser at dette øker relativt jevnt utover sesongen, høyest andel av påvirket areal estimeres i 2019 (figur 28).



Figur 30. Utslipp av lakselus fra alle aktive oppdrettsanlegg i produksjonsområdet summert for måned (venstre) og andel av areal med forhøyet tetthet av lakselus for en fisk som vandrer ut en gitt dato. Verdien leses slik at dette er andelen av arealet med forhøyet tetthet fra dato fisken vandrer ut og de påfølgende 30 dagene. Heltrukken vertikal linje markerer tid for median utvandring, stiplet linje markerer tid for siste dato for utvandring (20 dager før og etter 50 % utvandring).

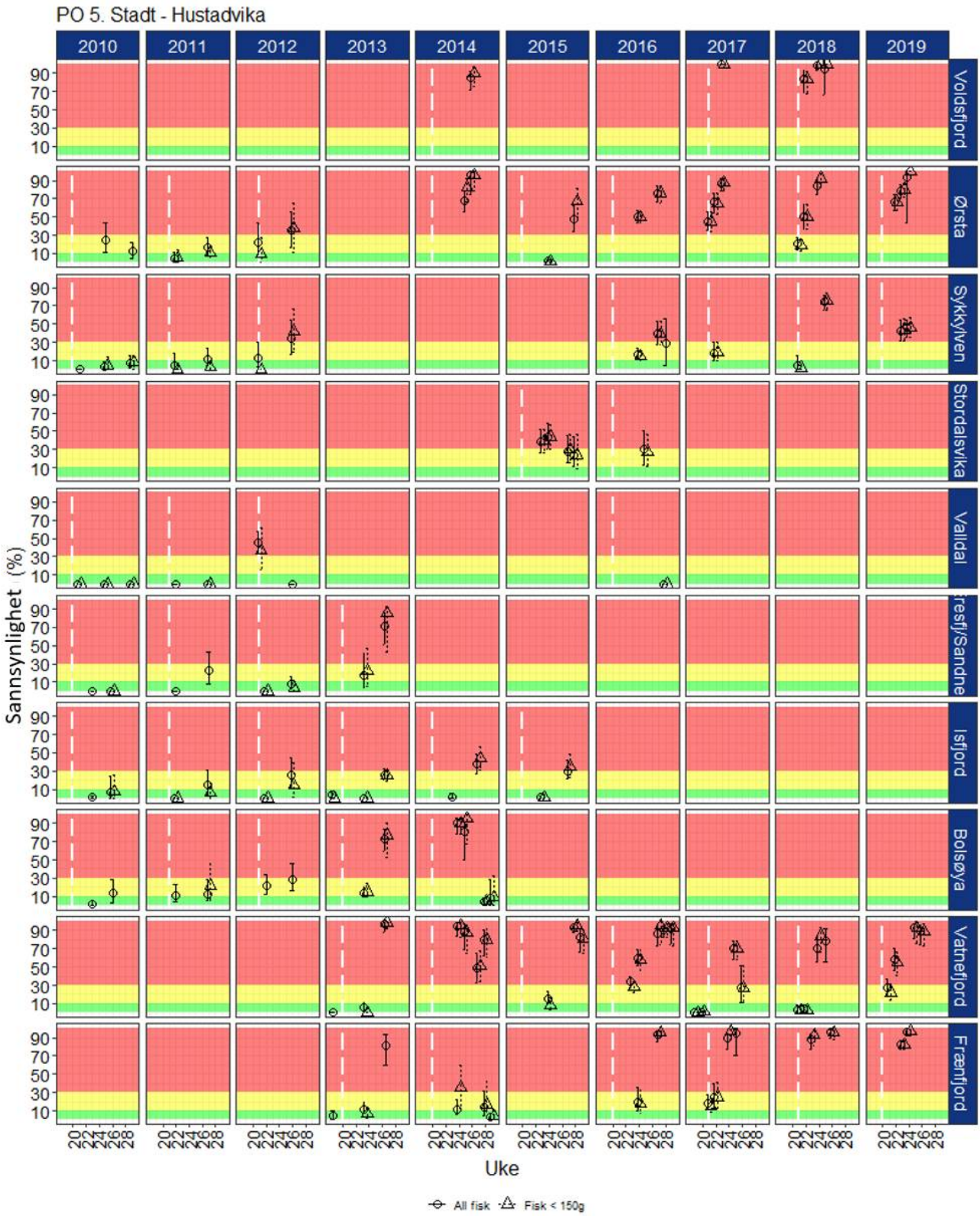
ROC modellen indikerer at det er en del lus i Storfjorden under smoltutvandringen (figur 31). I Romsdalsfjorden har andel av areal med mye lakselus økt betydelig i 2019. Generelt virker det å være mer lus i 2017 og 2019 enn i 2018.



Figur 31. Figurene viser områder med forhøyet tetthet av lakselus akkumulert over en mnd. Røde områder indikerer at fisk som oppholder seg der sannsynligvis vil smittes med mer enn 6 lus (dødelig dose for en 20 g fisk), gult indikerer at fisk som oppholder seg der sannsynligvis vil smittes med mellom 2 og 6 lus per fisk, mens grønn områder indikerer at fisken sannsynligvis smittes med mindre enn 2 lus per fisk.

I PO5 har en rekke stasjoner i Storfjorden (Valldal, Stordalsvika, Sykkylven, Ørstafjorden, Voldsfjorden), og i Romsdalsfjorden (Eresfjord, Isfjord, Sandnesfjord, Bolsøya, Vatne- og Frænfjorden). I Storfjorden, inne i Valldal er det oftest relativt lite lus på fisken, med unntak av i 2012 (figur 32). Lengre ute i fjorden, i Stordalsvika og Sykkylven ses noe tilsvarende mønster med lite lus på fisken i 2010-2011, men høyere i 2012. Det er ikke tilgjengelig data fra 2013 - 2014, men i 2015 - 2017 estimeres det moderat til høy dødelighet, mens det i 2018 estimeres liten dødelighet under smoltutvandringen og høyere senere i sesongen. I de ytre delene (Ørsta- og Voldsfjorden) er det høy estimert dødelighet i 2014 - 2018, noe lavere i 2011 - 2012. I 2019 var det høy estimert dødelighet både i midtre (Sykkylven) og ytre (Ørsta) del av fjorden.

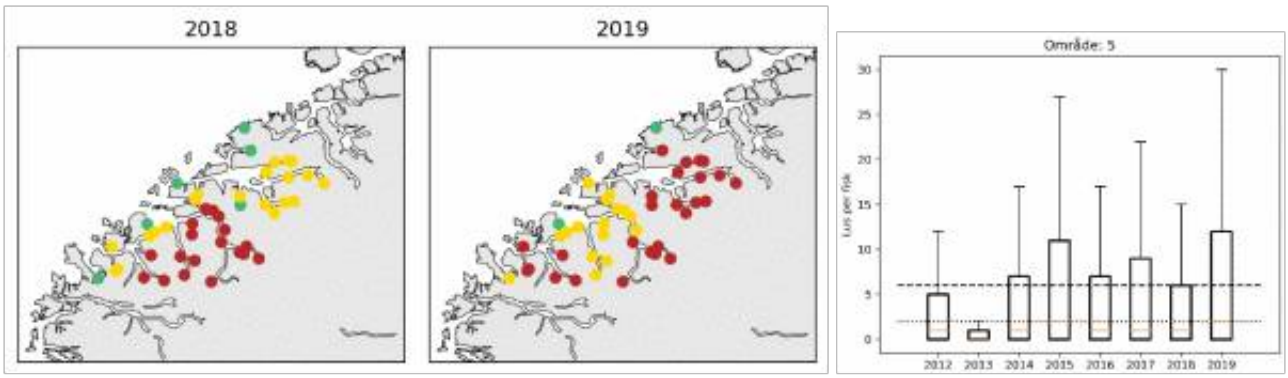
I Romsdalsfjorden ble det gjort omfattende undersøkelser i 2010 - 2015, som viste at estimert dødelighet i Isfjorden/Måndalen var lav under smoltutvandringen mens estimatene økte til høy senere i sesongen. I Sandnesbukta i Eresfjorden ble det estimert høy dødelighet i 2013. Fokus i 2013 - 2019 har vært på sør (Vatnefjorden) og nordsiden (Frænfjorden). I Vatnefjorden var det under smoltutvandringen lav eller moderat estimert dødelighet 2015 - 2019, høy senere i sesongen. I Frænfjorden var det høy estimert dødelighet 2018 - 2019.



Figur 32. Sannsynlighet for lakselusrelatert dødelighet (med konfidensintervaller) på alle stasjonene undersøkt. Stasjoner med antall fisk fanget < 10 er utelatt. Stiplet vertikal linje markerer tid for forventet median utvandring. Beregningene inkluderer kun fisk < 150 g, og for all fisk fanget.

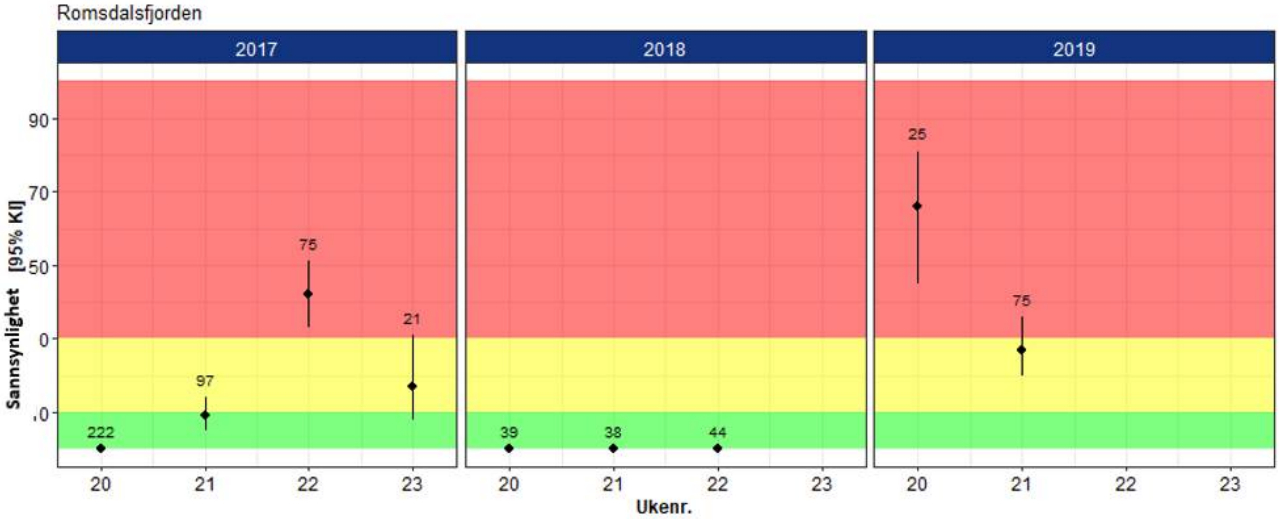
Estimatene fra den virtuelle smoltmodellen viser noe økt dødelighet fra 2012 til 2016, noe lavere i 2017 og 2018, og høyere i 2019. (figur 33). Høyeste estimater i 2018 var i de indre elvene i Storfjorden, men også elver lengre ute ble estimert til å være moderat påvirket (figur 31). I 2019 var det lavere estimerte dødelighet for

mange av elvene i Storfjord, mens alle elvene i Romsdalsfjorden hadde høy estimert dødelighet.



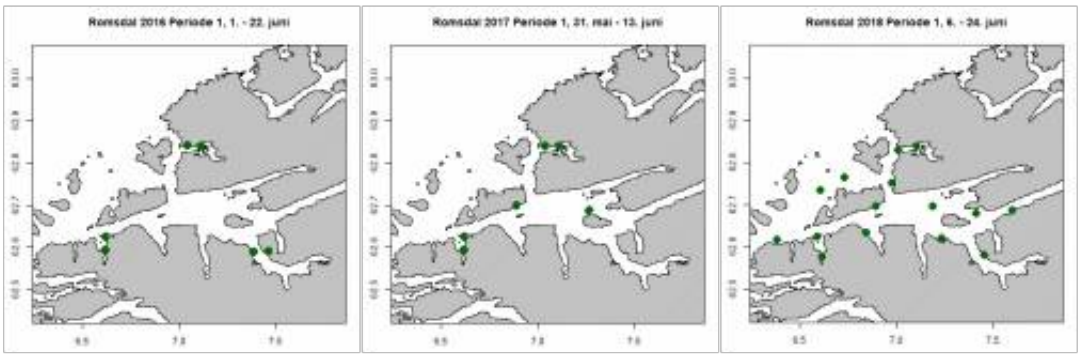
Figur 33. Figuren (venstre) viser estimert dødelighet for laksesmolt fra elvene i 2018-2019 i produksjonsområdet ved antatt utvandringstid (grønn < 10 %, gul 10-30 % og rød > 30 %), samt snitt antall lus per fisk for alle elvene i tidsperioden 2012 - 2019. Se tekst for forklaring av utregningene.

Det er trålt etter utvandrende postsmolt laks i Romsdalsfjordsystemet i 2017 - 2019. I 2017 og 2019 ble det observert uker med moderat og høy estimert dødelighet, liten alle ukene i 2018 (figur 34).



Figur 34. Sannsynlighet for lakselusrelatert dødelighet (med konfidensintervaller) på trålfanget vill postsmolt av laks. Uker hvor antall undersøkt fisk er < 10 er utelatte, antall hver uke er angitt i figuren.

Det er benyttet vaktbur i Romsdalsfjorden 2014 - 2018 (figur 35). Påslagene av lus på fisken i vaktburene indikerer lavt smittepress alle årene 2016 - 2018. det er ikke gjort burundersøkelser i 2019.

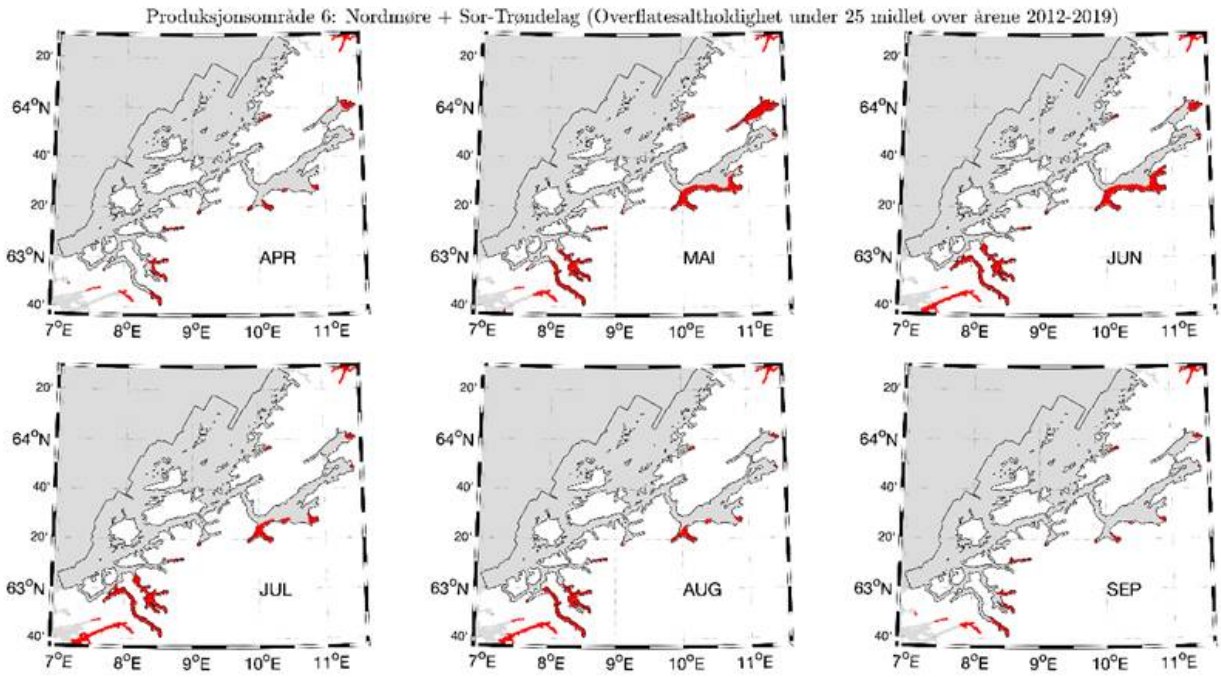


Figur 35. Snitt av antall lus/fisk normalisert til 14 dager for hver av vaktburene, fargene angir < 2 (grønne), 2-6 (gule), og > 6 lus/fisk (røde). Tidsperioden i figuren viser tiden burene stod ute.

5.6 - PO 6 Nordmøre og Sør-Trøndelag

Median temperatur på 0,5 m under smoltutvandringen ligger de siste årene på omtrent 8,5 °C, fra 8,1 til 8,9 °C. Utover sommeren øker denne, og snittet for månedene juni-september ligger mellom 10 og 15 °C. Temperaturen er derfor gunstig for lakselus både under smoltutvandringen og i beiteperioden for sjøørret.

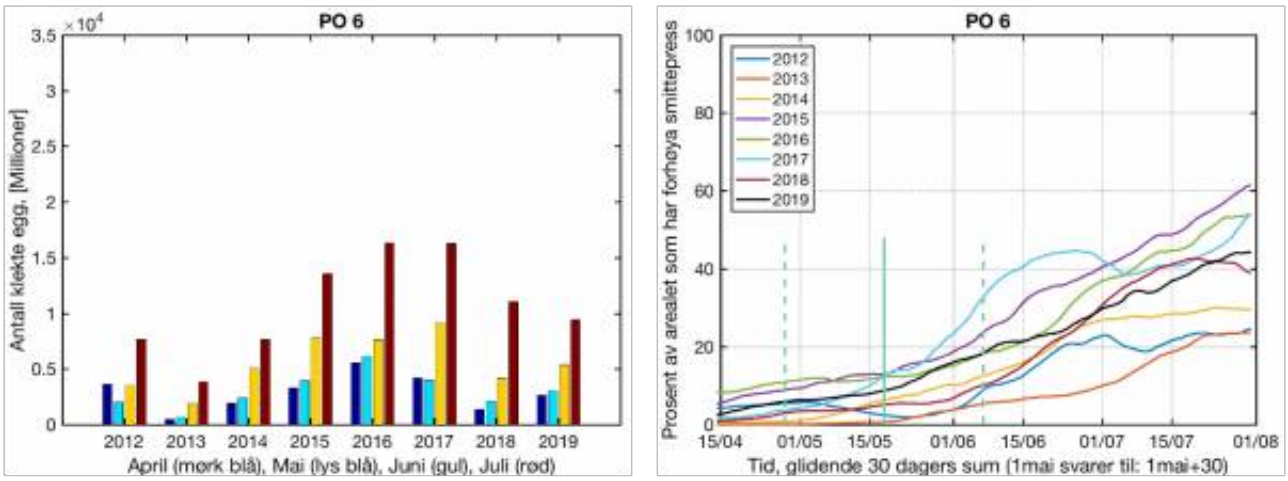
Saltholdigheten i PO5 indikerer at styrken på brakkvannslaget (areal innenfor grunnlinjen med saltholdighet < 25) har relativt liten utbredelse i april, men at dette øker i mai-juli, før det oftest minker igjen (figur 36). Det er relativt liten årviss variasjon i dette mønsteret. Lavest saltholdighet ses innerst i fjordene, og de lave verdiene indikerer at beitende sjøørret, og smolt som vandrer ut gjennom dette området ofte til en viss grad er beskyttet. Andelen av utvandringsruten til laks som er beskyttet er begrenset, og lav saltholdighet har derfor trolig liten beskyttende effekt. Flere av fjordene er nasjonale laksefjorder, og er til en viss grad beskyttet mot lakselus.



Figur 36. Områder (rødt) hvor saltholdigheten er under 25 midlet over årene 2012 - 2019. Beregnet vha. strømmodellen NorKyst800.

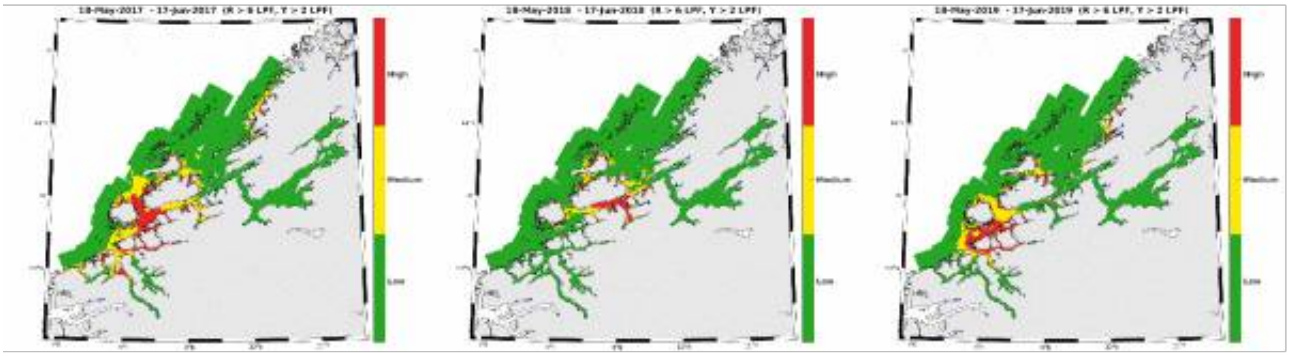
Utslippene av lakselus i PO6 er moderate til lavt (relativt til de andre produksjonsområdene). Utslippene var noe

lavere i 2018 og 2019 enn i 2015 - 2017 (figur 37).



Figur 37. Utslipp av lakselus fra alle aktive oppdrettsanlegg i produksjonsområdet summert for måned (venstre) og andel av areal med forhøyet tetthet av lakselus for en fisk som vandrer ut en gitt dato. Verdien leses slik at dette er andelen av arealet med forhøyet tetthet fra dato fisken vandrer ut og de påfølgende 30 dagene. Heltrukken vertikal linje markerer tid for median utvandring, stiplet linje markerer tid for siste dato for utvandring (20 dager før og etter 50 % utvandring).

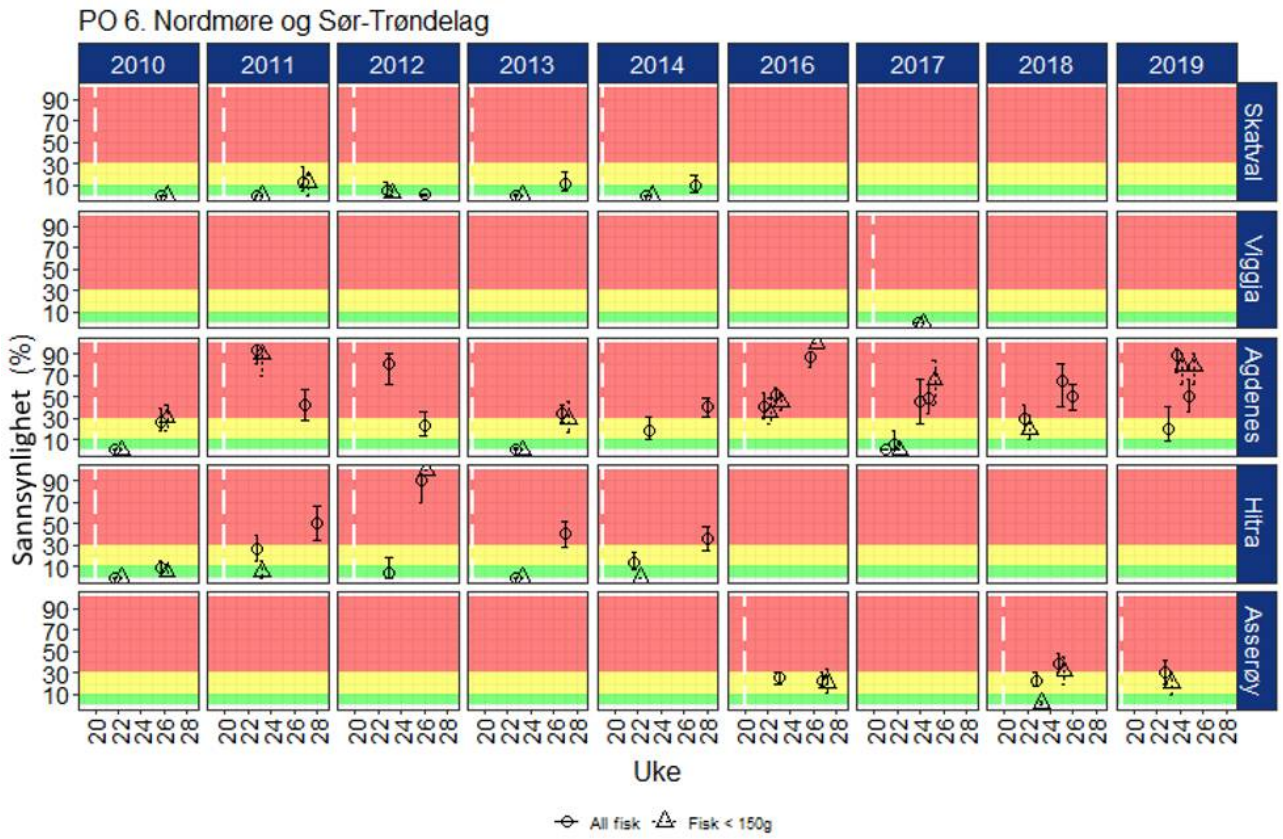
ROC modellen indikerer at det er relativt mye lus under smoltutvandringen i enkelte områder på Nordmøre (Smøla-Hitra), og lavere i Trondheimsfjorden og i utvandringsruten for fisk herfra (figur 38). Andel av arealet med forhøyet smittepress øker utover sommeren, og er 30 - 40 % i juli og enda litt større i august. Høyeste verdier er estimert i 2015 - 2019 (figur 38).



Figur 38. Figurene viser områder med forhøyet tetthet av lakselus akkumulert over en mnd. Røde områder indikerer at fisk som oppholder seg der sannsynligvis vil smittes med mer enn 6 lus (dødelig dose for en 20 g fisk), gult indikerer at fisk som oppholder seg der sannsynligvis vil smittes med mellom 2 og 6 lus per fisk, mens grønn områder indikerer at fisken sannsynligvis smittes med mindre enn 2 lus per fisk.

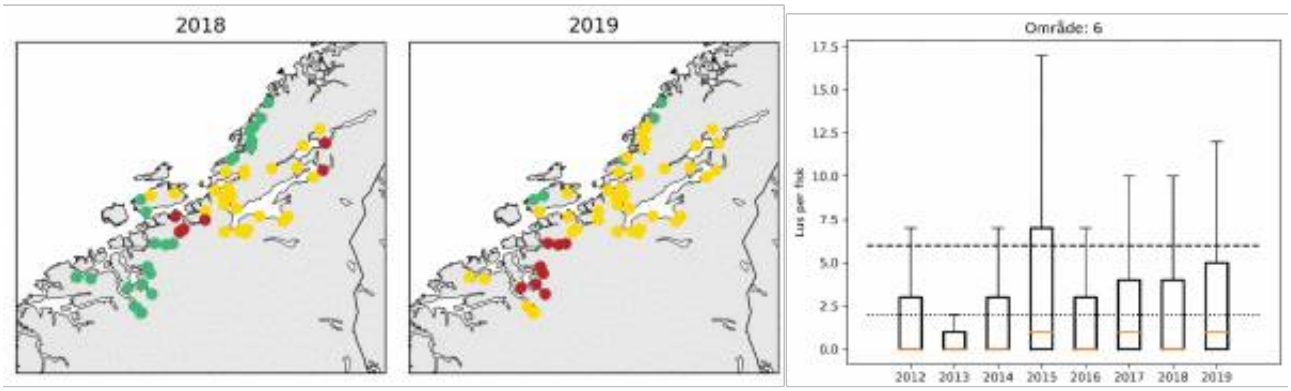
I stasjonene i Trondheimsfjorden (Skatval og Viggja) er det lite lus i årene undersøkt i begge periodene (figur 39). Det er også foretatt undersøkelser på østsiden av Hitra og her var det generelt lave lusetall under smoltutvandringen. Nord for Trondheimsfjorden er også Asserøy undersøkt 2016, 2018 - 2019. Her varierte estimatene, men utover sesongen estimeres det moderat og høy dødelighet.

Ved utløpet av Trondheimsfjorden er Agdenes undersøkt. I hele tidsperioden er det lav eller moderat estimert dødelighet rundt tiden for smoltutvandringen, og estimatene øker til moderat og høy utover sommeren. Der er ingen generelle trender, men det er år som avviker, f.eks. er det høye estimater i 2016.



Figur 39. Sannsynlighet for lakselusrelatert dødelighet (med konfidensintervaller) på alle stasjonene undersøkt. Stasjoner med antall fisk fanget < 10 er utelatt. Stiplet vertikal linje markerer tid for forventet median utvandring. Beregningene inkluderer kun fisk < 150 g, og for all fisk fanget.

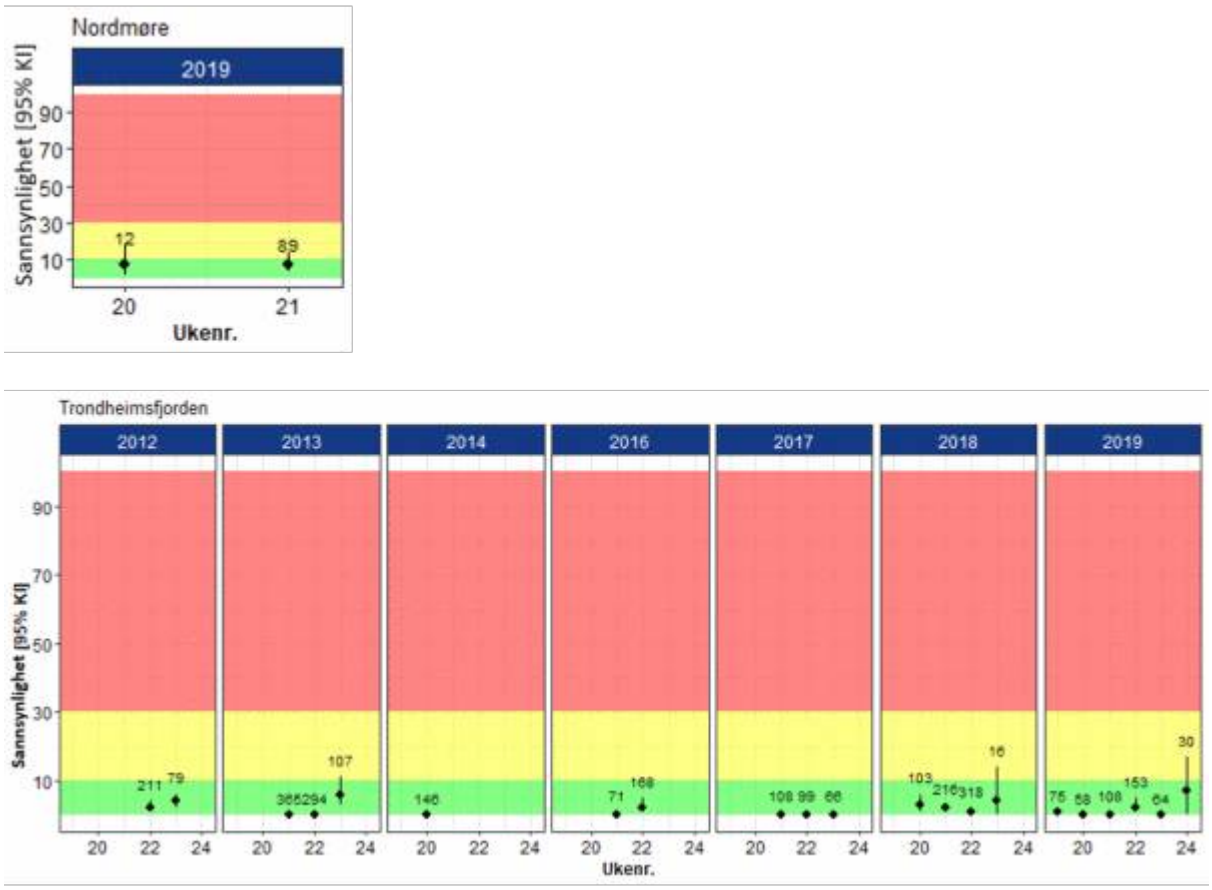
Estimat fra den virtuelle smoltmodellen viser relativt lave antall lus på fisken (snitt av elvene) i hele tidsrommet. For enkeltelvene var det en kraftig økning i estimert dødelighet fra elvene på Nordmøre fra 2018 til 2019, hvor det for flere av elvene estimeres høy dødelighet i 2019. For elvene i Trondheimsfjorden estimeres det moderat dødelighet på postsmolt av laks (figur 40).



Figur 40. Figuren (venstre) viser estimert dødelighet for laksesmolt fra elvene i 2018 - 2019 i produksjonsområdet ved antatt utvandringstid (grønn < 10 %, gul 10-30 % og rød > 30 %), samt snitt antall lus per fisk for alle elvene i tidsperioden 2012 - 2019. Se tekst for forklaring av utregningene.

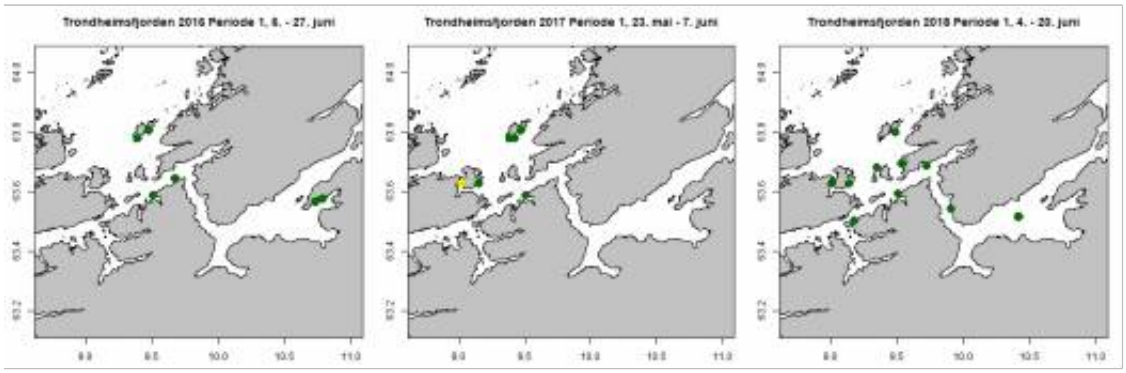
Tråldata Fra Trondheimsfjorden viser at det oftest er lite lus på den trålfangete fisken alle årene undersøkt 2012 - 2019 (figur 41). Det skal bemerkes at fisket foregår relativt nært land, og om fisken smittes av lus fra Storfosna og utover vil dette ikke fanges opp. Estimatene på den trålfangede fisken på Nordmøre indikerte liten

dødelighet, men høyere estimater enn i Trondheimsfjorden.



Figur 41. Sannsynlighet for lakselusrelatert dødelighet (med konfidensintervaller) på trålfanget vill postsmolt av laks. Uker hvor antall undersøkt fisk er < 10 er utelatte, antall hver uke er angitt i figuren.

Det er benyttet vaktbur i Trondheimsfjorden årene 2016 - 2018, ikke i 2019 (figur 42). Det er en del lus på fisken i ett av vaktburene på østsiden av Hitra, ellers lite.

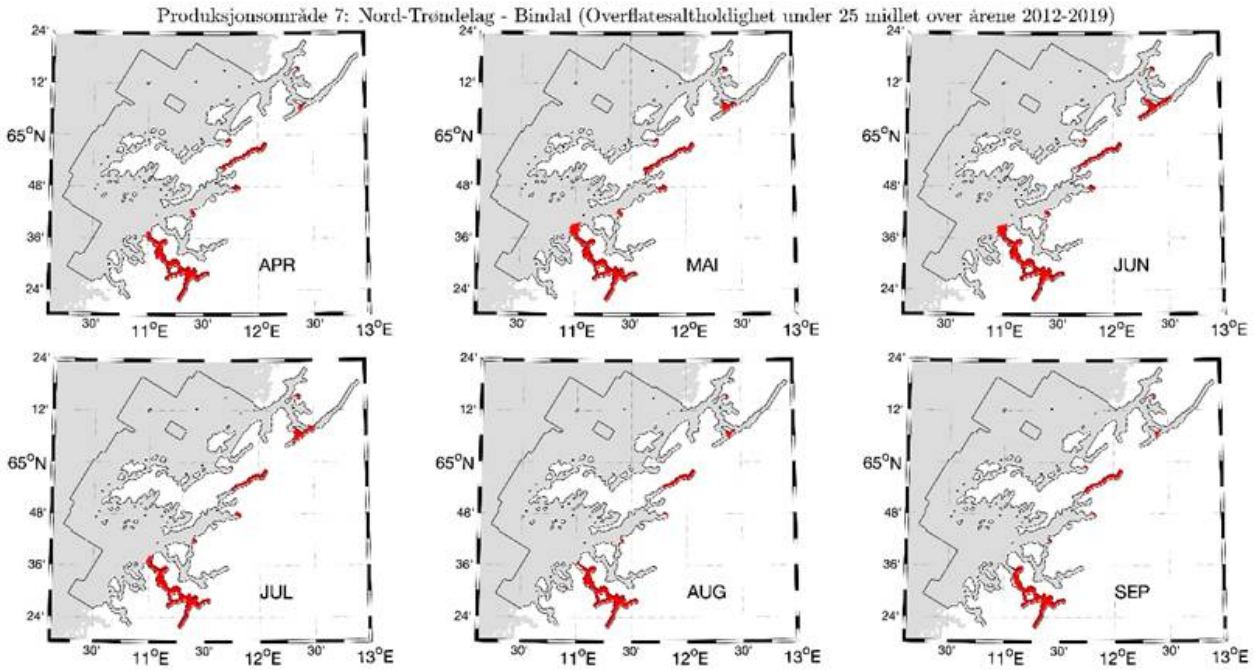


Figur 42. Snitt av antall lus/fisk normalisert til 14 dager for hver av vaktburene, fargene angir < 2 (grønne), 2-6 (gule), og > 6 lus/fisk (røde). Tidsperioden i figuren viser tiden burene stod ute.

5.7 - PO 7 Nord-Trøndelag med Bindal

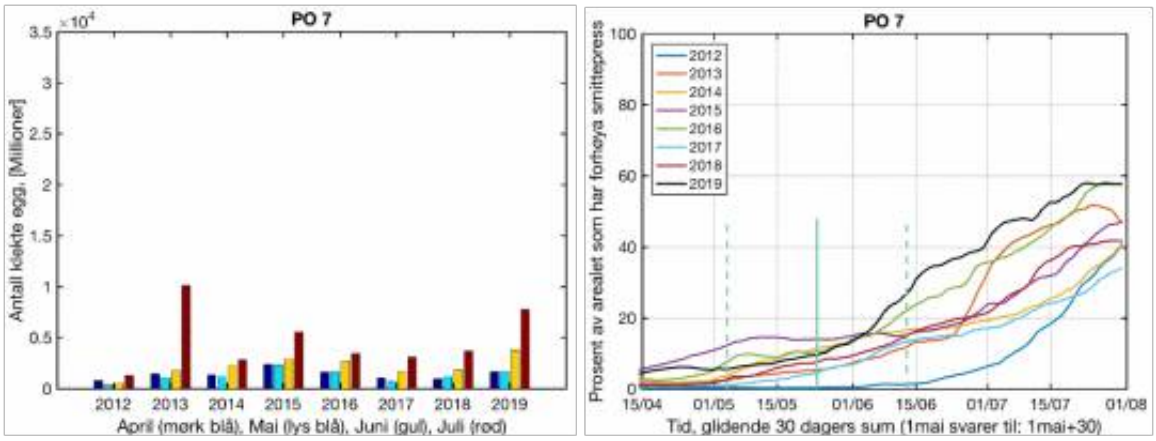
Median temperatur på 0,5 m under smoltutvandringen ligger de siste årene på omtrent 8,5 °C, fra 8,3 til 9,3 °C. Utover sommeren øker denne, og snittet for månedene juni-september ligger mellom 10 og 15 °C. Temperaturen er derfor gunstig for lakselus både under smoltutvandringen og i beiteperioden for sjøørret.

Saltholdigheten i PO4 indikerer at brakkvannslaget (areal innenfor grunnlinjen med saltholdighet < 25) er begrenset til Namsfjorden og Folda (figur 43). Det er relativt liten årviss variasjon i dette mønsteret. De lave verdiene indikerer at beitende sjøørret, og smolt som vandrer ut gjennom Namsenfjord ofte til en viss grad vil være beskyttet. Storparten av området har saltholdigheter som ikke vil påvirke lakselusen i nevneverdig grad.



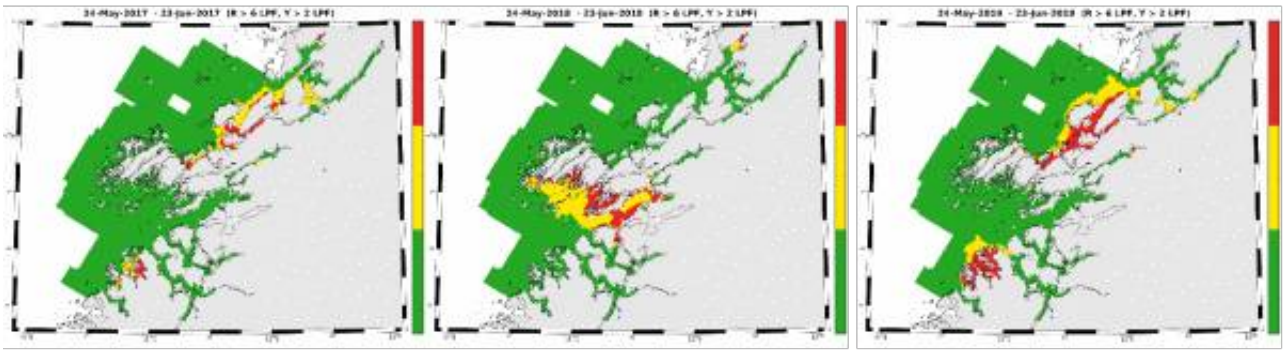
Figur 43. Områder (rødt) hvor saltholdigheten er under 25 midlet over årene 2012 - 2019. Beregnet vha. strømmodellen NorKyst800.

Utslippene av lakselus i PO 7 indikerer en økning frem mot 2015-2016 og noe lavere i 2017 - 2018, og med en liten øking i 2019 (figur 44). Andelen av areal med forhøyet smittepress viser tilsvarende, hvor det er størst påvirket areal i 2014 - 2016 og 2019 under smoltutvandringen. Påvirket areal øker utover sommeren de fleste årene.



Figur 44. Utslipp av lakselus fra alle aktive oppdrettsanlegg i produksjonsområdet summert for måned (venstre) og andel av areal med forhøyet tetthet av lakselus for en fisk som vandrer ut en gitt dato. Verdien leses slik at dette er andelen av arealet med forhøyet tetthet fra dato fisken vandrer ut og de påfølgende 30 dagene. Heltrukken vertikal linje markerer tid for median utvandring, stiplet linje markerer tid for siste dato for utvandring (20 dager før og etter 50 % utvandring).

ROC modellen indikerer at det under smoltutvandringen i 2017 og 2019 er forhøyete tettheter av lakselus på begge sider av Namsfjorden og på nordsiden av Vikna, mens i 2018 er høyest tetthet på sørsiden av Vikna (figur 45), andelen av påvirket areal er høyest i 2019.

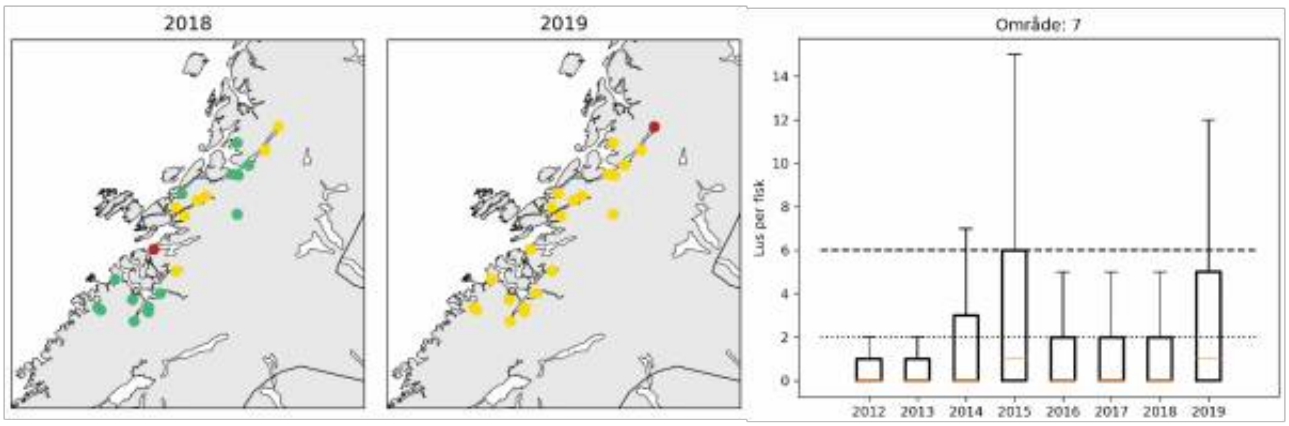


Figur 45. Figurene viser områder med forhøyet tetthet av lakselus akkumulert over en mnd. Røde områder indikerer at fisk som oppholder seg der sannsynligvis vil smittes med mer enn 6 lus (dødelig dose for en 20 g fisk), gult indikerer at fisk som oppholder seg der sannsynligvis vil smittes med mellom 2 og 6 lus per fisk, mens grønn områder indikerer at fisken sannsynligvis smittes med mindre enn 2 lus per fisk.

I 2010 - 2015 ble Tøttdal i Namsenfjord undersøkt (figur 46). Her estimeres det liten sannsynlighet for lakselusrelatert dødelighet under smoltutvandringen, noe høyere utover sommeren i 2011 - 2013 og liten i 2014 - 2015. Dette er et område som ofte er sterkt påvirket av ferskvann, stasjonen ble derfor flyttet utover i fjorden i 2016 - 2018. Her ble det funnet mer lus på fisken, men det beregnes liten sannsynlighet under smoltutvandringen i 2016 - 2017 og 2019 og moderat i 2018. Utover sommeren beregnes høy sannsynlighet i 2016 og 2018 - 2019. På sørsiden av Namsfjorden, i Sitter i Flatanger, estimeres nesten i hele tidsperioden moderat eller høy sannsynlighet, både under smoltutvandringen og utover sommeren. I Vikna er det undersøkt stasjoner både på sør- og nordsiden. På begge stasjonene estimeres det oftest moderat eller høy sannsynlighet for lakselusrelatert dødelighet.

Figur 46. Sannsynlighet for lakselusrelatert dødelighet (med konfidensintervaller) på alle stasjonene undersøkt. Stasjoner med antall fisk fanget < 10 er utelatt. Stiplet vertikal linje markerer tid for forventet median utvandring. Beregningene inkluderer kun fisk < 150 g, og for all fisk fanget.

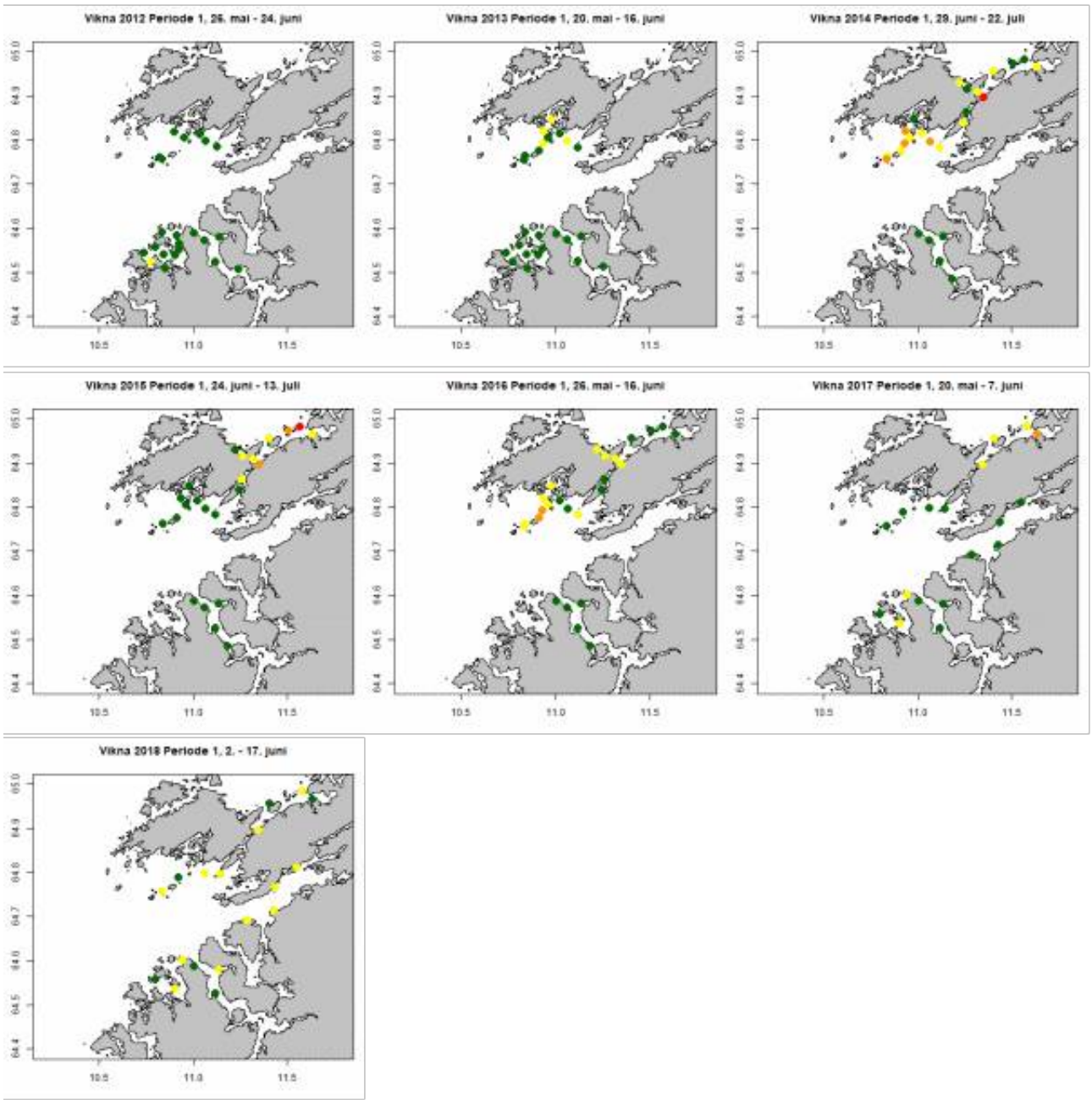
Estimat fra den virtuelle smoltmodellen viser lite lus på fisken 2012 - 2018 (figur 47). For enkeltelvene øker estimatene fra 2018 til 2019, hvor de fleste elvene da estimeres til moderat påvirket.



Figur 47. Figuren (venstre) viser estimert dødelighet for laksesmolt fra elvene i 2018-2019 i produksjonsområdet ved antatt utvandringstid (grønn < 10 %, gul 10-30 % og rød > 30 %), samt snitt antall lus per fisk for alle elvene i tidsperioden 2012-2019. Se tekst for forklaring av utregningene.

Tråldata fra ett begrenset fiske i uke 23 i Namsfjorden i 2019 viser lite lus på den trålfangete fisken, med beregnet sannsynlighet på 0 %.

Det er benyttet vaktbur for å kartlegge smittepresset i Namsen – Viknaområdet 2012 - 2018 (figur 48). Det er observert lite lus på vaktburene i Namsfjorden, men ofte relativt høye påslag på fisken i vaktburene opp mot Vikna, og på sørsiden av Namsfjorden.

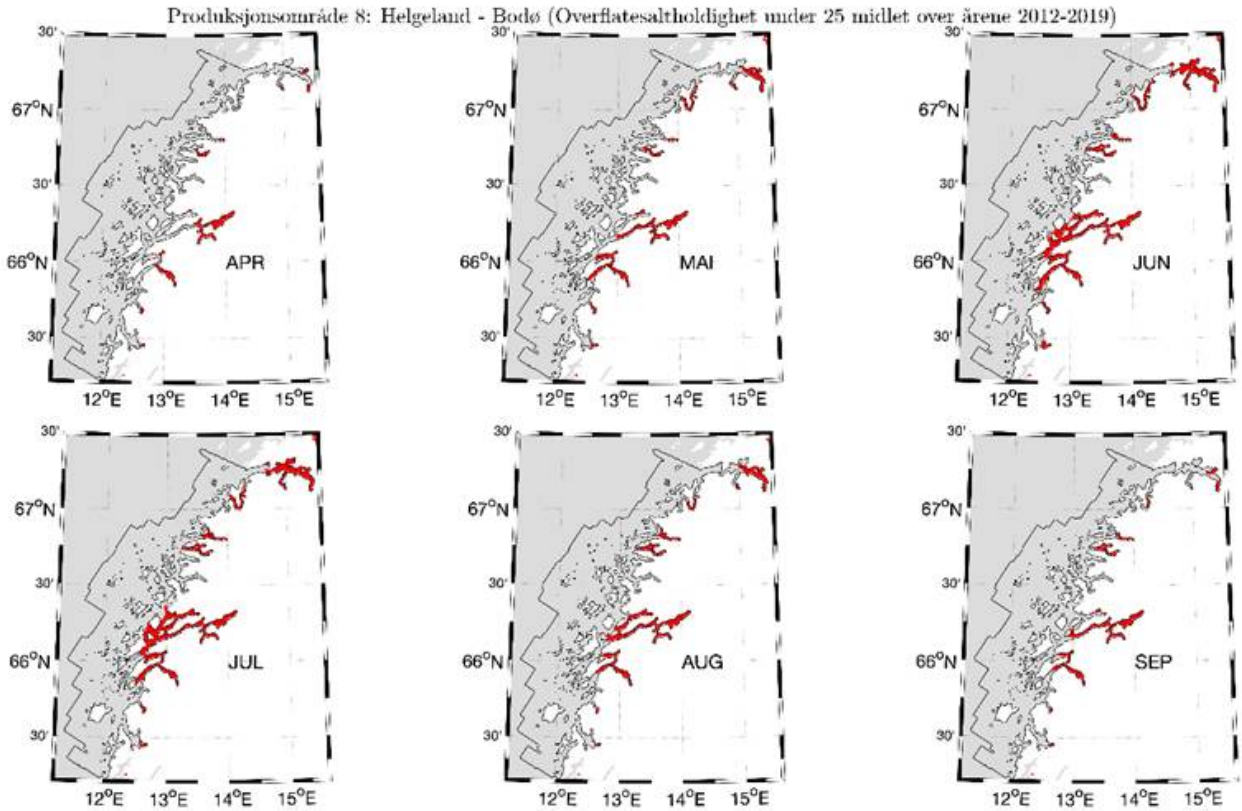


Figur 48. Snitt av antall lus/fisk normalisert til 14 dager for hver av vaktburene, fargene angir < 2 (grønne), 2-6 (gule), og > 6 lus/fisk (røde). Tidsperioden i figuren viser tiden burene stod ute.

5.8 - PO 8 Helgeland til Bodø

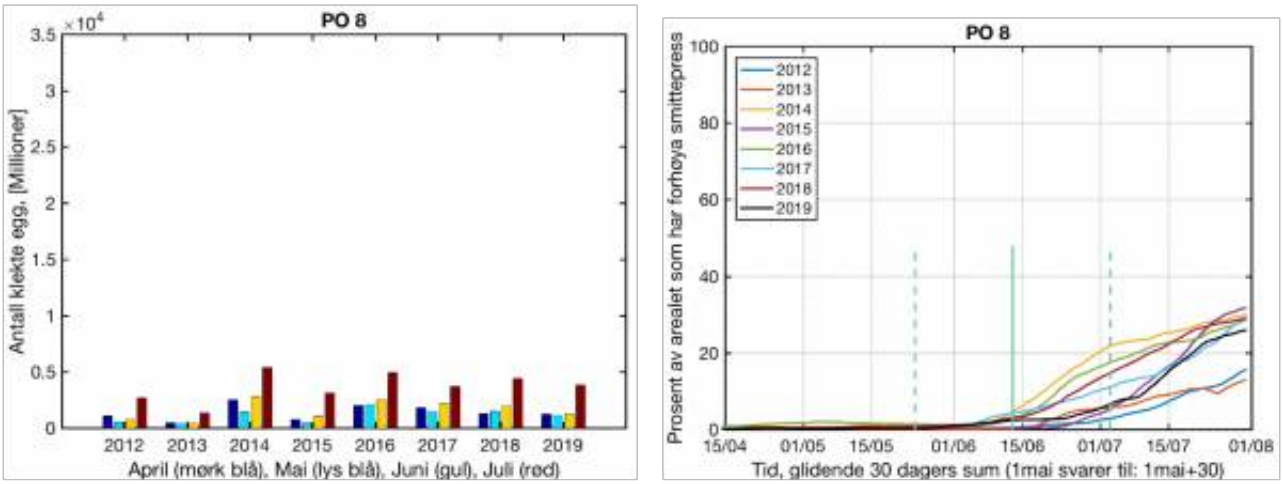
Median temperatur på 0,5 m under smoltutvandringen ligger de siste årene på omtrent 9,2 °C, fra 8,8 til 11,1 °C. Utover sommeren øker denne, og snittet for månedene juni-september ligger mellom 9 og 14 °C. Temperaturen er derfor moderat gunstig for lakselus under smoltutvandringen og moderat til høy i beiteperioden for sjøørret.

Saltholdigheten i PO8 indikerer at utbredelsen av brakkvannslaget (areal innenfor grunnlinjen med saltholdighet < 25) er mindre i april, og at dette øker mai-juli, før det oftest minker igjen (figur 49). Det er relativt liten årviss variasjon i dette mønsteret. Utbredelsen av dette brakkvannslaget er begrenset til de innerste delene av de fjordene, og da disse er relativt korte vil lav saltholdighet bare unntaksvis ha en beskyttende effekt for utvandrende postsmolt av laks og for beitende sjøørret og sjørøye.



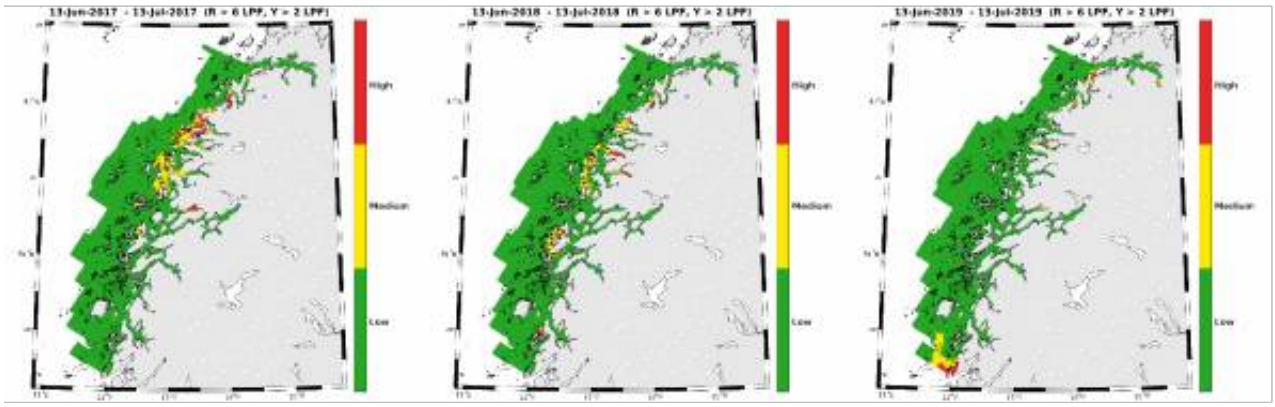
Figur 49. Områder (rødt) hvor saltholdigheten er under 25 midlet over årene 2012 - 2019. Beregnet vha. strømmodellen NorKyst800.

Utslippene av lakselus har i tidsperioden 2014 - 2019 holdt seg relativt stabilt, og det er ingen trend i andel av areal med forhøyet smittepress (figur 50). Økningen kommer etter median smoltutvandring.



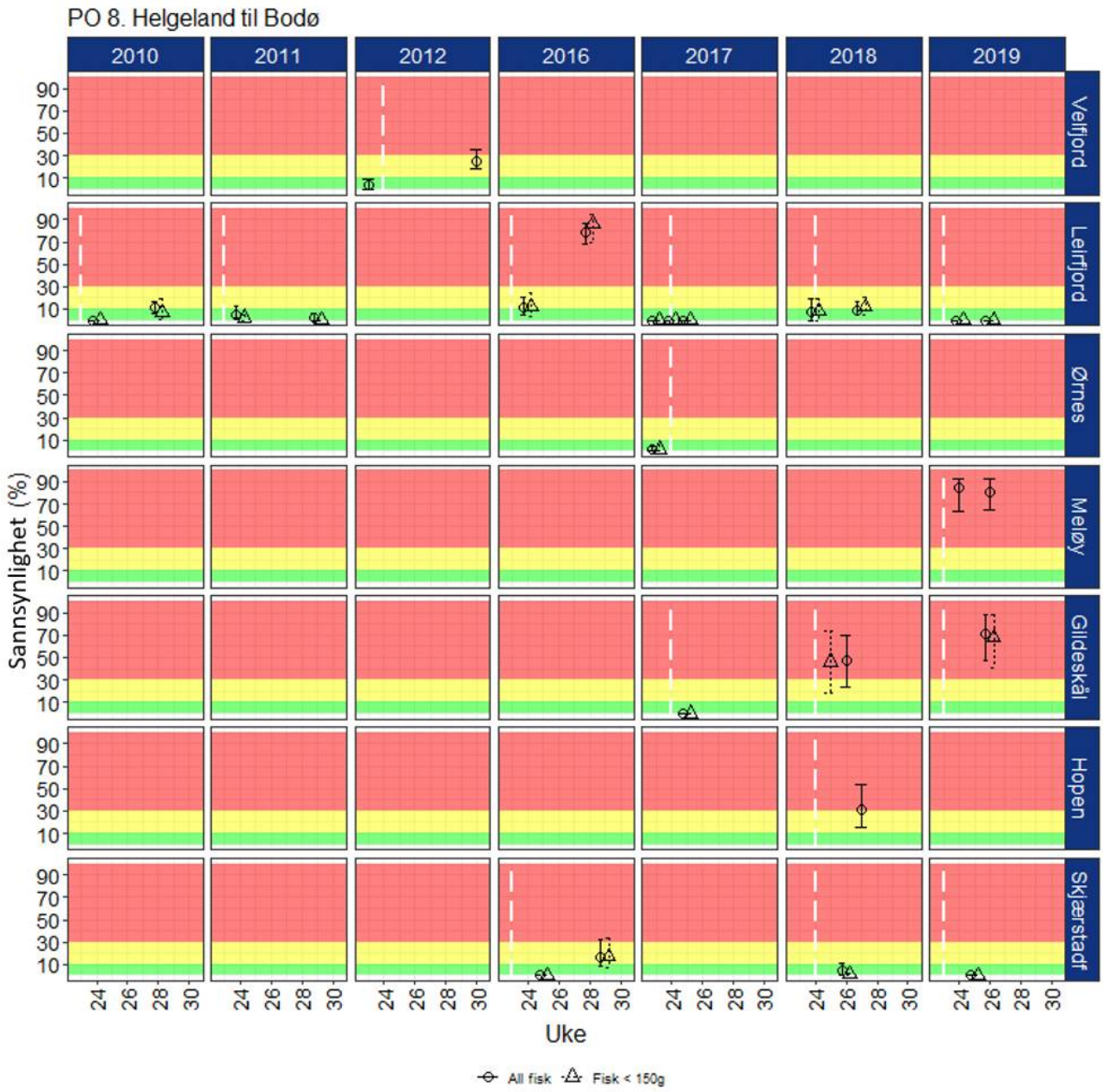
Figur 50. Utslipp av lakselus fra alle aktive oppdrettsanlegg i produksjonsområdet summert for måned (venstre) og andel av areal med forhøyet tetthet av lakselus for en fisk som vandrer ut en gitt dato. Verdien leses slik at dette er andelen av arealet med forhøyet tetthet fra dato fisken vandrer ut og de påfølgende 30 dagene. Heltrukken vertikal linje markerer tid for median utvandring, stiplet linje markerer tid for siste dato for utvandring (20 dager før og etter 50 % utvandring).

ROC modellen indikerer at det er få områder hvor det akkumuleres mye smittsomme lakselus under smoltutvandringen 2017 - 2019 (figur 51).



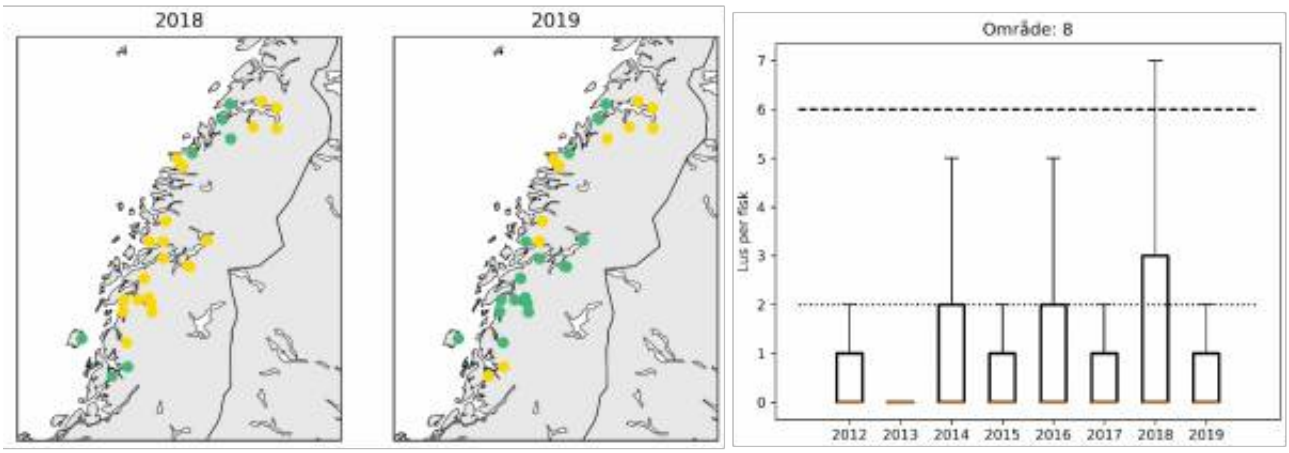
Figur 51. Figurene viser områder med forhøyet tetthet av lakselus akkumulert over en mnd. Røde områder indikerer at fisk som oppholder seg der sannsynligvis vil smittes med mer enn 6 lus (dødelig dose for en 20 g fisk), gult indikerer at fisk som oppholder seg der sannsynligvis vil smittes med mellom 2 og 6 lus per fisk, mens grønn områder indikerer at fisken sannsynligvis smittes med mindre enn 2 lus per fisk.

Sør i produksjonsområdet ble det funnet lite slus på sjøørreten fanget i periode 1, og med få unntak er det lave verdier også utover sommeren (figur 52). Lengre nord er det mer lus på sjøørret og sjørøye fanget i begge periodene, og det estimeres høy dødelighet i Meløy, Gildeskål og Hopen 2017 - 2019. Det er lite lus inne i Skjærstadfjorden, og det estimeres liten dødelighet.



Figur 52. Sannsynlighet for lakselusrelatert dødelighet (med konfidensintervaller) på alle stasjonene undersøkt. Stasjoner med antall fisk fanget < 10 er utelatt. Stiplet vertikal linje markerer tid for forventet median utvandring. Beregningene inkluderer kun fisk < 150 g, og for all fisk fanget.

Estimat fra den virtuelle smoltmodellen indikerer moderat dødelighet på mange av elvene i 2018, mens noe færre elver er påvirket i 2019 (figur 53). Det er ingen økende trend i tidsperioden.

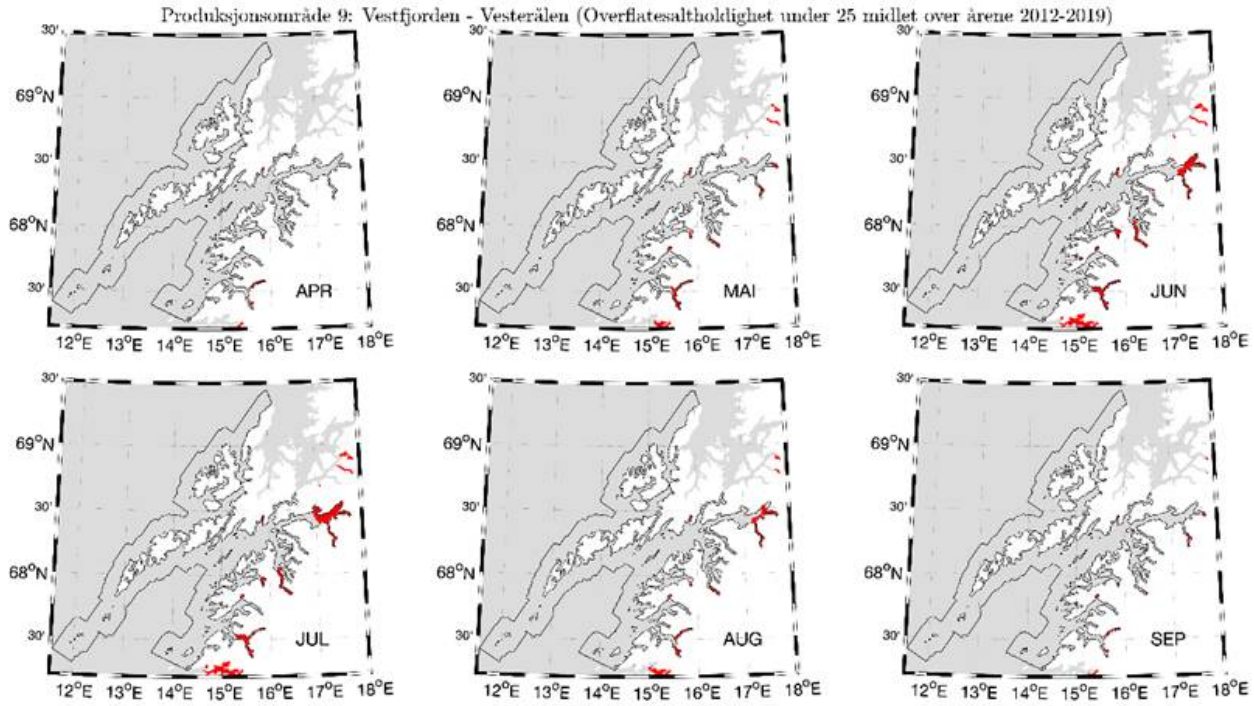


Figur 53. Figuren (venstre) viser estimert dødelighet for laksesmolt fra elvene i 2018 - 2019 i produksjonsområdet ved antatt utvandringstid (grønn < 10 %, gul 10-30 % og rød > 30 %), samt snitt antall lus per fisk for alle elvene i tidsperioden 2012 - 2019. Se tekst for forklaring av utregningene.

5.9 - PO 9 Vestfjorden og Vesterålen

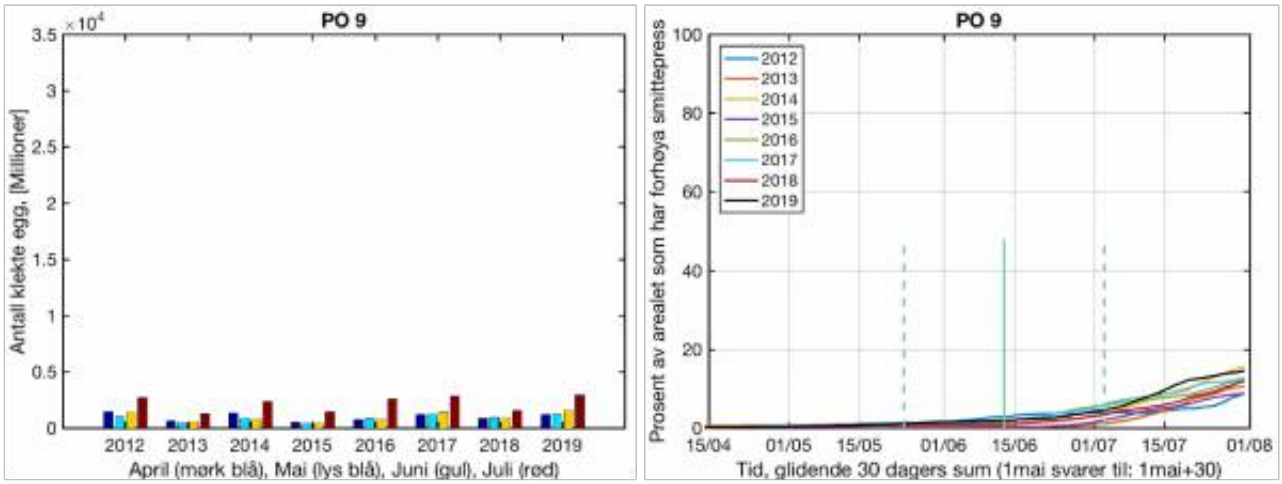
Median temperatur på 0,5 m under smoltutvandringen ligger de siste årene på omtrent 8,8 °C, fra 8,1 til 10,5 °C. Utover sommeren øker denne, og snittet for månedene juni-september ligger mellom 8 og 14 °C. Temperaturen er derfor moderat gunstig for lakselus under smoltutvandringen og gunstig i beiteperioden for sjøørret.

Utbredelsen av brakkvannslaget i PO9 indikerer at lavest saltholdighet observeres inne i fjordene (areal innenfor grunnlinjen med saltholdighet < 25) (figur 54). Modellene indikerer at det er små områder med lav saltholdighet, og saltholdighet vil i liten grad ha noen innvirkning på lakselus i dette området.



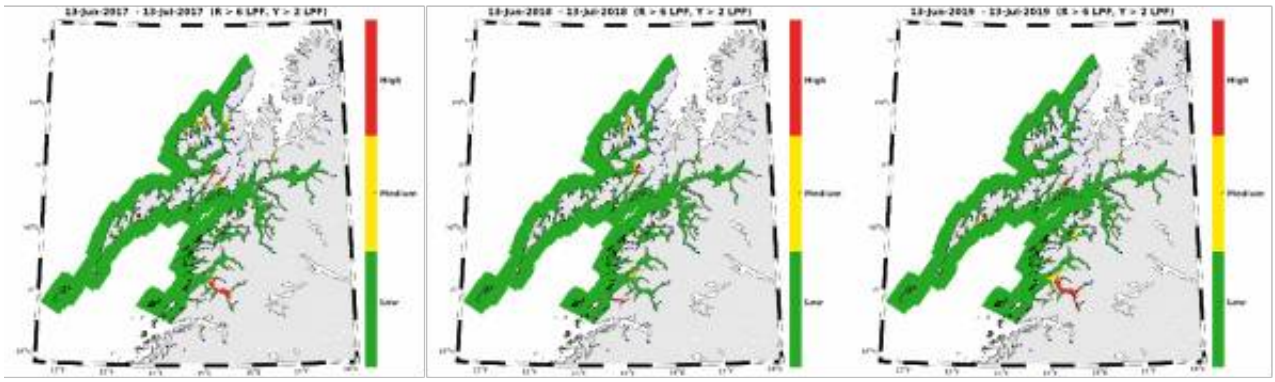
Figur 54. Områder (rødt) hvor saltholdigheten er under 25 midlet over årene 2012 - 2019. Beregnet vha. strømmodellen NorKyst800.

Utslippene av lakselus og andelen av areal med forhøyet smittepress er relativt lave og viser ingen trend i tidsperioden 2012 - 2019 (figur 55).



Figur 55. Utslipp av lakselus fra alle aktive oppdrettsanlegg i produksjonsområdet summert for måned (venstre) og andel av areal med forhøyet tetthet av lakselus for en fisk som vandrer ut en gitt dato. Verdien leses slik at dette er andelen av arealet med forhøyet tetthet fra dato fisken vandrer ut og de påfølgende 30 dagene. Heltrukken vertikal linje markerer tid for median utvandring, stiplet linje markerer tid for siste dato for utvandring (20 dager før og etter 50 % utvandring).

ROC modellen indikerer at det er enkelte avgrensede områder hvor det estimeres forhøyede tettheter av lakselus under smoltutvandringen, spesielt i Nordfolda, og enkelte fjorder i Vesterålen (figur 56).

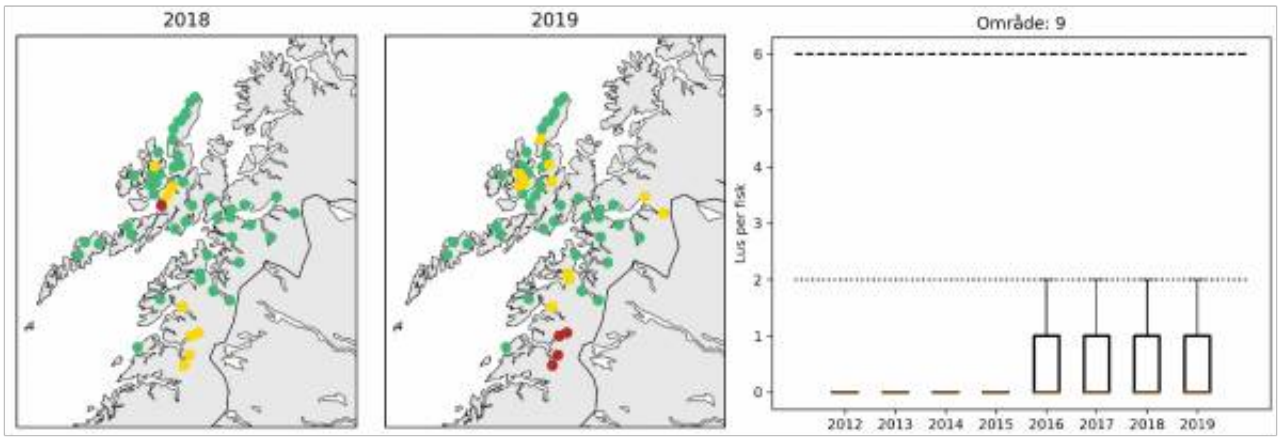


Figur 56. Figurene viser områder med forhøyet tetthet av lakselus akkumulert over en mnd. Røde områder indikerer at fisk som oppholder seg der sannsynligvis vil smittes med mer enn 6 lus (dødelig dose for en 20g fisk), gult indikerer at fisk som oppholder seg der sannsynligvis vil smittes med mellom 2 og 6 lus per fisk, mens grønn områder indikerer at fisken sannsynligvis smittes med mindre enn 2 lus per fisk.

Data fra ruse og garnfanget sjøørret og sjørøye indikerer ett relativt stabilt smittepress i tidsperioden undersøkt. Både i Steigen og i Vesterålen er estimatene av lakselusrelatert dødelighet oftest liten i periode 1, men øker til moderat eller høy utover sommeren (figur 57).

Figur 57. Sannsynlighet for lakselusrelatert dødelighet (med konfidensintervaller) på alle stasjonene undersøkt. Stasjoner med antall fisk fanget < 10 er utelatt. Stiplet vertikal linje markerer tid for forventet median utvandring. Beregningene inkluderer kun fisk < 150 g, og for all fisk fanget.

Estimat fra den virtuelle smoltmodellen viser lite lus på den utvandrende postsmolten av laks i 2012 - 2019 (figur 58). Det er flere påvirkede elver i 2019 enn i 2018, hvor elvene fra Sørfolda har høy estimert dødelighet.

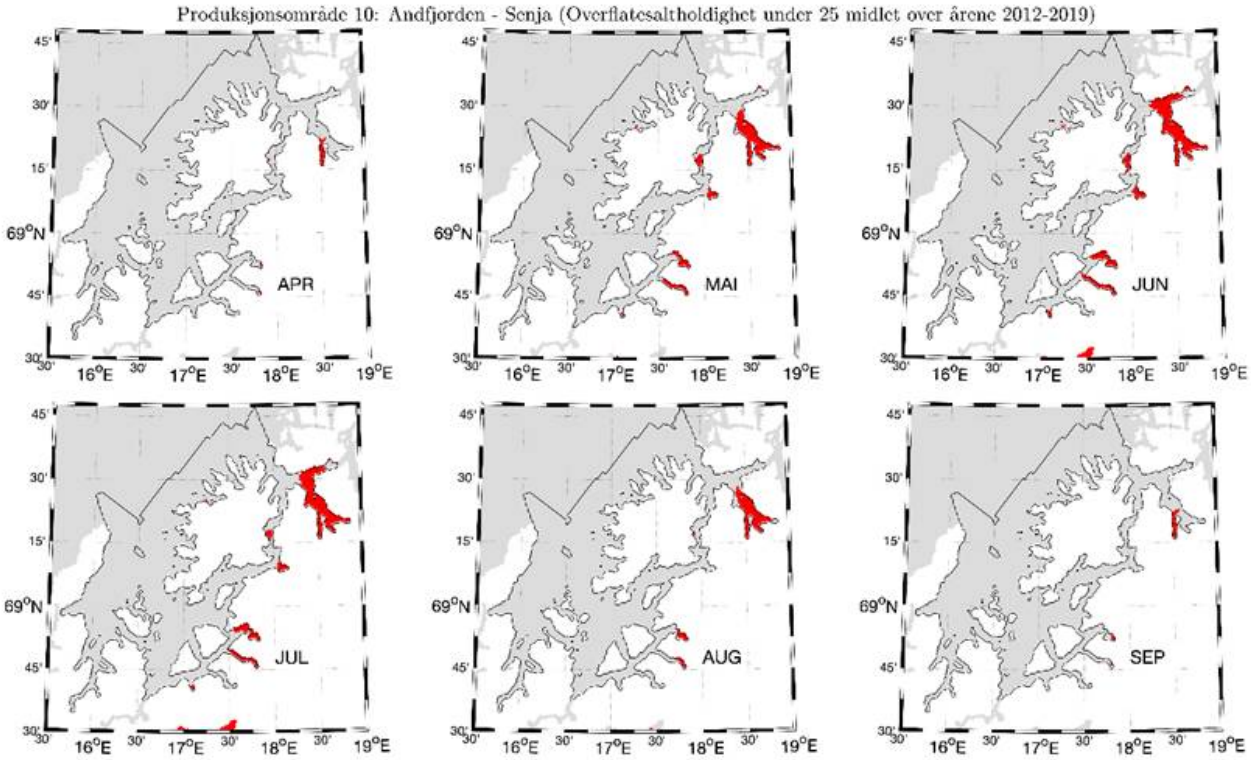


Figur 58. Figuren (venstre) viser estimert dødelighet for laksesmolt fra elvene i 2018-2019 i produksjonsområdet ved antatt utvandringstid (grønn < 10 %, gul 10-30 % og rød > 30 %), samt snitt antall lus per fisk for alle elvene i tidsperioden 2012 - 2019. Se tekst for forklaring av utregningene.

5.10 - PO 10 Andøya til Senja

Median temperatur på 0,5 m under smoltutvandringen ligger de siste årene på omtrent 9,3 °C, fra 8,3 til 11,2 °C. Utover sommeren øker denne, og snittet for månedene juni-september ligger mellom 8 og 14 °C. Temperaturen er derfor moderat gunstig for lakselus under smoltutvandringen og gunstig i beiteperioden for sjøørret.

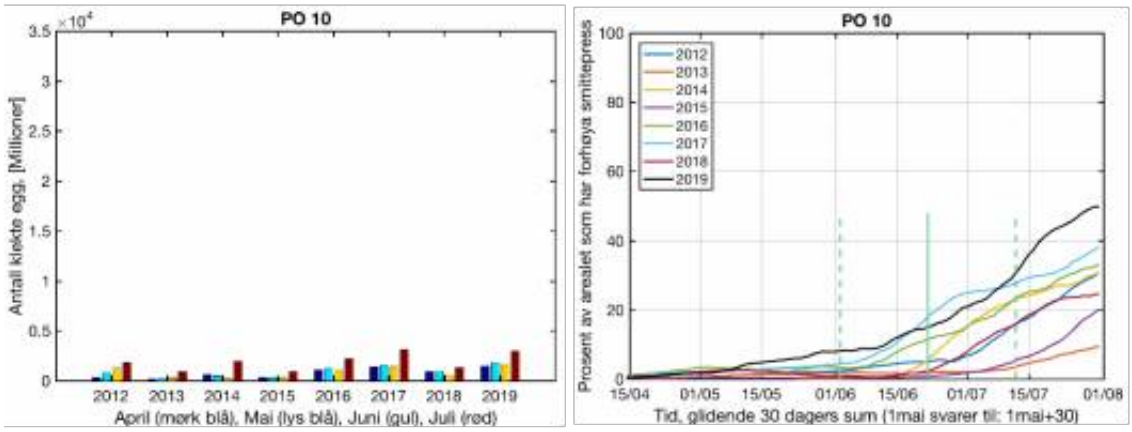
Saltholdigheten i PO4 indikerer at utbredelsen av brakkvannslaget (areal innenfor grunnlinjen med saltholdighet < 25) stort sett er begrenset til Malangen (figur 59), og det anses derfor at ferskvann har relativt liten beskyttende effekt for laksefisk ellers i dette produksjonsområdet.



Figur 59. Områder (rødt) hvor saltholdigheten er under 25 midlet over årene 2012 - 2019. Beregnet vha. strømmodellen NorKyst800.

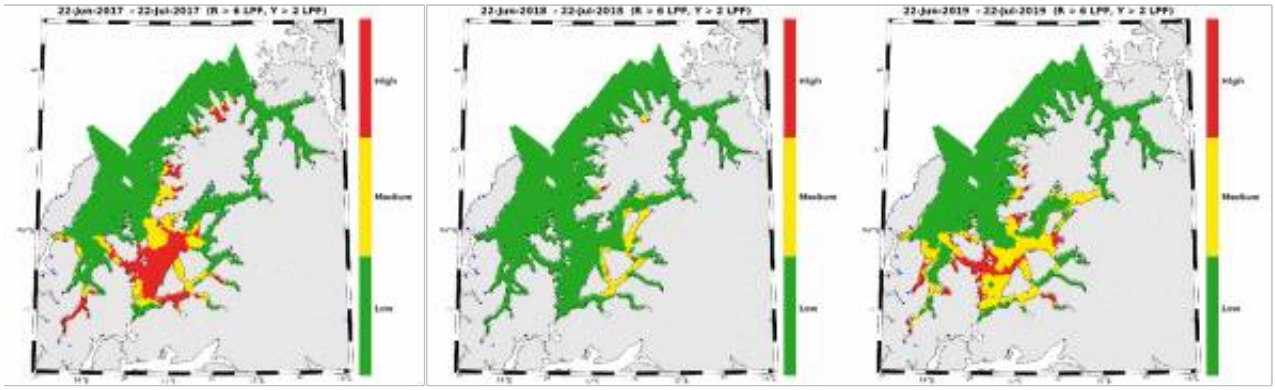
Utslippene av lakselus og andelen av areal med forhøyet smittepress viser ingen trend i tidsperioden 2012 -

2018, men en større del av arealet er påvirket i 2017 og spesielt i 2019, de to årene med høyest utslipp av lakselus (figur 60). Det er en økning i utslippene utover sommeren alle årene, og andel av påvirket areal øker utover smoltutvandringen de senere årene.



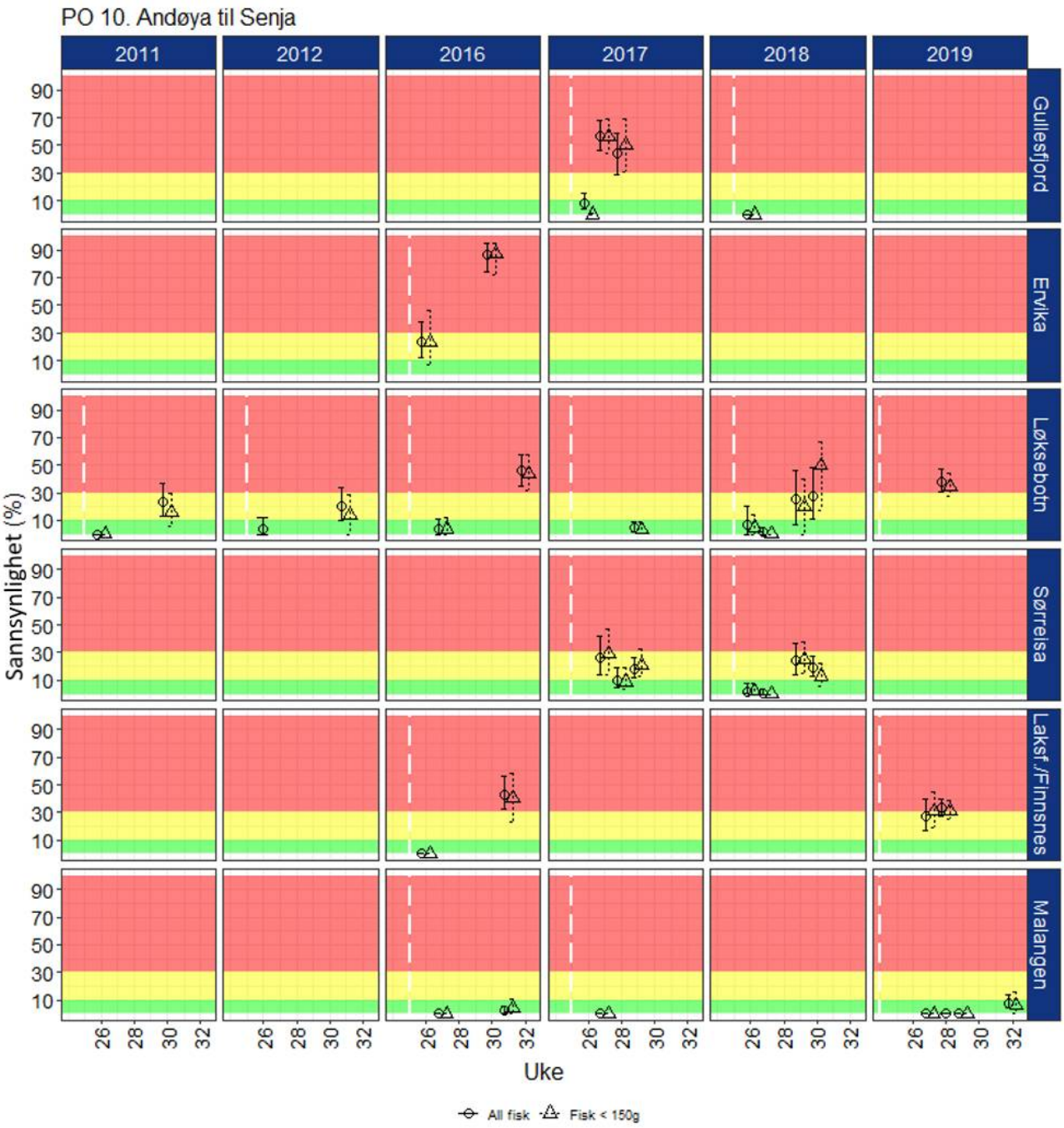
Figur 60. Utslipp av lakselus fra alle aktive oppdrettsanlegg i produksjonsområdet summert for måned (venstre) og andel av areal med forhøyet tetthet av lakselus for en fisk som vandrer ut en gitt dato. Verdien leses slik at dette er andelen av arealet med forhøyet tetthet fra dato fisken vandrer ut og de påfølgende 30 dagene. Heltrukken vertikal linje markerer tid for median utvandring, stiplet linje markerer tid for siste dato for utvandring (20 dager før og etter 50 % utvandring).

ROC modellen indikerer at det oftest bare er området på sørsiden av Senja som er påvirket av mye lakselus under smoltutvandringen (figur 61). Høyest tetthet av lakselus ses i 2017 og 2019.



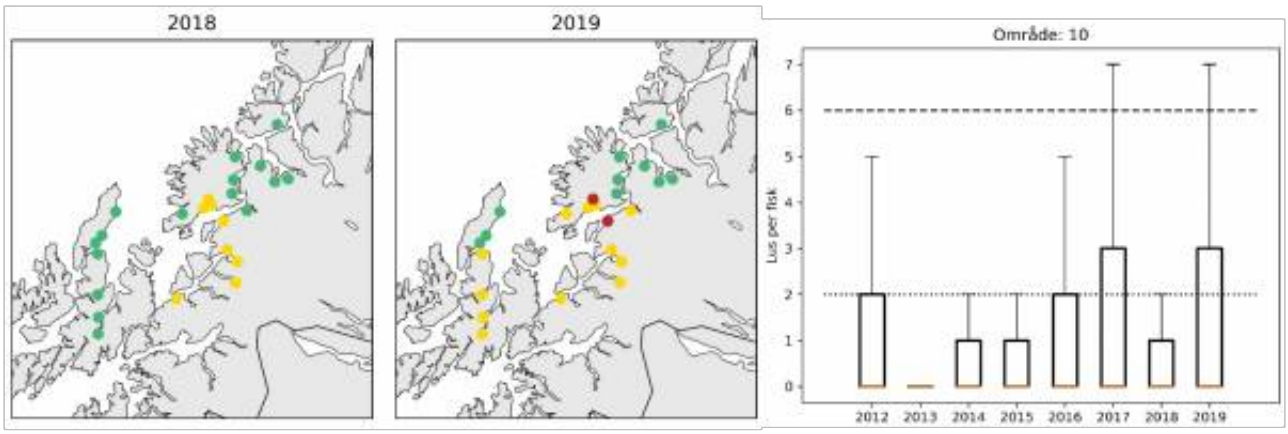
Figur 61. Figurene viser områder med forhøyet tetthet av lakselus akkumulert over en mnd. Røde områder indikerer at fisk som oppholder seg der sannsynligvis vil smittes med mer enn 6 lus (dødelig dose for en 20 g fisk), gult indikerer at fisk som oppholder seg der sannsynligvis vil smittes med mellom 2 og 6 lus per fisk, mens grønn områder indikerer at fisken sannsynligvis smittes med mindre enn 2 lus per fisk.

Resultatene fra garn og rusefangst av sjøørret og sjørøye viser at det estimeres liten eller moderat dødelighet på alle stasjonene i periode 1 i 2016 - 2018, noe høyere i 2019 (figur 62). I periode 2 estimeres det moderat og høy sannsynlighet på de fleste stasjonene undersøkt, men det er liten sannsynlighet i Malangen.



Figur 62. Sannsynlighet for lakselusrelatert dødelighet (med konfidensintervaller) på alle stasjonene undersøkt. Stasjoner med antall fisk fanget < 10 er utelatt. Stiplet vertikal linje markerer tid for forventet median utvandring. Beregningene inkluderer kun fisk < 150 g, og for all fisk fanget.

Estimat fra den virtuelle smoltmodellen viser lite lus på den utvandrende postsmolten av laks 2012 - 2018, høyere 2017 og 2019 (figur 63). For enkeltelver er det elvene sør for Senja som er moderat påvirket i 2018, mens også elver i Vesterålen er moderat påvirket i 2019.

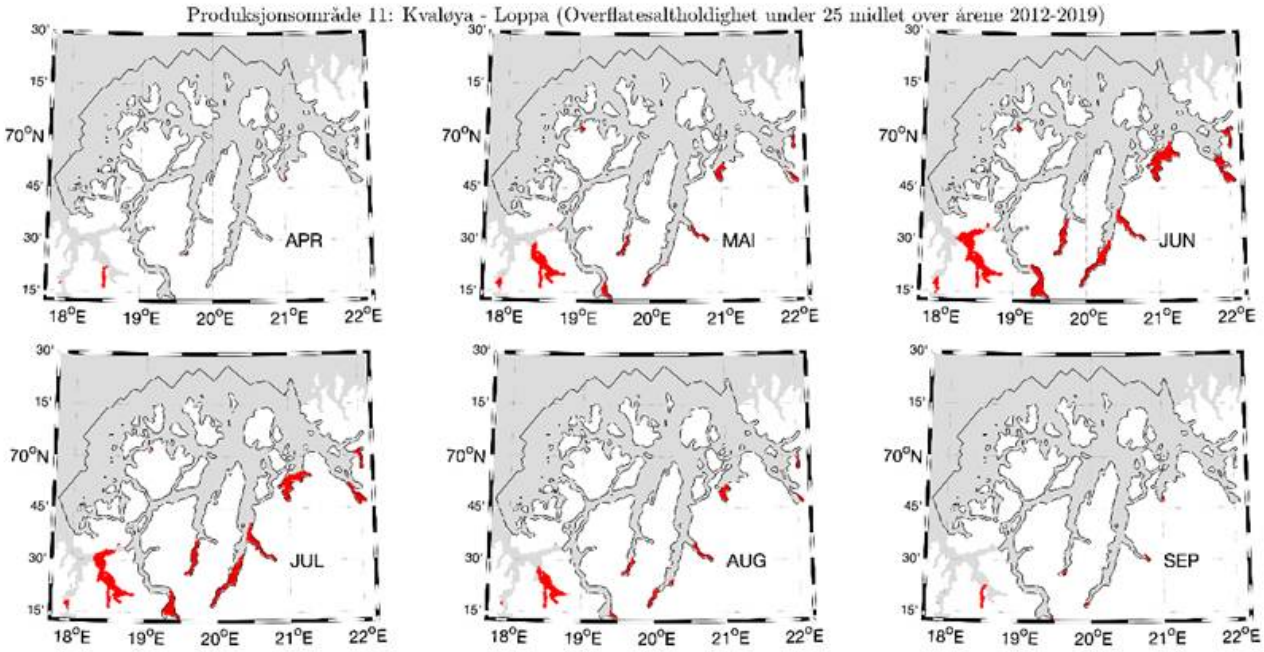


Figur 63. Figuren (venstre) viser estimert dødelighet for laksesmolt fra elvene i 2018 - 2019 i produksjonsområdet ved antatt utvandringstid (grønn < 10 %, gul 10-30 % og rød > 30 %), samt snitt antall lus per fisk for alle elvene i tidsperioden 2012 - 2019. Se tekst for forklaring av utregningene.

5.11 - PO 11 Kvaløya til Loppa

Median temperatur på 0,5 m under smoltutvandringen ligger de siste årene på omtrent 9,0 °C, fra 8,2 til 10,4 °C. Utover sommeren øker denne, og snittet for månedene juni-september ligger mellom 8 og 12 °C. Temperaturen er derfor gunstig for lakselus både under smoltutvandringen og i beiteperioden for sjøørret.

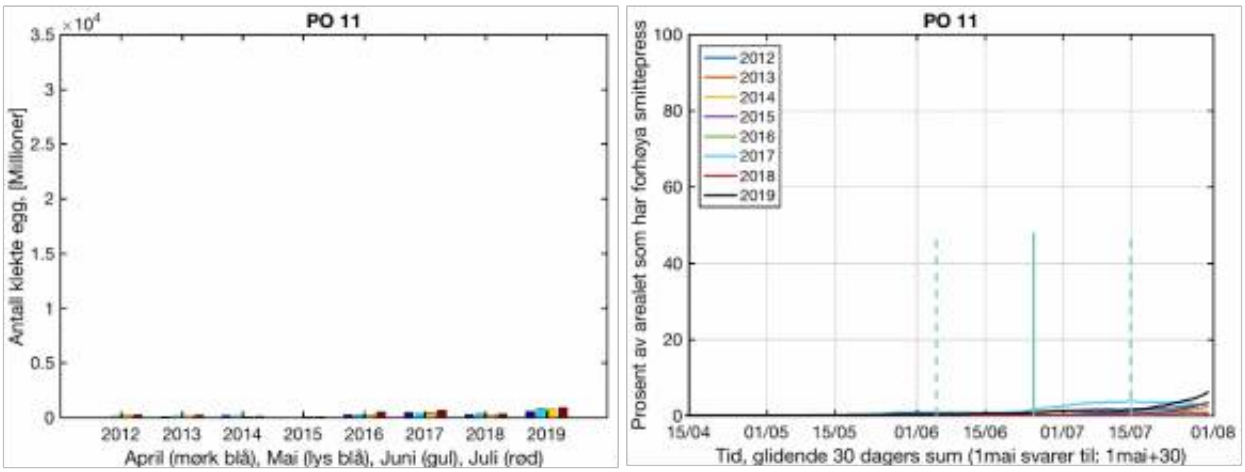
Saltholdigheten i PO11 indikerer at brakkvannslaget (areal innenfor grunnlinjen med saltholdighet < 25) er relativt mindre i april, øker mai-juli, før det oftest minker igjen (figur 64). Det er relativt liten årviss variasjon i dette mønsteret. Lavest saltholdighet ses innerst i fjordene, men den begrensede utbredelsen av ferskvannslaget indikerer at utvandrende postsmolt av laks og beitende sjøørret og sjørøye er lite beskyttet mot lakselus av ferskvann.



Figur 64. Områder (rødt) hvor saltholdigheten er under 25 midlet over årene 2012 - 2019. Beregnet vha. strømmodellen NorKyst800.

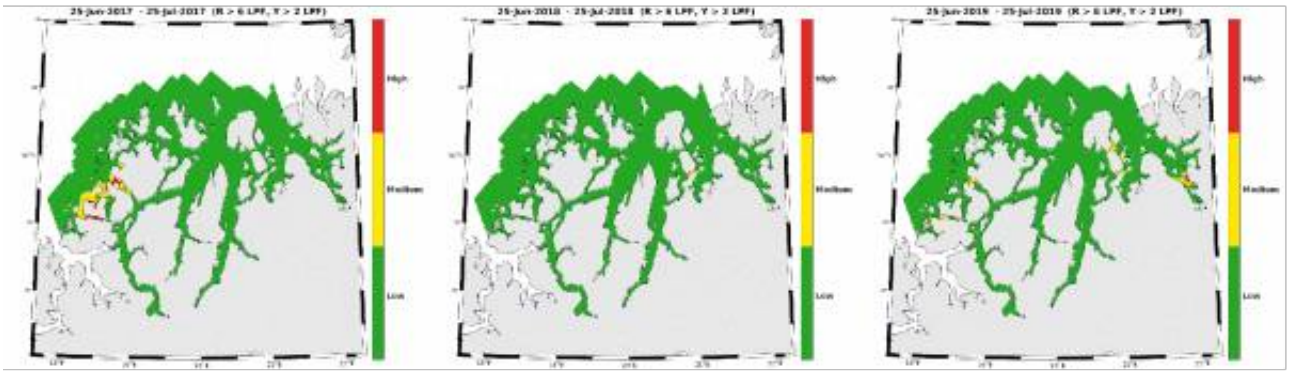
Utslippene av lakselus og andelen av areal med forhøyet smittepress er lave og viser ingen trend i tidsperioden

2012 - 2019 (figur 65).



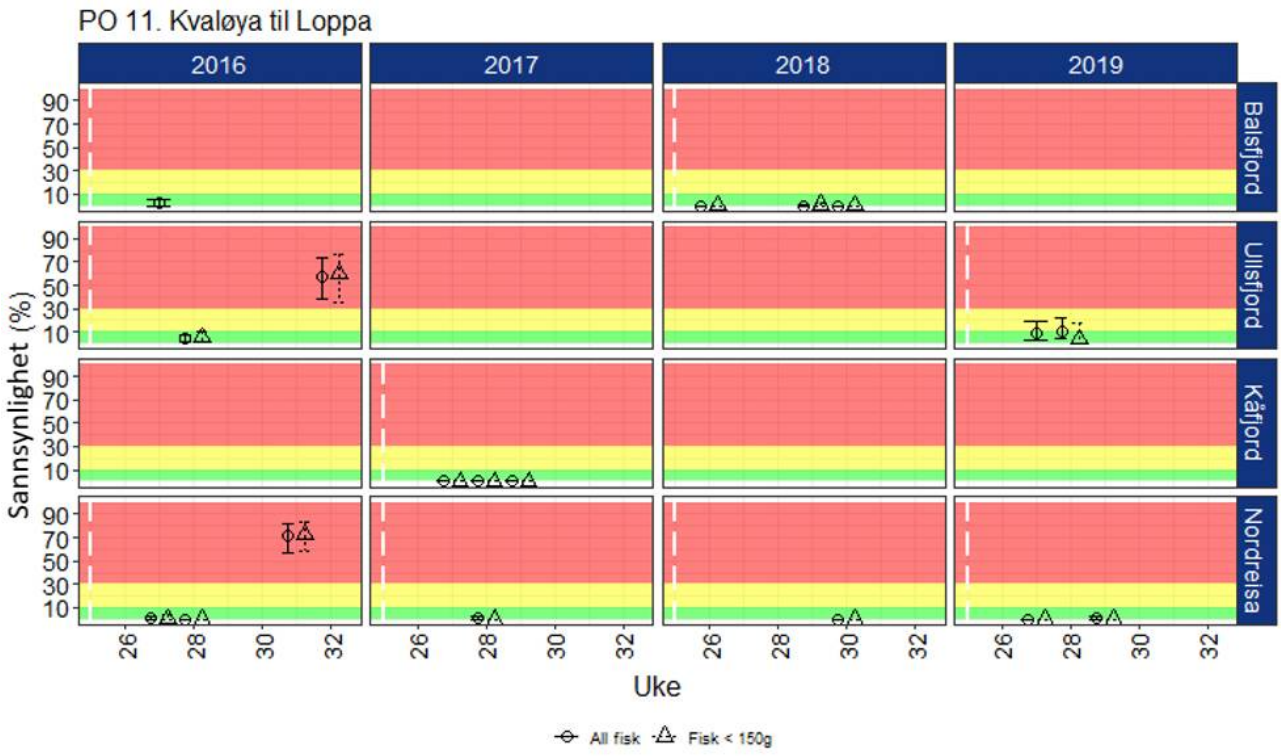
Figur 65. Utslipp av lakselus fra alle aktive oppdrettsanlegg i produksjonsområdet summert for måned (venstre) og andel av areal med forhøyet tetthet av lakselus for en fisk som vandrer ut en gitt dato. Verdien leses slik at dette er andelen av arealet med forhøyet tetthet fra dato fisken vandrer ut og de påfølgende 30 dagene. Heltrukken vertikal linje markerer tid for median utvandring, stiplet linje markerer tid for siste dato for utvandring (20 dager før og etter 50 % utvandring).

ROC kartene indikerer at det er svært begrensede områder hvor det akkumuleres høy tetthet av lakselus under smoltutvandringen (figur 66).



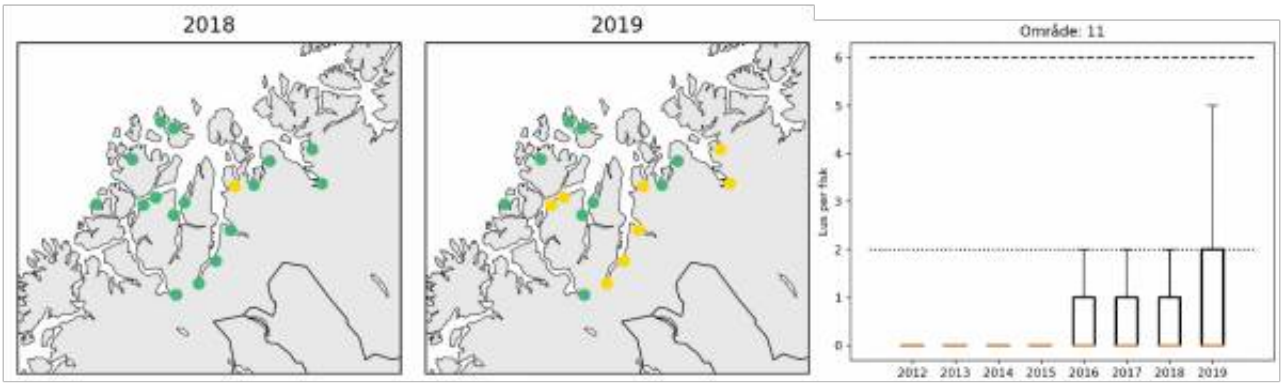
Figur 66. Figurene viser områder med forhøyet tetthet av lakselus akkumulert over en mnd. Røde områder indikerer at fisk som oppholder seg der sannsynligvis vil smittes med mer enn 6 lus (dødelig dose for en 20 g fisk), gult indikerer at fisk som oppholder seg der sannsynligvis vil smittes med mellom 2 og 6 lus per fisk, mens grønn områder indikerer at fisken sannsynligvis smittes med mindre enn 2 lus per fisk.

Data fra garn og rusefangst har vist gjennomgående at det er lite lus på sjøørret og sjørøye i periode 1 (figur 67) på alle stasjonene. Utover sommeren i periode 2 estimeres det høy dødelighet i 2016, men liten 2017 - 2019 på alle stasjonene undersøkt. Merk at Nordreisa ligger inne i en Nasjonal laksefjord.



Figur 67. Sannsynlighet for lakselusrelatert dødelighet (med konfidensintervaller) på alle stasjonene undersøkt. Stasjoner med antall fisk fanget < 10 er utelatt. Stiplet vertikal linje markerer tid for forventet median utvandring. Beregningene inkluderer kun fisk < 150 g, og for all fisk fanget.

Estimat fra den virtuelle smoltmodellen viser lite lus på den utvandrende postsmolten av laks 2012 - 2018, men med en økende trend (figur 68). For enkeltelver er det økende antall moderat påvirkede elver i 2019 sammenlignet med 2018, spesielt i Lyngen og Kvænangen.



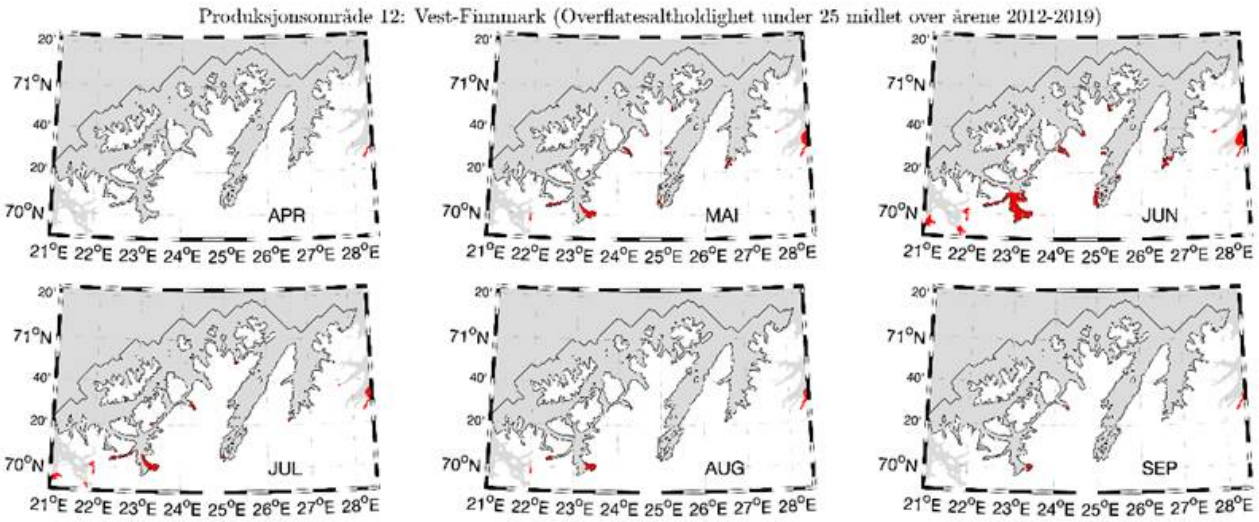
Figur 68. Figuren (venstre) viser estimert dødelighet for laksesmolt fra elvene i 2018 - 2019 i produksjonsområdet ved antatt utvandringstid (grønn < 10 %, gul 10-30 % og rød > 30 %), samt snitt antall lus per fisk for alle elvene i tidsperioden 2012 - 2019. Se tekst for forklaring av utregningene.

5.12 - PO 12 Vest Finnmark

Median temperatur på 0,5 m under smoltutvandringen ligger de siste årene på omtrent 8,7 °C, fra 8,2 til 10,3 °C. Utover sommeren øker denne, og snittet for månedene juni-september ligger mellom 7 og 12 °C. Temperaturen er derfor gunstig for lakselus både under smoltutvandringen og i beiteperioden for sjøørret.

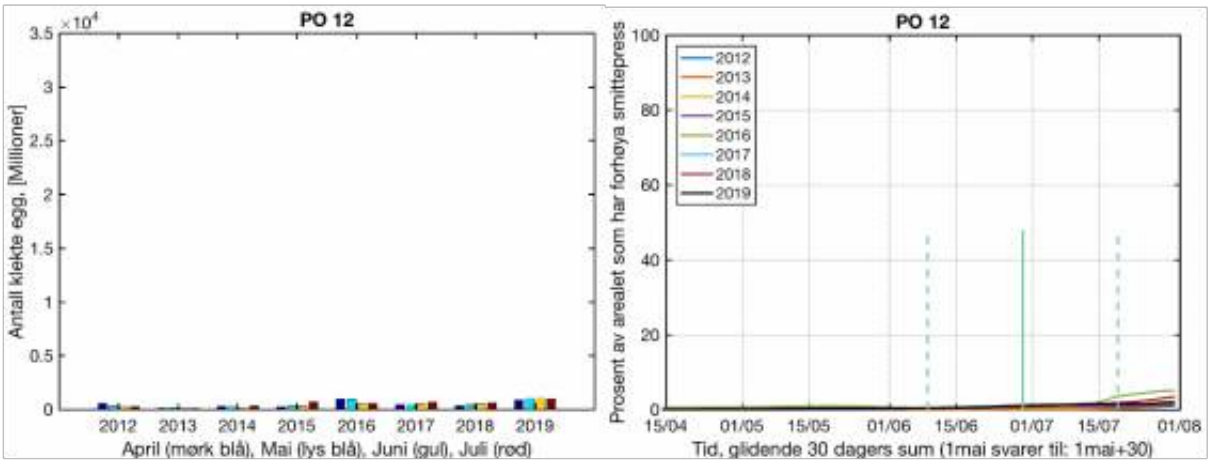
Saltholdigheten i PO12 indikerer generelt liten utbredelse av brakkvannslaget (saltholdighet < 25) (figur 69). Det

er relativt liten årviss variasjon i dette mønsteret. Det anses derfor at utvandrende postsmolt av laks og beitende sjøørret og sjørøye er relativt lite beskyttet mot lakselus av ferskvann.



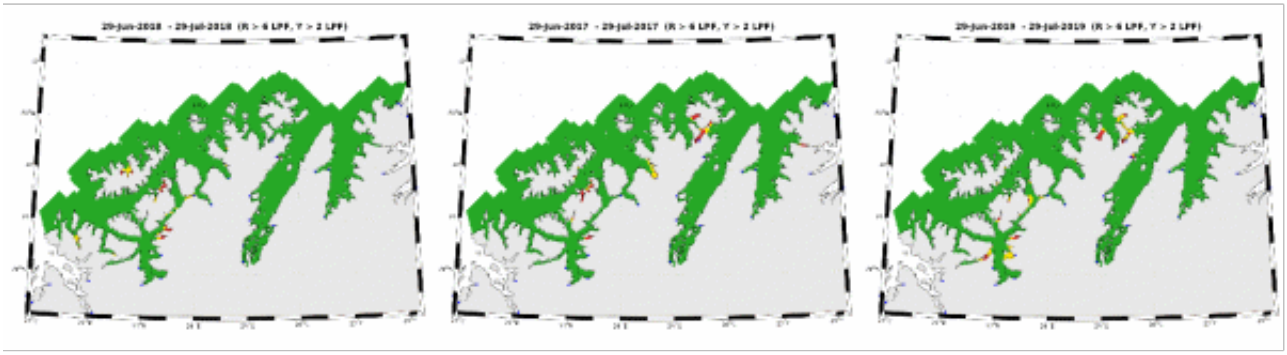
Figur 69. Områder (rødt) hvor saltholdigheten er under 25 midlet over årene 2012 - 2019. Beregnet vha. strømmodellen NorKyst800.

Utslippene av lakselus og andelen av areal med forhøyet smittepress er lave og viser noe høyere utslipp i 2016 - 2019 enn 2012 - 2015 (figur 70).



Figur 70. Utslipp av lakselus fra alle aktive oppdrettsanlegg i produksjonsområdet summert for måned (venstre) og andel av areal med forhøyet tetthet av lakselus for en fisk som vandrer ut en gitt dato. Verdien leses slik at dette er andelen av arealet med forhøyet tetthet fra dato fisken vandrer ut og de påfølgende 30 dagene. Heltrukken vertikal linje markerer tid for median utvandring, stiplet linje markerer tid for siste dato for utvandring (20 dager før og etter 50 % utvandring).

ROC kartene indikerer at det er svært begrenset med områder hvor det akkumuleres høy tetthet av lakselus under smoltutvandringen (figur 71), men det ses enkelte områder både inne i Altafjorden og ytterst i Porsangerfjorden i 2019.

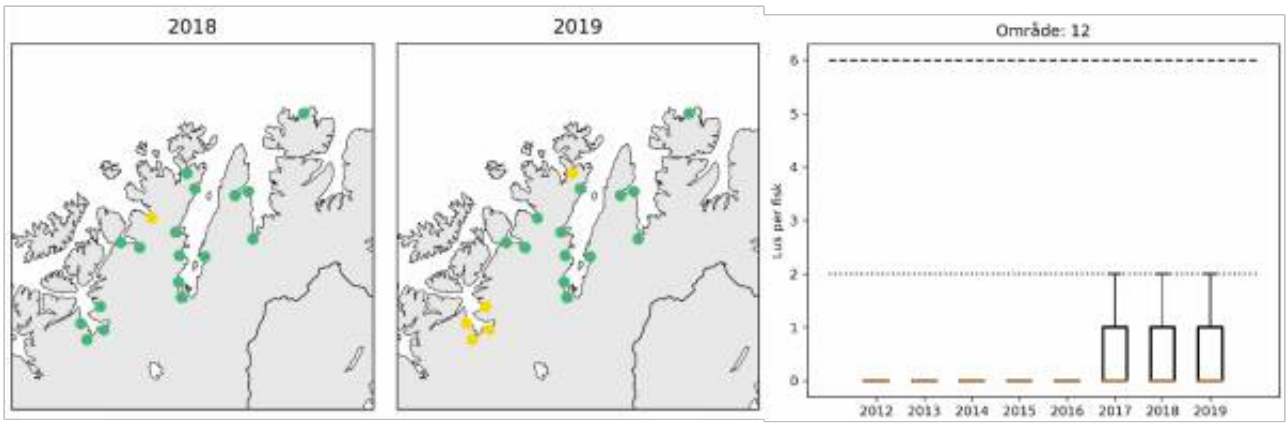


Figur 71. Figurene viser områder med forhøyet tetthet av lakselus akkumulert over en mnd. Røde områder indikerer at fisk som oppholder seg der sannsynligvis vil smittes med mer enn 6 lus (dødelig dose for en 20 g fisk), gult indikerer at fisk som oppholder seg der sannsynligvis vil smittes med mellom 2 og 6 lus per fisk, mens grønn områder indikerer at fisken sannsynligvis smittes med mindre enn 2 lus per fisk.

Ruse og garnfangst av sjøørret og røye 2010-2019 indikerer stort sett liten estimert dødelighet under smoltutvandringen (figur 72), men økende til moderat eller høy utover sommeren for stasjonene i den nasjonale laksefjorden Altafjorden (Talvik, Skillefjord). Det estimeres lavere dødelighet i Handelsbukt, men merk at denne stasjonen ligger i den Nasjonale laksefjorden i indre deler av Porsangerfjorden.

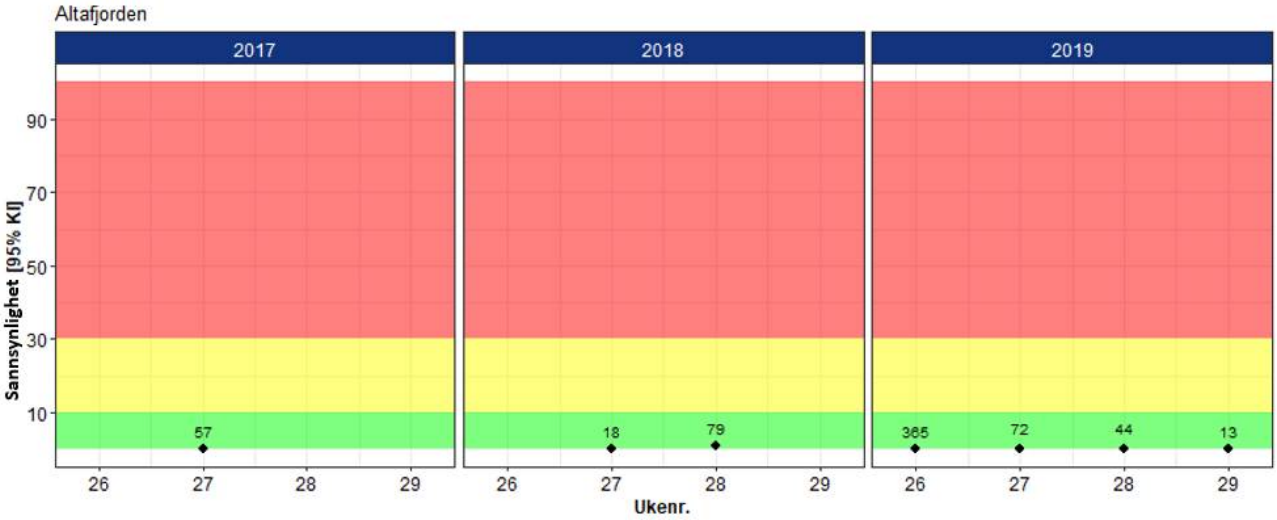
Figur 72. Sannsynlighet for lakselusrelatert dødelighet (med konfidensintervaller) på alle stasjonene undersøkt. Stasjoner med antall fisk fanget < 10 er utelatt. Stiplet vertikal linje markerer tid for forventet median utvandring. Beregningene inkluderer kun fisk < 150 g, og for all fisk fanget.

Estimat fra den virtuelle smoltmodellen viser lus på den utvandrende postsmolten av laks 2012 - 2019, med noe høyere estimater 2017-2019 (figur 73). I 2018 var det bare en elv hvor det estimeres moderat dødelighet, mens i 2019 estimeres moderat dødelighet på alle de 4 elvene inne i Altafjorden.



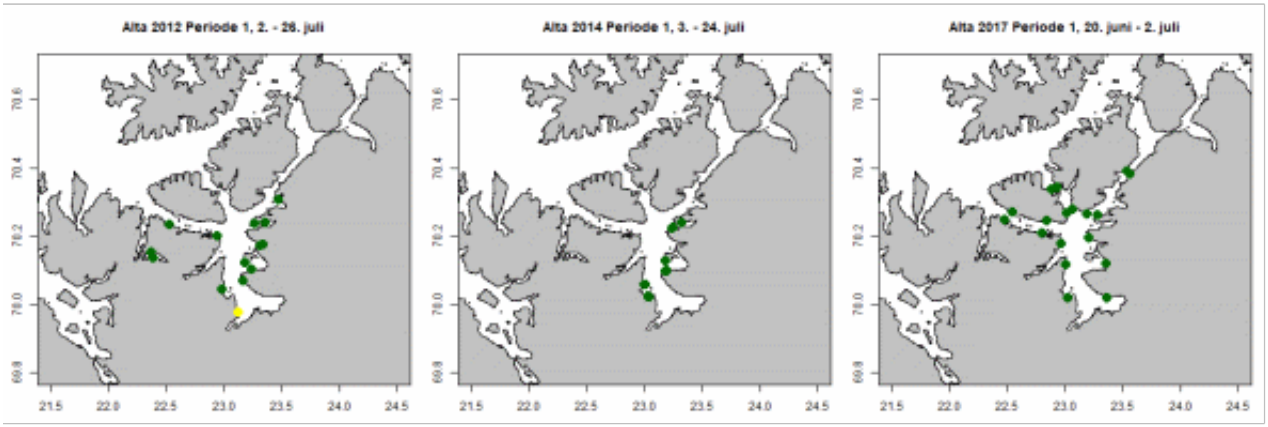
Figur 73. Figuren (venstre) viser estimert dødelighet for laksesmolt fra elvene i 2018-2019 i produksjonsområdet ved antatt utvandringstid (grønn < 10 %, gul 10-30 % og rød > 30 %), samt snitt antall lus per fisk for alle elvene i tidsperioden 2012-2019. Se tekst for forklaring av utregningene.

Trålingen etter utvandrende postsmolt i Altafjorden 2017-2019 indikerer liten dødelighet for alle årene (figur 74). Merk at trålingen stort sett foregår i sundene ved Stjernøya og Seiland, og dekker derfor bare deler av smoltens utvandringsrute til havs. Selv om sannsynligheten er lav, er prevalens i fra 6 - 23 %, og med snitt intensiteter for de tre siste ukene på 2 lus/fisk. Dette er en økning fra 2017 og 2018.



Figur 74. Sannsynlighet for lakselusrelatert dødelighet (med konfidensintervaller) på trålfanget vill postsmolt av laks. Uker hvor antall undersøkt fisk er < 10 er utelatte, antall hver uke er angitt i figuren.

Det er benyttet vaktbur for å estimere smittepresset 2012, 2014 og 2017 (figur 75). Disse viser stort sett lave påslag i hele Altafjordsområdet.

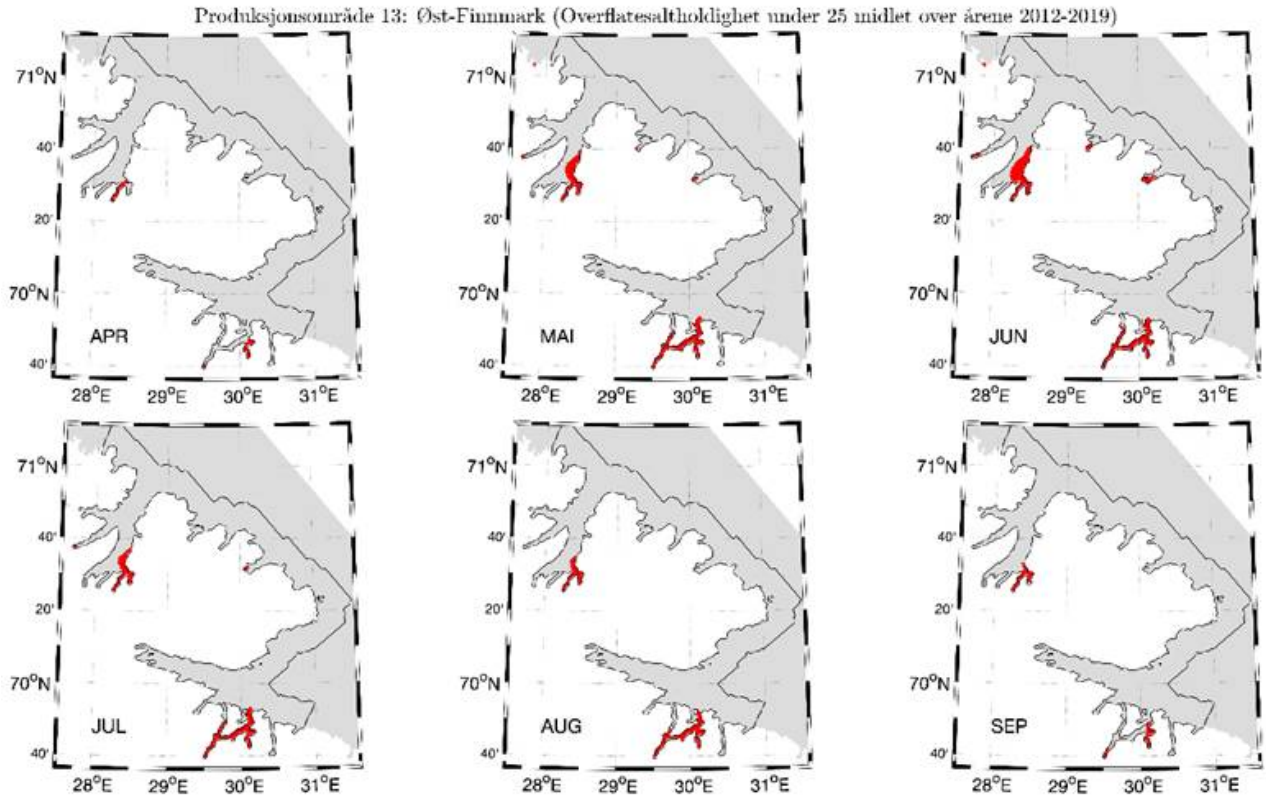


Figur 75. Snitt av antall lus/fisk normalisert til 14 dager for hver av vaktburene, fargene angir < 2 (grønne), 2-6 (gule), og > 6 lus/fisk (røde). Tidsperioden i figuren viser tiden burene stod ute.

5.13 - PO 13 Øst Finnmark

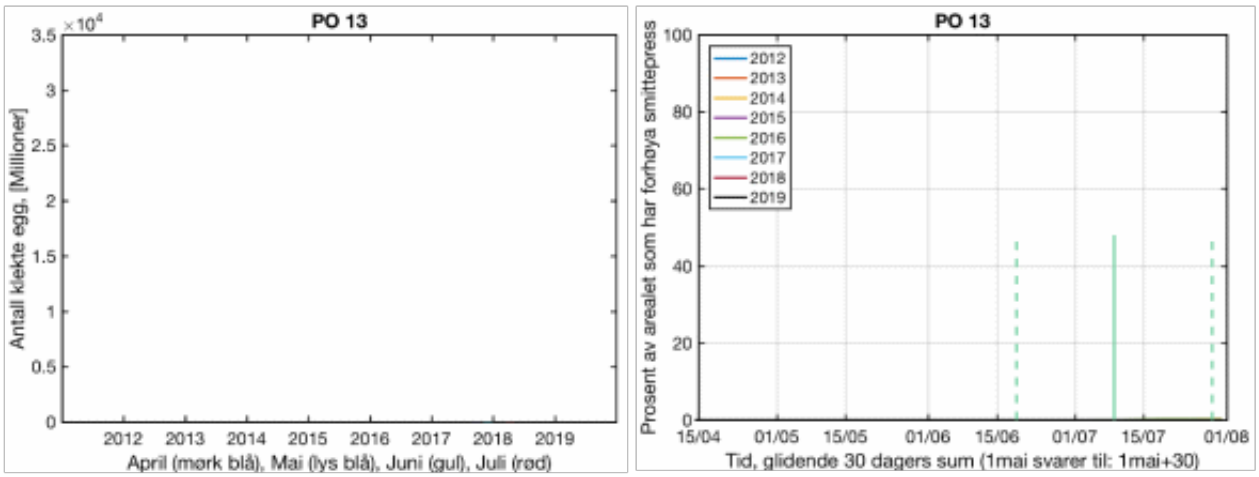
Median temperatur på 0,5 m under smoltutvandringen ligger de siste årene på omtrent 9,3 °C, fra 8,9 til 11,2 °C. Dette er gunstige temperaturer for lakselus. Utover sommeren øker denne, og snittet for månedene juli-september ligger mellom 9 og 12 °C. Temperaturen er derfor gunstig for lakselus både under smoltutvandringen og i beiteperioden for sjøørret.

Saltholdigheten i PO13 indikerer at brakkvannslaget (saltholdighet < 25) er mindre i april, men at dette øker mai-juli, før det oftest minker igjen (figur 76). Utbredelsen av ferskvann er svært begrenset. Det anses derfor at utvandrende postsmolt av laks og beitende sjøørret og sjørøye er relativt lite beskyttet mot lakselus av ferskvann.



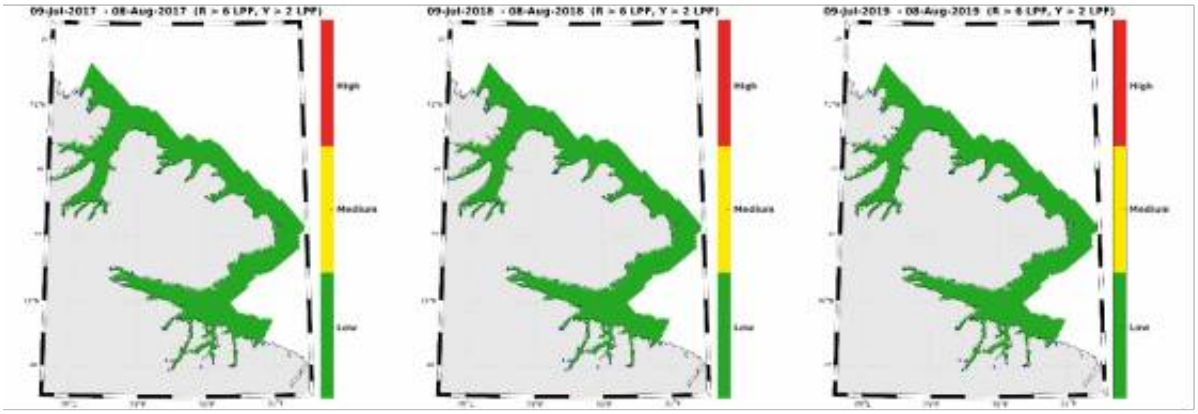
Figur 76. Områder (rødt) hvor saltholdigheten er under 25 midlet over årene 2012-2019. Beregnet vha. strømmodellen NorKyst800.

Utslippene av lakselus og andelen av areal med forhøyet smittepress er lave og viser ingen trend i tidsperioden 2012 - 2019 (figur 77).



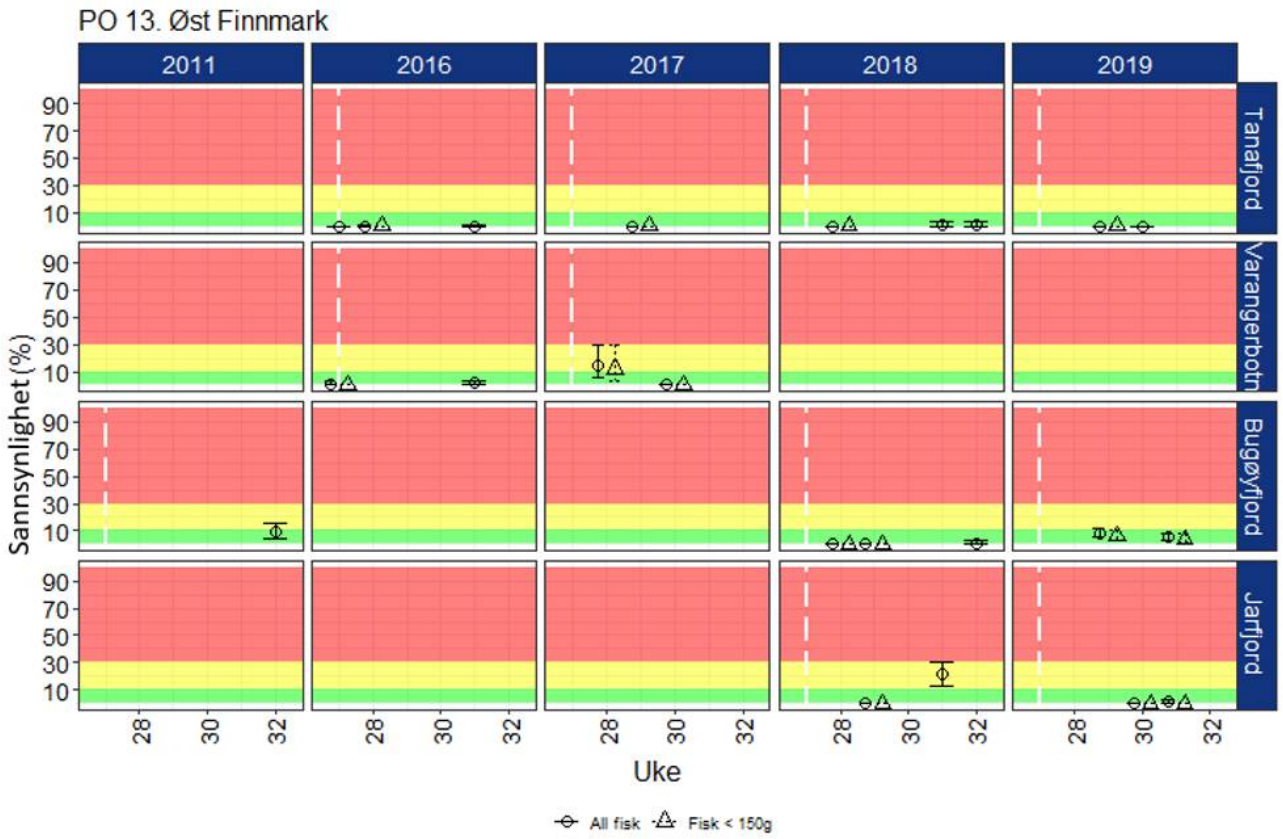
Figur 77. Utslipp av lakselus fra alle aktive oppdrettsanlegg i produksjonsområdet summert for måned (venstre) og andel av areal med forhøyet tetthet av lakselus for en fisk som vandrer ut en gitt dato. Verdien leses slik at dette er andelen av arealet med forhøyet tetthet fra dato fisken vandrer ut og de påfølgende 30 dagene. Heltrukken vertikal linje markerer tid for median utvandring, stiplet linje markerer tid for siste dato for utvandring (20 dager før og etter 50 % utvandring).

ROC kartene indikerer at det ikke er områder hvor det akkumuleres høy tetthet av lakselus under smoltutvandringen 2017 - 2019 (figur 78).



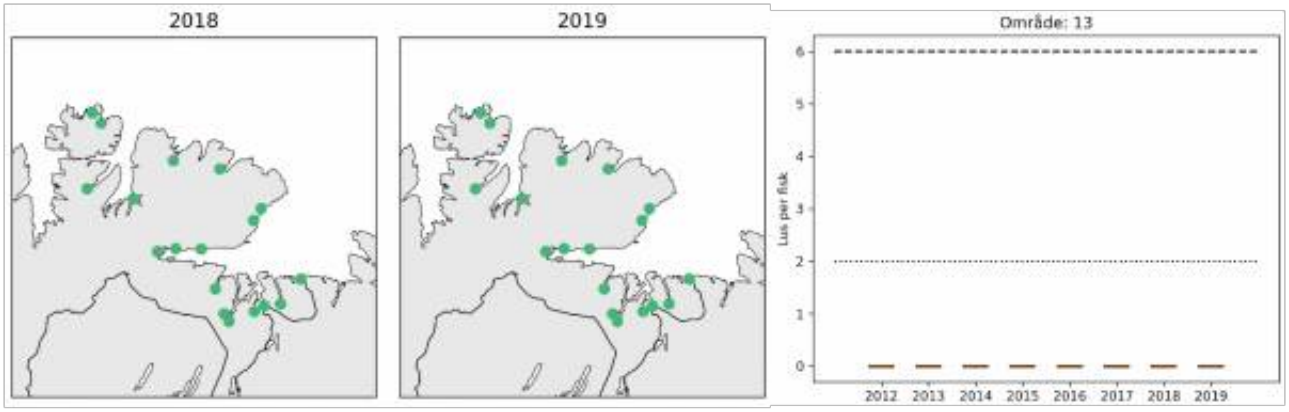
Figur 78. Figurene viser områder med forhøyet tetthet av lakselus akkumulert over en mnd. Røde områder indikerer at fisk som oppholder seg der sannsynligvis vil smittes med mer enn 6 lus (dødelig dose for en 20g fisk), gult indikerer at fisk som oppholder seg der sannsynligvis vil smittes med mellom 2 og 6 lus per fisk, mens grønn områder indikerer at fisken sannsynligvis smittes med mindre enn 2 lus per fisk.

Ruse og garnfangst av sjøørret og røye 2011, 2016 - 2019 indikerer stort sett liten estimert dødelighet under smoltutvandringen for alle stasjonene (figur 79).



Figur 79. Sannsynlighet for lakselusrelatert dødelighet (med konfidensintervaller) på alle stasjonene undersøkt. Stasjoner med antall fisk fanget < 10 er utelatt. Stiplet vertikal linje markerer tid for forventet median utvandring. Beregningene inkluderer kun fisk < 150 g, og for all fisk fanget.

Estimat fra den virtuelle smoltmodellen viser lite lus på den utvandrende postsmolten av laks 2012-2019, og liten sannsynlighet for lakselusrelatert dødelighet for alle elevene i 2018 og 2019 (figur 80).



Figur 80. Figuren (venstre) viser estimert dødelighet for laksesmolt fra elvene i 2018 - 2019 i produksjonsområdet ved antatt utvandringstid (grønn < 10 %, gul 10-30 % og rød > 30 %), samt snitt for alle elvene i tidsperioden 2012 - 2019. Se tekst for forklaring av utregningene.

6 - Referanser

Albretsen, J. & Asplin, L. C. (2017a). Fysisk oseanografiske forhold i produksjonsområdene for akvakultur. Rapport fra Havforskningen 11-2017, 20 s.

Albretsen, J. & Asplin, L. C. (2017b). Fysisk oseanografiske forhold i produksjonsområdene for akvakultur. Rapport fra Havforskningen 38-2017, 28 s.

Albretsen, J., Sperrevik, A. K., Staalstrøm, A., Sandvik, A. D., Vikebø, F. & Asplin, L. (2011). NorKyst-800 report no. 1: User manual and technical descriptions. Fisken og Havet 2-2011, 51 s.

Anon. (2017). Status for norske laksebestander i 2017. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning, 152 s.

Arechavala-Lopez, P., Uglem, I., Berg, M., Bjørn, P. A. & Finstad, B. (2016). Large-scale use of fish traps for monitoring sea trout (Salmo trutta) smolts and sea lice (Lepeophtheirus salmonis) infestations: efficiency and reliability. Marine Biology Research 12, 76-84.

Asplin, L., Albretsen, J., Johnsen, I. A. & Sandvik, A. D. (2020). The hydrodynamic foundation for salmon lice dispersion modeling along the Norwegian coast. Ocean Dynamics.

Asplin, L., Johnsen, I. A., Sandvik, A. D., Albretsen, J., Sundfjord, V., Aure, J. & Boxaspen, K. K. (2014). Dispersion of salmon lice in the Hardangerfjord. Marine Biology Research 10, 216-225.

Asplin, L., Salvanes, A. G. V. & Kristoffersen, J. B. (1999). Non-local wind- driven fjord-coast advection and its potential effect on plankton and fish recruitment. Fisheries Oceanography 8, 255-263.

Barker, S. E., Bricknell, I. R., Covello, J., Purcell, S., Fast, M. D., Wolters, W. & Bouchard, D. A. (2019). Sea lice, Lepeophtheirus salmonis (Krøyer 1837), infected Atlantic salmon (Salmo salar L.) are more susceptible to infectious salmon anemia virus. PLoS One 14, e0209178.

Barlaup, B. T., Gabrielsen, S.-E., Løyland, J., Schläppy, M.-L., Wiers, T., Vollset, K. W. & 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 139, 43-46.

Birkeland, K. (1996). Consequences of premature return by sea trout (Salmo trutta) infested with the salmon louse (Lepeophtheirus salmonis Krøyer): migration, growth, and mortality. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 53, 2808-2813.

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

Bjørn, P. A. & Finstad, B. (1997). The physiological effects of salmon lice infection on sea trout postsmolts. Nordic Journal of Freshwater Research 73, 60-72.

Bjørn, P. A. & Finstad, B. (1998). The development of salmon lice (Lepeophtheirus salmonis) on artificially infected post smolts of sea trout (Salmo trutta). Can. J. Zool. 76, 970-977.

Bjørn, P. A., Finstad, B., Asplin, L., Skilbrei, O., Nilsen, R., Serra-Llinares, R. M. & Boxaspen, K. K. (2011). Metodeutvikling for overvåkning og telling av lakselus på viltlevende laksefisk. Rapport fra Havforskningen 8-2011, 58 pp.

Bui, S., Dempster, T., Remen, M. & Oppedal, F. (2016). Effect of ectoparasite infestation density and life-history stages on the swimming performance of Atlantic salmon Salmo salar. Aquaculture Environment Interactions 8, 387-395.

Bøhn, T., Gjelland, K. Ø., Serra-Llinares, R. M., Finstad, B., Primicerio, R., Nilsen, R., Karlsen, Ø., Sandvik, A. D., Skilbrei, O. T., Elvik, K. M. S., Skaala, Ø. & Bjørn, P. A. (2020). Timing is everything: Survival of Atlantic salmon Salmo salar postsmolts during events of high salmon lice densities. Journal of Applied Ecology.

Crosbie, T., Wright, D. W., Oppedal, F., Johnsen, I. A., Samsing, F. & Dempster, T. (2019). Effects of step salinity gradients on salmon lice larvae behaviour and dispersal. Aquaculture Environment Interactions 11, 181-190.

Eldøy, S. H., Davidsen, J. G., Thorstad, E. B., Whoriskey, F. G., Aarestrup, K., Næsje, T. F., Rønning, L., Sjursen, A. D., Rikardsen, A. H. & Arnekleiv, J. V. (2017). Marine depth use of sea trout Salmo trutta in fjord areas of central Norway. Journal of Fish Biology, n/a-n/a.

Finstad, B., Bjørn, P. A., Grimnes, A. & Hvidsten, N. A. (2000). Laboratory and field investigations of salmon lice [Lepeophtheirus salmonis (Krøyer)] infestation on Atlantic salmon (Salmo salar L.) postsmolts. Aquaculture Research 31, 795-803.

Flaten, A. C., Davidsen, J. G., Thorstad, E. B., Whoriskey, F., Rønning, L., Sjursen, A. D., Rikardsen, A. H. & Arnekleiv, J. V. (2016). The first months at sea: marine migration and habitat use of sea trout Salmo trutta post-smolts. Journal of Fish Biology 89, 1624-1640.

Gallardi, D., Xue, X., Hamoutene, D., Lush, L. & Rise, M. L. (2019). Impact of origin (wild vs. farmed) and sea lice (Lepeophtheirus salmonis) infestation on expression of immune-relevant genes in Atlantic salmon (Salmo salar L.) skin. Aquaculture 499, 306-315.

Glover, K. A., Samuelsen, O. B., Skilbrei, O., Boxaspen, K. K. & Lunestad, B. T. (2010). Pharmacokinetics of emamectin benzoate administered to Atlantic salmon, Salmo salar L., by intra-peritoneal injection. Journal of Fish Diseases 33, 183-186.

Glover, K. A., Skilbrei, O. & Skaala, Ø. (2008). Genetic assignment identifies farm of origin for Atlantic salmon Salmo salar escapees in a Norwegian fjord. Ices Journal of Marine Science 65, 912-920.

Godwin, S. C., Dill, L. M., Reynolds, J. D. & Krkošek, M. (2015). Sea lice, sockeye salmon, and foraging competition: lousy fish are lousy competitors. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 72, 1113-1120.

Gravil, H. R. (1996). Studies on the biology and ecology of the free swimming larval stages of Lepeophtheirus salmonis (Kroyer, 1838) and Caligus elongatus Nordmann, 1832 (Copepoda: Caligidae). In Institute of Aquaculture. Stirling: University of Stirling.

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

Grøn, H. H. (2016). Comparison of gillnet and trap in relation to retention of salmon lice (Lepeophtheirus salmonis), size selection of sea trout (Salmo trutta) and catch efficiency. - Comparing the two most used fishing gear in National Salmon lice monitoring Program. Universitetet i Tromsø.

Halttunen, E., Gjelland, K. Ø., Hamel, S., Serra-Llinares, R. M., Nilsen, R., Arechavala-Lopez, P., Skarðhamar, J., Johnsen, I. A., Asplin, L., Karlsen, Ø., Bjørn, Pål A. & Finstad, B. (2018). Sea trout adapt their migratory

behaviour in response to high salmon lice concentrations. Journal of Fish Diseases 41, 953-967.

Hamre, L. A., Bui, S., Oppedal, F., Skern-Mauritzen, R. & Dalvin, S. (2019). Development of the salmon louse Lepeophtheirus salmonis parasitic stages in temperatures ranging from 3 to 24°C. Aquaculture Environment Interactions 11, 429-443.

Handeland, S. O., Järvi, T., Fernø, A. & Stefansson, S. O. (1996). Osmotic stress, antipredator behaviour, and mortality of Atlantic salmon (Salmo salar) smolts. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 53, 2673-2680.

Harvey, A. C., Glover, K. A., Wennevik, V. & Skaala, Ø. (2020). Atlantic salmon and sea trout display synchronised smolt migration relative to linked environmental cues. Scientific Reports 10, 3529.

Heuch, P. A. (1995). Experimental evidence for aggregation of salmon Llouse copepodids (Lepeophtheirus salmonis) in step salinity gradients. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 75, 927-939.

Holst, J. C. & McDonald, A. (2000). FISH-LIFT: a device for sampling live fish with trawls. Fisheries Research 48, 87-91.

Hvidsten, N. A. & Lund, R. A. (1988). Predation on hatchery-reared and wild smolts of Atlantic salmon, Salmo salar L., in the estuary of River Orkla, Norway. Journal of Fish Biology 33, 121-126.

Jensen, Arne J., Finstad, B., Fiske, P., Hvidsten, N. A., Rikardsen, Audun H. & Saksgård, L. (2012). Timing of smolt migration in sympatric populations of Atlantic salmon (Salmo salar), brown trout (Salmo trutta), and Arctic char (Salvelinus alpinus). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 69, 711-723.

Karlsen, Ø., Finstad, B., Ugedal, O. & Svåsand, T. (2016). Kunnskapsstatus som grunnlag for kapasitetsjustering innen produksjons-områder basert på lakselus som indikator. Rapport fra Havforskningen 14-2016, 137 s.

Mason, I. B. (2003). Binary events. In Forecast verification: A practitioner's guide in atmospheric science (Jolliffe, I. T. & Stephenson, D. B., eds.), pp. 37-76: . John Wiley & Sons, Chichester.

Myksvoll, M. S., Sandvik, A. D., Albretsen, J., Asplin, L., Johnsen, I. A., Karlsen, Ø., Kristensen, N. M., Melsom, A., Skardhamar, J. & Ådlandsvik, B. (2018). Evaluation of a national operational salmon lice monitoring system —From physics to fish. PLoS One 13, e0201338.

Nilsen, F., Ellingsen, I., Finstad, B., Jansen, P. A., Karlsen, Ø., Kristoffersen, A. B., Sandvik, A. D., Sægrov, H., Ugedal, O., Vollset, K. W. & Myksvoll, M. S. (2017). Vurdering av lakselusindusert villfiskdødelighet per produksjonsområde i 2016 og 2017. Rapport fra ekspertgruppe for vurdering av lusepåvirkning, 64 s.

Peacock, S. J., Krkošek, M., Bateman, A. W. & Lewis, M. A. (2015). Parasitism and food web dynamics of juvenile Pacific salmon. Ecosphere 6, 1-16.

Pert, C. C., Fryer, R. J., Cook, P., Kilburn, R., McBeath, S., McBeath, A., Matejusova, I., Urquhart, K., Weir, S. J., McCarthy, U., Collins, C., Amundrud, T. & Bricknell, I. R. (2014). Using sentinel cages to estimate infestation pressure on salmonids from sea lice in Loch Shieldaig, Scotland. Aquaculture Environment Interactions 5, 49-59.

Plantalech Manel-La, N., Thorstad, E. B., Davidsen, J. G., Økland, F., Sivertsgård, R., McKinley, R. S. & Finstad, B. (2009). Vertical movements of Atlantic salmon post-smolts relative to measures of salinity and water

temperature during the first phase of the marine migration. Fisheries Management and Ecology 16, 147-154.

Roff, D. (2002). Life history evolution. Sunderland, Massachusetts U.S.A.: Sinauer Associattes Inc.

Samsing, F., Oppedal, F., Dalvin, S., Johnsen, I., Vågseth, T. & Dempster, T. (2016). Salmon lice (Lepeophtheirus salmonis) development times, body size, and reproductive outputs follow universal models of temperature dependence. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 73, 1841-1851.

Sandvik, A. D., Asplin, L. C., Albretsen, J., Bjørn, P. A., Johnsen, I. A., Skarðhamar, J., Myksvoll, M. S. & Ådlandsvik, B. (2017a). Hydrodynamisk spredningsmodell for lakselus og konsentrasjon av smittsomme kopepoditter langs Norskekysten 2012 - 2017 Rapport fra Havforskningen 12-2017, 22 s.

Sandvik, A. D., Asplin, L. C., Bjørn, P. A., Johnsen, I. A., Skarðhamar, J., Myksvoll, M. S., Ådlandsvik, B. & Skogen, M. D. (2017b). Smittepress fra lakselus på vill laksefisk – estimert fra luselarvefelt med stor variabilitet. Rapport fra Havforskningen 40-2017, 20 s.

Sandvik, A. D., Asplin, L. C., Bjørn, P. A., Johnsen, I. A., Skarðhamar, J., Myksvoll, M. S., Ådlandsvik, B. & Skogen, M. D. (2017c). Smittepress fra lakselus på vill laksefisk – estimert fra luselarvefelt med stor variabilitet. Rapport fra Havforskningen, 36 s.

Sandvik, A. D., Bjørn, Pål A., Ådlandsvik, B., Asplin, L., Skarðhamar, J., Johnsen, I. A., Myksvoll, M. S. & Skogen, M. D. (2016). Toward a model-based prediction system for salmon lice infestation pressure. Aquaculture Environment Interactions 8, 527-542.

Sandvik, A. D., Johnsen, I. A., Myksvoll, M. S., Sævik, P. N. & Skogen, M. D. (2020). Prediction of the salmon lice infestation pressure in a Norwegian fjord. ICES Journal of Marine Science 77, 746-756.

Serra-Llinares, R. M., Bøhn, T., Karlsen, Ø., Nilsen, R., Freitas, C., Albretsen, J., Haraldstad, T., Thorstad, E. B., Elvik, K. M. S. & Bjørn, P. A. (2020). Impacts of salmon lice on mortality, marine migration distance and premature return in sea trout. Marine Ecology Progress Series 635, 151-168.

Serra-Llinares, R. M., Freitas, C., Nilsen, R., Elvik, K. M. S., Albretsen, J., Bøhn, T., Karlsen, Ø. & Bjørn, P. A. (2018). Towards direct evidence of the effects of salmon lice (Lepeophtheirus salmonis Krøyer) on sea trout (Salmo trutta L.) in their natural habitat: proof of concept for a new combination of methods. Environmental Biology of Fishes 101, 1677-1692.

Shephard, S. & Gargan, P. (2017). Quantifying the contribution of sea lice from aquaculture to declining annual returns in a wild Atlantic salmon population. Aquaculture Environment Interactions 9, 181-192.

Shephard, S., MacIntyre, C. & Gargan, P. (2016). Aquaculture and environmental drivers of salmon lice infestation and body condition in sea trout. Aquaculture Environment Interactions 8, 597-610.

Skilbrei, O. T., Finstad, B., Urdal, K., Bakke, G., Kroglund, F. & Strand, R. (2013). Impact of early salmon louse, Lepeophtheirus salmonis, infestation and differences in survival and marine growth of sea-ranched Atlantic salmon, Salmo salar L., smolts 1997–2009. Journal of Fish Diseases 36, 249-260.

Stearns, S. C. (1992). The Evolution of Life Histories. Oxford University Press, Oxford.

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

Stone, J., Sutherland, I. H., Sommerville, C. S., Richards, R. H. & Varma, K. J. (1999). The efficacy of

emamectin benzoate as an oral treatment of sea lice, Lepeophtheirus salmonis (Krøyer), infestations in Atlantic salmon, Salmo salar L. Journal of Fish Diseases 22.

Strand, J. E. T., Davidsen, J. G., Jørgensen, E. H. & Rikardsen, A. H. (2011). Seaward migrating Atlantic salmon smolts with low levels of gill Na+, K+ -ATPase activity; is sea entry delayed? Environmental Biology of Fishes 90, 317-321.

Strand, R. & Finstad, B. (2007). Migratory behaviour in relation to smolt development and releasing strategies in Atlantic salmon (Salmo salar L.) smolts. Aquaculture 273, 277-283.

Susdorf, R., Salama, N. K. G. & Lusseau, D. (2018a). Influence of body condition on the population dynamics of Atlantic salmon with consideration of the potential impact of sea lice. Journal of Fish Diseases 41, 941-951.

Susdorf, R., Salama, N. K. G., Todd, C. D., Hillman, R. J., Elsmere, P. & Lusseau, D. (2018b). Context-dependent reduction in somatic condition of wild Atlantic salmon infested with sea lice. Marine Ecology Progress Series 606, 91-104.

Sætre, R. (2007). The Norwegian Coastal Current-Oceanography and Climate. Trondheim: Tapir Academic Press.

Taranger, G. L., Svåsand, T., Bjørn, P. A., Jansen, P. A., Heuch, P. A., Grøntvedt, R. N., Asplin, L., Skilbrei, O. T., Glover, K. A., Skaala, Ø., Wennevik, V. & Boxaspen, K. K. (2012). Forslag til førstegangs målemetode for miljøeffekt (effektindikatorer) med hensyn til genetisk påvirkning fra oppdrettslaks til villaks, og påvirkning av lakselus fra oppdrett på viltlevende laksefiskbestander Rapport fra Havforskningen 13-2012 / Veterinærinstituttets rapportserie 7-2012, 40 s.

Thorstad, E. B., Todd, C. D., Uglem, I., Bjørn, P. A., Gargan, P. G., Vollset, K. W., Halttunen, E., Kålås, S., Berg, M. & Finstad, B. (2015). Effects of salmon lice Lepeophtheirus salmonis on wild sea trout Salmo trutta—a literature review. Aquaculture Environment Interactions 7, 91-113.

Thorstad, E. B., Todd, C. D., Uglem, I., Bjørn, P. A., Gargan, P. G., Vollset, K. W., Halttunen, E., Kålås, S., Berg, M. & Finstad, B. (2016). Marine life of the sea trout. Marine Biology 163, 47.

Thorstad, E. B., Whoriskey, F., Uglem, I., Moore, A., Rikardsen, A. H. & Finstad, B. (2012). A critical life stage of the Atlantic salmon Salmo salar: behaviour and survival during the smolt and initial post-smolt migration. Journal of Fish Biology 81, 500-542.

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

Urke, H., Kristensen, T., Ulvund, J. B. & Alfredsen, J. A. (2013). Riverine and fjord migration of wild and hatchery-reared Atlantic salmon smolts. Fisheries Management and Ecology 20, 544-552.

Vollset, K. W., Halttunen, E., Finstad, B., Karlsen, Ø., Bjørn, P. A. & Dohoo, I. (2017). Salmon lice infestations on sea trout predicts infestations on migrating salmon post-smolts. ICES Journal of Marine Science 74, 2354-2363.

Vollset, K. W., Krontveit, R. I., Jansen, P. A., Finstad, B., Barlaup, B. T., Skilbrei, O. T., Krkošek, M., Romunstad, P., Aunsmo, A., Jensen, A. J. & Dohoo, I. (2016). Impacts of parasites on marine survival of Atlantic salmon: a meta-analysis. Fish and Fisheries 17, 714-730.

Vollset, K. W., Skoglund, H., Barlaup, B. T., Pulg, U., Gabrielsen, S.-E., Wiers, T., Skår, B. & Lehmann, G. B.

(2014). Can the river location within a fjord explain the density of Atlantic salmon and sea trout? Marine Biology Research 10, 268-278.

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

Wagner, G. N., McKinley, R. S., Bjørn, P. A. & Finstad, B. (2004). Short-term freshwater exposure benefits sea lice-infected Atlantic salmon. Journal of Fish Biology 64, 1593-1604.

Wells, A., Grierson, C. E., MacKenzie, M., Russon, I., Middlemiss, C., Bjørn, P. A., Finstad, B., Wendelar Bonga, S. E., Todd, C. D. & Hazon, N. (2006). Physiological effects of simultaneous, abrupt seawater entry and sea lice (Lepeophtheirus salmonis) infestation of wild, sea-run brown trout (Salmo trutta) smolts. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 64, 1360-1369.

Wells, A., Grierson, C. E., Marshall, L., MacKenzie, M., Russon, I. J., Reinardy, H., Sivertsgård, R., Bjørn, P. A., Finstad, B., Wendelaar Bonga, S. E., Todd, C. D. & Hazon, N. (2007). Physiological consequences of premature freshwater return; for wild sea-run brown trout (Salmo trutta) postsmolts infested with sea lice (Lepeophtheirus salmonis). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 64, 1360-1369.

Wright, D. W., Oppedal, F. & Dempster, T. (2016). Early-stage sea lice recruits on Atlantic salmon are freshwater sensitive. Journal of Fish Diseases 39, 1179-1186.

Øverli, Ø., Nordgreen, J., Mejdell, C. M., Janczak, A. M., Kittilsen, S., Johansen, I. B. & Horsberg, T. E. (2014). Ectoparasitic sea lice (Lepeophtheirus salmonis) affect behavior and brain serotonergic activity in Atlantic salmon (Salmo salar L.): Perspectives on animal welfare. Physiology & Behavior 132, 44-50.

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Postboks 1870 Nordnes
5817 Bergen
Tlf: 55 23 85 00
E-post: post@hi.no
www.hi.no