

Appendiks 1a: Oversikt over laksevassdrag

Peder Fiske, Bengt Finstad og Ola Ugedal

Norsk institutt for naturforskning, Trondheim

I henhold til Miljødirektoratet er det om lag 450 vassdrag med laksebestander i Norge. For 439 vassdrag er det fastsatt et gytebestandsmål som angir hvor mye gytefisk som må være igjen om høsten for at elvas bærekapasitet for laksunger skal kunne nås. Dette målet er en elvespesifikk størrelse på gytebestand som forvaltere skal søke å nå. Gytebestandsmålet er gitt som antall egg (per m² elvebunn) eller vekt av hunner (kg) som er nødvendig for å utnytte vassdragets bærekapasitet og produsere så mange smolt som mulig. Gytebestandsmålet er satt med usikkerhetsgrenser. I vår oversikt over GBM gitt som antall kg hunnlaks har vi tatt utgangspunkt i midtverdien for dette målet. I vår oversikt har vi inkludert alle laksevassdrag med et gytebestandsmål på mer enn 10 kg hunnlaks. For Uskedalselva er det ikke satt gytebestandsmål, men fangster og gytefisktellinger tyder på at vassdraget har laksebestand. Det ble derfor gjort en grov beregning av gytebestandsmålet i dette vassdraget basert på foreløpige arealberegninger og eggtetthet beregnet for nærliggende vassdrag. Totalt omfatter denne oversikten 401 vassdrag (se tabell 1 og vedleggstabell).

Gytebestandsmålene for laks i norske vassdrag er under revisjon og det kan være at enkelte av disse blir revidert. Selv om vi er kjent med at gytebestandsmålet for enkelte vassdrag er gjenstand for mulig revisjon har vi i denne sammenstillingen valgt å benytte de gytebestandsmålene som er angitt i vedleggstabell 1 i den siste publiserte statusrapporten til Vitenskapelig råd for lakseforvaltning (Anonym 2016).

Tabell 1. Samlet oversikt over antall vassdrag og antall nasjonale laksevassdrag (NLV) i de ulike produksjonsområdene, samlet totalt gytebestandsmål (GBM, i kg hunnlaks) og estimert total teoretisk smoltproduksjon (antall smolt) i de ulike områdene.

Produksjons- område	Navn	GBM (kg hunnlaks)	Teoretisk smoltprod.	Antall vassdrag	Antall NLV
1	Svenskegrensen - Karmøy	49674	2182362	38	6
2	Ryfylke	8999	437597	18	2
3	Karmøy - Sotra	3838	185173	12	1
4	Nordhodaland - Stad	21030	747969	40	11
5	Stad - Hustadvika	18193	528726	44	2
6	Nordmøre - STrøndelag	87257	2389018	62	11
7	NTrøndlag - Bindal	27029	902265	22	2
8	Helgeland - Salten	18463	364374	30	3
9	Vestfjorden - Vesterålen	6740	193488	58	0
10	Andøya - Senja	12339	328013	24	2
11	Kvaløya - Loppa	8551	141245	17	2
12	Vest-Finnmark	26803	587488	18	5
13	Øst-Finnmark	75392	1110565	18	6
Sum		364308	10098282	401	53

Med utgangspunkt i gytebestandsmålet kan det beregnes en **teoretisk smoltproduksjon** for hvert vassdrag. Ved disse beregningene er det antatt at laksen gyter 1450 egg per kilo kroppsvekt. Teoretisk smoltproduksjon er beregnet ut fra kunnskap om smoltalder (det vil si hvor mange år laksungene lever i ferskvann før de vandrer ut som smolt) i vassdragene og standardverdier for overlevelse hos laksunger i ferskvann. Det er antatt 10 prosent overlevelse første år deretter 50 prosent overlevelse per år. Der

fysiske forhold gjør disse antagelsene spesielt urealistiske er overlevelsen skjønnsmessig justert (se Hindar mfl. (2007) for nærmere beskrivelse). Her har vi brukt de overlevelsesestimaterne for ulike vassdrag som er angitt i tabell 4 i Hindar mfl. (2007). For vassdrag som ikke er med denne tabellen har vi brukt overlevelsesestimatet for det nærmeste vassdraget som er med i tabellen.

Ut fra teoretisk smoltproduksjon har vi beregnet de ulike vassdragenes bidrag til den teoretiske bestanden av utvandrende laksesmolt i de ulike produksjonsområdene (se vedleggstabell). Dette gir en grov vurdering av andelen av laksesmolt som ved optimale forhold tilhører ulike vassdrag i et produksjonsområde.

Smoltproduksjonen varierer mellom år i vassdrag og den virkelige produksjonen kan være både høyere og lavere enn den teoretiske beregnede verdien (Jonsson mfl. 1998, Hvidsten mfl. 2004). En årsak er at laksungenes overlevelse varierer som følge av variasjoner mellom år i fysiske forhold knyttet til vannføring som for eksempel lav sommer- eller vintervannføring og flommer (Jensen & Johnsen 1999, Hvidsten mfl. 2015, Jonsson & Jonsson 2016), variasjoner mellom år i vanntemperatur og vannkvalitet og variasjoner mellom år i biologiske forhold som blant annet konkurranse innen og mellom fiskearter og predasjon på ungfisk og smolt (Einum & Nislow 2011, Nislow mfl. 2011, Ward & Hvidsten 2011).

Ved beregning av teoretisk smoltproduksjon har vi ikke tatt hensyn til at smoltproduksjonen i vassdragene kan være redusert som følge av ulike ytre påvirkninger. I enkelte vassdrag er produksjonen av laks for eksempel redusert som følge av at laksungene er infisert med *Gyrodactylus salaris* (Refs). Dette gjelder blant annet Lierelva, Drammenselva og Driva. I andre vassdrag er bestandene under gjenoppbygging etter at det er gjennomført behandlinger for å utrydde *Gyrodactylus*, for eksempel Lærdalselva, Rauma, Vefsna, Rana, Røssåga og Skibotn. I flere vassdrag er denne gjenoppbyggingen ikke fullført og i påvente av at vassdragene friskmeldes er bare deler av vassdragene åpnet for naturlig gyting og utsetting av egg og yngel. Dette gjelder for eksempel Vefsna hvor de store produksjonsområdene oppstrøms Laksforsen foreløpig ikke er åpnet for lakseproduksjon. Dette gjør nødvendigvis at realisert smoltproduksjon er mindre enn teoretisk smoltproduksjon i Vefsna, som den også er i mange av de andre vassdragene hvor det nylig er gjennomført tiltak mot *Gyrodactylus*.

Redusert smoltproduksjon er også å forvente i vassdrag som i flere år på rad ikke når gyte-bestandsmålet (Hindar mfl. 2011). Vi har ikke forsøkt å korrigere for slike forhold ved beregning av forventet antall og andel smolt produsert i ulike vassdrag innen et produksjonsområde.

Referanser

- Anonym 2016. Status for norske laksebestander i 2016. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr. 9. 189 sider.
- Einum, S. & Nislow, K.H. 2011. Variation in population size through time and space: theory and recent empirical advances from Atlantic salmon. S. 277-298, i: Ø. Aas, S. Einum, A. Klemetsen & J. Skurdal (eds.): Atlantic salmon ecology. Blackwell Publishing, Oxford.
- Hindar, K., Diserud, O., Fiske, P., Forseth, T., Jensen, A. J., Ugedal, O., Jonsson, N., Sloreid, S.-E., Saltveit, S. J., Sægrov, H., & Sættem, L. M. 2007. Gytebestandsmål for laksebestander i Norge. NINA Rapport 226. 78 sider.
- Hindar, K., Hutchings, J.A., Diserud, O.H. & Fiske, P. 2011. Stock, recruitment and exploitation. S. 299-331, i: Ø. Aas, S. Einum, A. Klemetsen & J. Skurdal (eds.): Atlantic salmon ecology. Blackwell Publishing, Oxford.

Hvidsten, N. A., Johnsen, B. O., Jensen, A. J., Fiske, P., Ugedal, O., Thorstad, E. B., Jensås, J. G., Bakke, Ø., & Forseth, T. 2004. Orkla, et nasjonalt referansevassdrag for studier av bestandsregulerende faktorer hos laks. Samlerapport for perioden 1979 - 2002. NINA Fagrapport, 079. 96 sider.

Hvidsten, N. A., Diserud, O. H., Jensen, A. J., Jensås, J. G., Johnsen, B. O., & Ugedal, O. 2015. Water discharge affects Atlantic salmon *Salmo salar* smolt production: a 27 year study in the River Orkla, Norway. *Journal of Fish Biology*, 86: 92-104.

Jensen, A. J., & Johnsen, B. O. 1999. The functional relationship between peak spring floods and survival and growth of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*). *Functional Ecology*, 13: 778-785.

Jonsson, B. & Jonsson, N. 2016. Fecundity and water flow influence the dynamics of Atlantic salmon. *Ecology of Freshwater Fish*. DOI: 10.1111/eff.12294.

Jonsson, N., Jonsson, B., & Hansen, L. P. 1998. The relative role of density-dependent and density-independent survival in the life cycle of Atlantic salmon *Salmo salar*. *Journal of Animal Ecology*, 67: 751-762.

Nislow, K.H., Armstrong, J.D & Grant, J.W.A. 2011. The role of competition in the ecology of juvenile Atlantic salmon. S. 171-220, i: Ø. Aas, S. Einum, A. Klemetsen & J. Skurdal (eds.): Atlantic salmon ecology. Blackwell Publishing, Oxford.

Ward, D.M. & Hvidsten, N.A. 2011. Predation: compensation and context dependence. S. 199-220, i: Ø. Aas, S. Einum, A. Klemetsen & J. Skurdal (eds.): Atlantic salmon ecology. Blackwell Publishing, Oxford.

Appendiks 1b: Utvandringstidspunkt for laksesmolt i Norge ved vurdering av lakselusindusert dødelighet på smolt av villaks

Ola Ugedal¹, Bjørn Barlaup², Bengt Finstad¹, Øystein Skaala³, Harald Sægvold⁴ og Knut Wiik Vollset²

¹Norsk institutt for naturforskning, ²UNI-Research, ³Havforskningsinstituttet,

⁴Rådgivende Biologer

I forbindelse med modellering av risiko for lusepåslag på laksesmolt var det behov for å angi sannsynlig tidspunkt for utvandring for de 401 vassdragene som inngår i vurderingen av lakselusindusert dødelighet (se vedleggstabell). I dette appendikset gis en kort framstilling av hvordan dette ble gjennomført.

I de senere årene er det presentert flere sammenstillinger av tidspunkt for smoltutvandring for laks fra norske vassdrag (Ugedal mfl. 2014 - tabell 2.3; Otero mfl. 2014 – supplementary table 1), senest i rapporten om kunnskapsstatus ifm handlingsregel lakselus (Karlsen mfl. 2016 - tabell 2.1). I denne siste rapporten ble det presentert data for utvandring av laksesmolt fra 25 norske vassdrag. Disse sammenstillingene danner hovedgrunnlaget for vårt arbeid. For referanser til undersøkelser i de ulike vassdragene vises til oppsummeringstabeller i disse publikasjonene. I tillegg har vi supplert med upubliserte data fra undersøkelser av utvandring av laksesmolt de senere årene fra UNI-Research, HI og NINA. I noen tilfeller gjør dette at samlemålene for tidspunkt for smoltutvandring har blitt noe endret sammenliknet med tidligere sammenstillinger ettersom tidsseriene har blitt lengre.

Otero mfl. (2014) modellerte utvandringstidspunkt for laksesmolt og fant at tidspunktet for starten av utvandringen, definert som tidspunkt for 25 % årlig fangst av smolt, gjennomgående økte med økende breddegrad langs kysten av Norge. I henhold til denne modelleringen endrer forventet tidspunkt for start seg relativt lite med breddegrad fra lengst sør i Norge og opp til de midtre deler av Nordland (om lag 20 dager). Forventet utvandringstidspunkt var om lag 40-50 dager senere i Finnmark enn i de sørligste delene av Norge. Samtidig er det viktig å påpeke at studien til Otero mfl. (2014) hadde som hovedmål å evaluere om klimaendring har påvirket utvandringstidspunktet til laksesmolt på et globalt nivå. For å kunne evaluere dette ble elvene modellert med det som kalles en «random-effekt», og studien peker på at det er en stor uforklart variasjon både mellom elver, og i hvor stor grad utvandringen til hver populasjon påvirkes av vanntemperatur. I en kontekst hvor man skal evaluere hvordan bestander påvirkes av lakselus er det dermed viktig å ta med denne variasjonen.

Vi har i alle fall to forskjellige muligheter med hensyn til modellering av utvandringstidspunkt når vi skal vurdere risiko for lusepåslag på utvandrende laksesmolt.

- 1) Vi kan benytte en felles utvandringsperiode for alle bestander innen en region. Ved en slik tilnærming vil avstanden til grunnlinja og smoltens vandringsvei og vandringshastighet ha avgjørende betydning for modellresultatet fordi det i de fleste tilfeller er sent utvandrende smolt som har størst risiko for å møte lus.
- 2) Vi kan forsøke å ta hensyn til at utvandringsperioden varierer mellom vassdrag, det vil si at vassdrag vi vet eller tror har tidligere eller senere utvandring enn referansevassdrag (vassdrag med lengre tidsserier) i regionen gis en litt forskjøvet utvandringsperiode enn den regionbaserte. Ideelt burde dette være basert på statistiske analyser av variasjoner i utvandringstidspunkt mellom elver i forhold til sannsynlige omgivelsesvariable som påvirker utvandringen. Foreløpig har det ikke blitt gjennomført slike statistiske analyser, men det bør være en prioritert oppgave framover.

Alternativ 2 ble valgt her for å foreslå sannsynlige utvandringstidspunkt for de 410 laksevassdragene ved denne vurderingen av risiko for dødelighet som følge av luseinfestasjon. De foreslåtte utvandringstidspunktene må ses på som foreløpige og disse vil bli modifisert ettersom vi får mer kunnskap om utvandringen i nye vassdrag og vi får gjennomført statistiske analyser for å bedre å belyse variasjon i tidspunkt for utvandring mellom vassdrag innen år og innen vassdrag mellom år.

Standardiserte utvandningsforløp for et middels utvandringstidspunkt

Ved fastsettelse av sannsynlig utvandringstidspunkt tok vi utgangspunkt i data for smoltutvandring av laks fra Mandalselva, Imsa, Guddalselva, Vosso, Daleelva i Vaksdal, Eira, Orkla og Halselva. Dette er vassdrag med lengre tidsserier (10 år eller mere) for utvandring. For hvert vassdrag ble median tidspunkt for 25 % utvandring tidsserien beregnet. Tidspunkt for 25 % utvandring kan anees å være det sikreste målet, det vil si det målet som er minst avhengig av ulike feilkilder med de ulike metodene, for når utvandringen av laksesmolt er kommet skikkelig i gang (jfr. også Otero mfl. 2014). Starten for utvandringen (som kanskje best beskrives med tidspunkt for 5 % utvandring) ble satt til å skje 10 dager før tidspunkt for 25 % utvandring. Et tidsrom på 10 dager synes å stemme noenlunde bra for mange datasett (for eksempel Imsa (Jonsson & Jonsson 2014) og Daleelva i Vaksdal (Vollset mfl. 2016)). Dessuten ble den totale utvandningsperioden satt til å vare i 40 dager. En 40 dagers utvandningsperiode er sannsynligvis noe for lang i en god del tilfeller, i alle fall for mindre vassdrag med lite variasjon i fysiske forhold på lakseførende strekning. Dette vil kunne innebære at risiko for dødelighet av lus kan bli overvurdert i tilfeller hvor mengde lus i vandringsruta øker utover i sesongen. Størrelsen på en eventuell overvurdering vil avhenge av hvor godt samsvar det er mellom virkelig og antatt tidspunkt for hovedutvandring. Det kan imidlertid argumenteres med at et slikt valg betyr at en tar høyde for at det er en stor usikkerhet knyttet til å overføre data for utvandringstidspunkt og forløp fra vassdrag med data til vassdrag hvor en ikke har slike opplysninger. En lang utvandningsperiode vil kunne dekke noe av denne usikkerheten.

På den andre siden kan også den totale utvandningsperioden i mange vassdrag være lengre enn 40 dager (for eksempel Halselva (Jensen mfl. 2012), Imsa (Jonsson & Jonsson 2014), Daleelva i Vaksdal (Vollset mfl. 2016) og Vosso (UNI-Research upubliserte data)). I enkelte vassdrag kan det også være en ”hale” mot slutten av smoltutvandringen som ikke fanges opp av de undersøkelsene som er gjennomført og danner grunnlaget for sammenstilling av data vedrørende utvandringstidspunkter. Dette kan skyldes minst to forhold: 1) at undersøkelsene av ulike årsaker er avsluttet før hele utvandringen er over (ikke så uvanlig pga. økonomi og andre forhold), 2) at fangsteffektiviteten til mindre feller som fangster i en liten del av elvetverrsnittet, avtar utover i sesongen (jfr. Ugedal mfl. 2014). Det finnes noe belegg for slike haler fra flere vassdrag: Suldalslågen (observasjon av smolt på video etter at fellefangsten var avsluttet i 2012 (Lamberg mfl. 2013), Aurlandselva: (observasjon av smolt på video etter at fellefangsten var avsluttet i 2006 (Lamberg mfl. 2007) og det hevdes at det år om annet ble observert en god del smolt ved Bjørsetdammen (nedstrøms Meldal) i Orkla etter at smoltfellefangsten ved Meldal var avsluttet. Flere eksempler kan sikkert også finnes. At slike haler ikke er med i beregningen av ulike mål på smoltutvandring vil for eksempel bety at tidspunktene for 25 og 50 % utvandring vil være noe feilvurderte (typisk så vil de bli vurdert å skje for tidlig) for smoltbestanden som helhet og utvandningsperiodens typiske lengde vil være undervurdert. I populasjoner med en utvandningsperiode på over 40 dager hvert år vil risiko for dødelighet av lus kunne undervurderes i tilfeller hvor mengde lus i utvandningsruta øker utover i sesongen. Hvor stor andel av populasjonen som vandrer sent vil være viktig for størrelsen på feilen i slike tilfeller. Hvilke vassdrag hvor det er sannsynlig med en utvandningsperiode på over 40 dager hvert år må vi ta stilling til i det videre arbeidet, og det må også vurderes hvordan dette skal håndteres i modellering av lusepåslag på virtuell smolt. Hvor stor andel av populasjonen som vandrer sent vil dermed være viktig for størrelsen på feilen i slike tilfeller.

Antall dager mellom 25 % og 50 % utvandring (eller fangst/observasjon) varierer mellom år innen vassdrag. For vassdrag med fangst av smolt i heldekkende feller varierer for eksempel antall dager mellom disse to tidspunktene mellom 1-18 dager for dataserien fra Guddalselva, mellom 4-17 dager for Daleelva i Vaksdal og mellom 2-24 dager for Halselva. For vassdrag med langtidsserier fra fangst i mindre smoltfeller er denne variasjonen også betydelig. For eksempel så varierer dette mellom 0-14 dager for dataserien fra Eira, mellom 1-22 dager for Orkla, mellom 2-13 dager for Vosso og mellom 2-14 dager i Mandalselva. For enkelte dataserier fra vassdrag med videoobservasjon kan denne variasjonen mellom år synes å være mindre (for eksempel Lamberg mfl. 2014, 2015).

Her ble det valgt å benytte en fast verdi på 10 dager for alle vassdrag. En felles verdi for varigheten av utvandringen og antall dager mellom 25 og 50 % utvandring for alle vassdrag vil bety at alle bestander modelleres med samme type fordeling for utvandningsforløp i de modellkjøringene som skal gjennomføres. Dette synes å være en fornuftig første tilnærming til modelleringsarbeidet for ikke å introdusere for mye variasjon i for mange faktorer samtidig ved testkjøringene for lusepåslag hos virtuell smolt. På sikt kan det være nødvendig å revurdere denne antagelsen.

Avstand fra sjø. Det er ulik avstand fra sjøen for tellestedene i referansevassdragene, men vi har foreløpig sett bort fra denne variasjonen ved sammenlikning av elver og tidspunkt (i tråd med Otero mfl. 2014) da vi primært er interessert i utvandring fra vassdraget og ikke er ute etter å si noe om den smolten som går forbi et spesielt tellepunkt. Hvis tellepunktet ligger langt oppe i et vassdrag vil det nødvendigvis gå noe tid før akkurat denne smolten kommer ut i sjøen, men det vandrer jo også ut smolt fra områder nedstrøms tellepunktet, og hvis det ikke er slik at smolt fra oppstrøms områder starter vandringen vesentlig tidligere enn smolt fra nedstrøms områder så vil det vandre smolt ut i sjøen fra de nedre deler samtidig som det skjer vandring lengre opp i vassdraget. Vi har begrenset kunnskap om hvor raskt smolt vandrer nedstrøms i elvene og også om starten på smoltutvandringen skjer på forskjellig tid i ulike deler av vassdraget (se Ugedal mfl. 2014 og Otero mfl. 2014).

Alle utvandningsforløp i referansevassdragene ble altså standardisert med utgangspunkt i tidspunkt for 25 % utvandring, med start 10 dager før og 50 % utvandring 10 dager etter. Den totale utvandningsperioden ble satt til å vare i 40 dager (Tabell 1).

Tabell 1. Standardiserte tidspunkt for smoltutvandring i ulike referansevassdrag benyttet som utgangspunkt for å sette sannsynlige utvandringstidspunkt for norske laksevassdrag.

Referansevassdrag	Tidspunkt for smoltutvandring				
	Start	25 %	50 %	Slutt	
Mandalselva	26. apr.	6. mai.	16. mai.	5. jun.	
Imsa/Guddalselva hybrid	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.	
Vosso	01.mai	11.mai	21.mai	10.jun	
Daleelva i Vaksdal	05.mai	15.mai	25.mai	14.jun	
Eira	01.mai	11.mai	21.mai	10.jun	
Orkla	30.apr.	10.mai.	20.mai.	09.jun.	
Halselva	03.jun.	13.jun	23.jun	13.jul	

Ved fastsettelse av sannsynlig utvandringstidspunkt i ulike regioner tok vi utgangspunkt i disse standardiserte smoltutvandnings-periodene fra referansevassdrag fra samme eller nærmeste region. For vassdrag med få års data ble utvandringstidspunktet for den respektive elva sammenliknet med referansevassdraget. Vi sammenliknet hvor mange dager forskjell det var mellom tidspunkt for 25 % utvandring (eller 50 % utvandring) i samme år i de to elvene. Dette gir en pekepinn på om utvandringen er systematisk forskyvet i tid mellom de to vassdragene. Vassdrag som i slike sammenlikninger hadde minst en ukes forskyvning i tidspunkt for utvandring i flere år ble gitt et sannsynlig utvandningsforløp

som var forskjellig fra referansevassdraget, og forskjøvet en uke (tidligere utvandring) fram eller en til to uker tilbake (senere utvandring).

For vassdrag uten data om utvandringstidspunkt ble det i utgangspunktet benyttet data fra nærmeste vassdrag med opplysninger. Her ble det også tatt hensyn til vassdragenes beliggenhet, som for eksempel om vassdraget ligger kystnært eller ikke, om nedslagsfeltet er lavtliggende eller høytliggende og om til dels om vassdraget er komplekst (det vil si har sidevassdrag og/eller innsjøer som laksen må passere gjennom) eller ikke. For enkelte vassdrag har vi foreslått en noe tidligere utvandningsperiode enn referansevassdraget basert på skjønn. Dette gjelder hovedsakelig kystnære vassdrag med relativt lavtliggende nedslagsfelt, og for slike har vi flyttet utvandnings perioden fram med en uke sammenliknet med referansevassdraget. For noen vassdrag (mer høytliggende nedslagsfelt) har vi også flyttet utvandningsperioden tilbake med en uke eller to basert på skjønn.

Variasjoner mellom år.

Variasjonen mellom år i tidspunkt for 25 % og 50 % utvandring (eller fangst/observasjon) i samme vassdrag er i størrelsesorden fra to uker opptil en måned i vassdrag hvor en har fem eller flere års data (se oppsummeringer i Ugedal mfl. (2014) og Karlsen mfl. 2016). Variasjonen i tidspunkt mellom år er med andre ord minst like stor som den modellerte breddegradsvariasjonen en har fra lengst sør i Norge til om lag midt i Nordland med hensyn til tidspunkt for utvandring. En må anta at denne variasjonen mellom år er avhengig av hvor stor variasjon det har vært i klimatiske faktorer som påvirker vanntemperatur og vannføring (snøsmelting/oppvarming) mellom år i undersøkelsesperioden i det enkelte vassdraget. Sannsynligvis er variasjonen i utvandringstidspunkt mellom år knyttet til variasjon i ”tidspunkt for vår”, slik at utvandringen av smolt i år med sen vår skjer senere enn i år med tidlig vår (Jensen mfl. 2012, Jonsson & Jonsson 2014, Lamberg mfl. 2015, Haraldstad mfl. 2016). Sammenstillingene av data viser også at det kan være ganske store forskjeller i utvandringstidspunkt mellom vassdrag i samme fjordsystem.

Vår gjennomgang må ansees å representere sannsynlig utvandring i ulike vassdrag i et middels år. Dette betyr at hvis utvandringen i enkelte år skjer spesielt tidlig eller spesielt sent så vil de foreslåtte tidspunktene og forløpene kunne avvike en god del fra det som skjer i vassdragene. Data fra Mandalselva, Imsa, Guddalselva, Vosso, Daleelva og Eira viser at tidspunkt for utvandring av laksesmolt i disse elvene i 2016 verken var spesielt tidlig eller spesielt sent sammenliknet med et middels år. Vi har derfor ikke kunnskap som tilsier at utvandringen av smolt i 2016 verken var spesielt tidlig eller spesiell sen med hensyn til tid på året.

I sin modellkjøring med virtuell smolt har HI i tillegg til de utvandringstidspunktene for middels år som er foreslått her, kjørt modellen med tidspunkter som er flyttet fram 10 dager (tidlig utvandring) eller flyttet tilbake 10 dager (sen utvandring). Denne tilnærmingen gir en pekepinn på hvor sensitiv HI sin virtuelle smoltmodell er for tidspunkt for utvandring med hensyn til risiko for lusepåslag hos laksesmolt under utvandring (se Appendiks VI).

Veien videre

I de fleste områder av landet har vi begrenset kunnskap om tidspunkt og forløp til smoltutvandringen. Det er usikkerheter knyttet til hvor mye senere laksesmolt vandrer ut fra de indre vassdragene i ulike fjorder enn i kystnære vassdrag. Dette vil sannsynligvis ha stor påvirkning på modelleringsresultatene ettersom smolt fra de indre vassdragene har lange utvandningsruter. I områder hvor smolt fra slike vassdrag må vandre forbi områder med høy intensitet av oppdrettsanlegg er det disse populasjonene som blir sterkest påvirket av lusepåslag ifølge modellene. Det blir derfor viktig å få god dokumentasjon på utvandringstidspunkt i disse vassdragene i fremtidige studier.

For fremtidige vurderinger vil det også være viktig å legge ressurser i å undersøke og forstå mer omkring variasjoner i utvandningsforløp basert på de dataene vi nå har tilgjengelig. En analyse og systematisering av kunnskap om faktorer som påvirker tidspunkt for utvandring og i hvor stor grad disse faktorene virker synkront langs kysten og innen fjordsystemer bør gjennomføres. En naturlig utgangspunkt vil være å sammenstille data for videre statistiske analyser på vannføring, vanntemperatur og lufttemperatur for smoltutvandningsperioden samt supplere med noen nedbørfelt karakteristika (blant annet nedslagsfeltets høyde og innsjøprosent) for de vassdragene vi allerede har data på utvandringstidspunkt for smolt.

Korte kommentarer til vurderinger i de ulike produksjonsområdene

I den videre teksten har vi kort oppsummert evalueringen som ligger til grunn for de forskjellige produksjonsområdene. Sannsynlig utvandringstidspunkt for laksesmolt for de 401 vassdragene er gitt i vedleggstabell i dette appendikset.

Område 1.

Utvandringstidspunkt ble satt lik Mandalselva for alle vassdragene til og med grensa mellom Vest-Agder og Rogaland. Flere års data fra Tovdalselva og mer sparsomme data fra Numedalslågen og Kvina tyder på at utvandringen skjer på om lag samme tid som i Mandalselva. I resten av produksjonsområdet (fra og med Rogaland) er tidspunktene satt lik Imsa/Guddalselva. Det må bemerkes at forskjellene i utvandringstidspunkt mellom referansevassdragene var svært små og hele området kunne ha vært modellert med samme utvandningsmodell.

Område 2-4.

I disse regionene finnes det langtidsserier for utvandringen fra Imsa og Guddalselva basert på fangst av smolt i fiskefeller som dekker hele elvetverrsnittet. Begge disse vassdragene har en fåtallig laksebestand. Oppdaterte data tyder på at det er mindre enn en uke i forskjell mellom ulike utvandningsmål for laksesmolt i Imsa og Guddalselva og for å unngå små forskjeller i utvandringstidspunkt mellom elver i region 2 ble det laget en hybrid mellom dataene for de to elvene som en av referanseelvene for region 2-4 (tabell 1). Langtidsserier fra heldekkende fangstfeller finnes også i Daleelva i Vaksdal og i Vikja. Disse fellene fanger smolt som vandrer ned fra elvestrekninger som har fått redusert vannføring som følge av kraftutbygging og utvandningsforløpet, i alle fall i enkelte år, kan være påvirket av dette. Fra Vosso finnes det også en lengre tidsserie med data basert på ulike typer mindre feller. Det var like i underkant av en ukes forskjell i aggregerte data på utvandringstidspunkt mellom Vosso og Daleelva, og vi valgte å bruke Vosso som det andre referansevassdraget fordi tidsserien var lengre her, men vi sammenliknet utvandringstidspunkter for vassdrag med få data med alle referansevassdragene fra disse produksjonsområdene. Daleelva ble gitt et utvandningsforløp som var en uke forsinket i forhold til Vosso.

Det finnes også data basert på mindre smoltfeller og videoovervåking fra flere andre vassdrag i disse produksjonsområdene, fra små kystnære vassdrag som Arna og Lone til større vassdrag som ligger lengre fra kysten som Kinso, Eidfjordvassdraget, Aurlandselva og Flåm. I Lærdalselva finnes det data om utvandring av laksesmolt merket med hydroakustiske sendere (Urke mfl. 2015). Basert på disse mer sparsomme dataene og kunnskap om vassdragenes beliggenhet og karakter ble utvandringstidspunkt for vassdrag uten data skjønnsmessig vurdert.

Det er usikkerheter knyttet til hvor mye senere laksesmolt vandrer ut fra de indre vassdragene i Hardangerfjorden. Dette vil sannsynligvis ha stor påvirkning på modelleringsresultatene ettersom de har lange utvandningsruter, i områder med høy intensitet av oppdrettsanlegg og vil dermed være de populasjonene som blir sterkest påvirket ifølge modellene av lusepåslag. Det blir derfor viktig å få god dokumentasjon på utvandringstidspunkt i disse vassdragene i fremtidige studier.

Område 5-7.

I disse regionene finnes det lange tidsserier med utvandningsdata fra de store elvene Eira, Orkla og Stjørdalselva basert på fangst i mindre smoltfeller. Dessuten er det gjennomført undersøkelser med samme metode i færre år i Surna (3 år) og Driva (5 år). Alle disse fem vassdragene er påvirket av kraftutbygging, og utvandningsforløpet kan i mer eller mindre grad være påvirket av kraftverksdriften. I tillegg finnes det flere år med data fra videoovervåking fra de små vassdragene Hustadvassdraget (5 år) og i Urvollvassdraget i Bindal (3 år). Dessuten er det gjennomført videoovervåking (6 år) i Salvassdraget som synes å ha et noe avvikende sent tidspunkt for utvandring (Gjertsen mfl. 2015).

Eira ble brukt som referansevassdrag for område 5, mens Orkla ble benyttet som referansevassdrag i område 6 og 7. Utvandningsforløpet i disse to vassdragene er svært likt og samme modell kunne vært benyttet i alle tre produksjonsområdene.

En usikkerhet i produksjonsområde 6 og 7 er mangel på data fra de innerste elvene i Trondheims-fjorden: Steinkjervassdraget, Figga og Verdalselva, som har spesielt lang vandringsvei. Vi mangler også data fra Gaula som har flere mindre lakseproduserende sidevassdrag, og som har den tallrikste laksebestanden i region 6. Dessuten mangler data fra Namsen som er det klart største vassdraget med hensyn til antall laksesmolt i sin region. Namsenvassdraget er et stort og komplekst vassdrag med flere sidevassdrag hvorav det ene også har produksjon av laksesmolt oppstrøms innsjøer.

Område 8-10.

I disse områdene finnes data basert på videoundersøkelser over flere år i Laukhellevassdraget på Senja (Lamberg mfl. 2015) og Roksdalsvassdraget på Andøya (Lamberg mfl. 2014). Dessuten finnes det noen år med videoovervåking i Skjoma og noen få år med fangst i smoltfelle i Saltdalselva. Utvandningsdataene i denne regionen ble sammenliknet med data fra Halselva som referanseelv for Nord-Norge.

Sammenliknet med Halselva synes utvandringen i Roksdalsvassdraget å skje om lag 2 uker før i samme år, men forskjellen var noe større for tidspunkt for 50 % utvandring enn for 25 % utvandring. Vi satte sannsynlig utvandringstidspunkt for Roksdalsvassdraget 12 dager (median forskjell på 25 % utvandring) før Halselva. Data fra Laukhellevassdraget tyder på at utvandringen fra dette vassdraget skjer både før og etter utvandringen Halselva i samme år, men gjennomgående er forskjellen i tidspunkt for 50 % utvandring mellom disse to vassdragene under en uke. Vurdert ut fra tidspunkt for 25 % utvandring starter imidlertid utvandringen noe senere i Laukhelle enn i Halselva. Vi har foreløpig likevel gitt Laukhellevassdraget samme utvandringstidspunkt som Halselva. Data fra Skjoma viser at 25 % utvandring i de fleste år skjer vesentlig tidligere (2-3 uker) enn i Halselva, men at unntak finnes. Vi valgte å sette utvandring i Skjoma til samme tidspunkt som Roksdalsvassdraget. Dataene fra Saltdalselva er basert på få år og til dels liten fangst av smolt, men utvandringen her (25 %) skjedde om lag en uke før utvandringen i Halselva i samme år.

I mangel av data ble utvandringstidspunktene for Roksdalsvassdraget benyttet for nesten alle vassdrag i område 9, mens i område 10 ble tidspunktene for Laukhellevassdraget (dvs Halselva) benyttet for vassdrag som ligger noe lengre inne fra kysten. Målselva ble gitt en uke senere utvandring enn Halselva basert på skjønn.

For vassdragene i område 8 benyttet vi data fra Saltdalselva for de vassdragene med nedslagsfelt i innlandet, mens kystnære vassdrag ble gitt en uke tidligere utvandring.

Disse tre områdene har et stort antall laksevassdrag (112 stk.) og vi kjenner til få data om tidspunkt for utvandring hos smolt i denne regionen. Data om utvandringstidspunkt for laksesmolt fra de større elvene i området som Vefsna, Målselva og Beiarelva mangler slik at det knytter seg stor usikkerhet til utvandringen fra disse vassdragene. Regionen har også mange mindre laksevassdrag, og vi har også svært lite kunnskap om variasjonen i utvandringstidspunkt og forløp for laksesmolt fra slike vassdrag. Hvis studier tyder på at større eller mindre geografiske områder innen disse tre produksjonsområdene

kan ha problemer med lakselus blir det viktig å få bedre dokumentasjon på utvandringstidspunkt i aktuelle vassdrag i fremtidige studier.

Område 11-13.

I denne regionen finnes en langtidsserie fra Halselva basert på heldekkende fiskefelle (Jensen mfl. 2012). Dessuten er utvandringen undersøkt i flere år i Altaelva med ulike feller og i Utsjoki, en sideelv til Tana med video. Det finnes også spredte observasjoner og data fra andre vassdrag i område 12 og 13.

Tidspunkter for utvandring ble satt lik Halselva for elvene i område 11 Kvaløya - Loppa (med unntak av Reisaelva), og i de mindre kystnære vassdragene i Vest-Finnmark. Basert på skjønn ble tidspunkt for utvandring i Reisaelva satt en uke senere enn i Halselva. Data fra undersøkelser i Altaelva tyder på at utvandringen gjennomgående skjer om lag 14 dager senere enn i Halselva og denne verdien ble benyttet for alle større vassdrag i Vest-Finnmark som drenerer sentrale områder av fylket. Basert på skjønn ble tidspunkt for utvandring i Repparfjordelva satt midt mellom Halselva og Altaelva. Data fra undersøkelser i Utsjoki, en sideelv til Tanaelva, tyder på at utvandringen skjer på om lag samme tid som i Altaelva (Orell mfl. 2007, Ugedal mfl. 2014). Dette utvandringstidspunktet ble benyttet for alle vassdragene i Øst-Finnmark. Det må bemerkes at det er usikkerheter knyttet til varighet og forløp til utvandringen av smolt fra Tanavassdraget, som består av en rekke ulike sidevassdrag som har egne bestander av laks.

Referanser

- Gjertsen, V., Lamberg, A., Bjørnbet, S. & Bakken, M. 2015. Videoovervåking av laks og sjørret i Moelva i Salvassdraget i Nord-Trøndelag i 2014. SNA-rapport 02-2015. 31 s.
- Haraldstad, T., Kroglund, F., Kristensen, T., Jonsson, B. & Haugen, T.O. 2016. Diel migration patterns of Atlantic salmon (*Salmo salar*) and sea trout (*Salmo trutta*) smolts: an assessment of environmental cues. *Ecology of Freshwater fish*. DOI: 10.1111/eff.12298.
- Jensen, A. J., Finstad, B., Fiske, P., Hvidsten, N. A., Rikardsen, A. H. & Saksgård, L. 2012. Timing of smolt migration in sympatric populations of Atlantic salmon (*Salmo salar*), brown trout (*Salmo trutta*), and Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 69: 711-723.
- Jonsson, N. & Jonsson, B. 2014. Time and size at seaward migration influence the sea survival of *Salmo salar*. *Journal of Fish Biology* 84: 1457-1473.
- Karlsen, Ø., Finstad, B., Ugedal, O. & Svåsand, T. (red.). 2016. Kunnskapsstatus som grunnlag for kapasitetsjustering innen produksjonsområder basert på lakselus som indikator. Rapport fra Havforskningen 14-2016. 139 s.
- Lamberg, A., Wibe, H. & Osmundsvåg, M. 2007. Videoregistrering av vandrende laksefisk i Aurlandselva i Sogn og Fjordane i 2006. Norsk Naturovervåking, Rapport 04-2007. 19 s.
- Lamberg, A., Bakken, M., Bjørnbet, S., Gjertsen, V. & Strand, R. 2013. Utvandring av laks- og sjørretsmolt i Suldalslågen I 2012. Videoovervåking av smolt i åpent elvetverrsnitt, fisketrapper og smoltfelle. SNA-rapport 04-2013. 53 s.
- Lamberg, A., Gjertsen, V., Strand, R., Bjørnbet, S. & Kanstad-Hanssen. 2014. Videoovervåking av laks og sjørret i Roksdalsvassdraget på Andøya i 2013. SNA-rapport 07-2014. 31 s.
- Lamberg, A., Gjertsen, V., Bjørnbet, S., Strand, R. & Kanstad-Hanssen. 2015. Overvåking av laks, sjørret og sjørøye i Lakselva på Senja i 2013. SNA-rapport 03-2015. 57 s.
- Orell, P., Erkinaro, J., Svenning, M. A., Davidsen, J. G. & Niemelä, E. 2007. Synchrony in the downstream migration of smolts and upstream migration of adult Atlantic salmon in the subarctic River Utsjoki. *Journal of Fish Biology* 71: 1735-1750.
- Otero, J., L'Abée-Lund, J. H., Castro-Santos, T., Leonardsson, K., Storvik, G. O., Jonsson, B., Dempson, J. B., Russell, I. C., Jensen, A. J., Baglinière, J.-L., Dionne, M., Armstrong, J. D., Romakkaniemi, A., Letcher, B. H., Kocik, J. F., Erkinaro, J., Poole, R., Rogan, G., Lundqvist, H., MacLean, J. C., Jokikokko, E., Arnekleiv, J. V., Kennedy, R. J., Niemelä, E., Caballero, P., Music, P. A., Antonsson, T., Gudjonsson, S., Veselov, A. E., Lamberg, A., Groom, S., Taylor,

- B. H., Taberner, M., Dillane, M., Arnason, F., Horton, G., Hvidsten, N. A., Jonsson, I. R., Jonsson, N., McKelvey, S., Næsje, T. F., Skaala, Ø., Smith, G. W., Sægrov, H., Stenseth, N. C. & Vøllestad, L. A. 2014. Basin-scale phenology and effects of climate variability on global timing of initial seaward migration of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Global Change Biology* 20: 61-75.
- Ugedal, O., Kroglund, F., Barlaup, B. & Lamberg, A. 2014. Smolt - en kunnskapsoppsummering. Miljødirektoratet. Rapport M136-2014: 128 s.
- Urke, H.A., Kristensen, T. & Ulvund, J.B. 2015. Opphaldstid i Sognefjorden for laksesmolt fra Lærdalselvi 2014. INAQ Rapport. 19 s.
- Vollset, K.W., Barlaup, B.T., Mahlum, S., Bjørn, P.A. & Skilbrei, O.T. 2016 Estimating the temporal overlap between post-smolt migration of Atlantic salmon and salmon lice infestation pressure from fish farms. *Aquaculture Environment Interactions* 8: 511-525.

Vedleggstabell til appendiks 2. Vassdragsnummer (NVE), vassdragsnavn, gytebestandsmål for laks (GBM: kg hunnlaks), teoretisk smoltproduksjon (antall smolt), andel (%) av teoretisk smoltproduksjon som stammer fra de ulike vassdragene samt avstanden mellom utløpet av vassdraget og grunnlinja for laksevassdrag som tilhører produksjonsområde Det er også angitt om vassdraget er et nasjonalt laksevassdrag (NLV = 1), om det foreligger data på tidspunkt for utvandring av smolt fra vassdraget (SD; 0=ingen vi kjenner til, 1=noe, 2= data fra 5 år eller mere) og tidspunkt for sannsynlig utvandring av smolt (start, 25 % og 50 % utvandring og slutt) benyttet ved modellering av risiko for lusepåslag hos virtuell smolt er også tabulert.

Produksjonsområde 1: Svenskegrensa - Jæren

Vassdrags nr.	Vassdrag	GBM (kg laks)	Teoretisk smoltprod.	T_Andel i region (%)	Avs_Gru (m)	NLV	SD	Tidspunkt for utvandring			
								Start	25 %	50%	Slutt
001.1Z	Enningdalselva	453	14451	0,7	50731	1	0	26. apr.	6. mai.	16. mai.	5. jun.
002.Z	Glomma	960	30624	1,4	28333	0	0	26. apr.	6. mai.	16. mai.	5. jun.
004.Z	Hølenelva	42	1339	0,1	65543	0	0	26. apr.	6. mai.	16. mai.	5. jun.
005.3Z	Årungselva	28	877	0,0	123981	0	0	26. apr.	6. mai.	16. mai.	5. jun.
005.4Z	Gjersøelva	20	627	0,0	113401	0	0	26. apr.	6. mai.	16. mai.	5. jun.
006.Z	Nordmarkvassdraget	37	1176	0,1	112747	0	0	26. apr.	6. mai.	16. mai.	5. jun.
007.Z	Lysakerelva	53	1696	0,1	110664	0	0	26. apr.	6. mai.	16. mai.	5. jun.
008.Z	Sandvikselva	331	11999	0,5	106036	0	0	26. apr.	6. mai.	16. mai.	5. jun.
009.Z	Åros	247	8954	0,4	86731	0	0	26. apr.	6. mai.	16. mai.	5. jun.
011.Z	Lierelva	494	17908	0,8	93094	0	0	26. apr.	6. mai.	16. mai.	5. jun.
012.Z	Drammen	4355	157869	7,2	92951	0	0	26. apr.	6. mai.	16. mai.	5. jun.
013.Z	Sandevassdraget	171	6206	0,3	75277	0	0	26. apr.	6. mai.	16. mai.	5. jun.
014.Z	Aulivassdraget	442	16035	0,7	40720	0	0	26. apr.	6. mai.	16. mai.	5. jun.
015.Z	Numedalslågen	12296	463559	21,2	9541	1	1	26. apr.	6. mai.	16. mai.	5. jun.
016.4Z	Herre	80	3016	0,1	28932	0	0	26. apr.	6. mai.	16. mai.	5. jun.
016.Z	Skien	1496	67245	3,1	29372	0	0	26. apr.	6. mai.	16. mai.	5. jun.
018.3Z	Gjerstadvassdraget	60	2706	0,1	17609	0	0	26. apr.	6. mai.	16. mai.	5. jun.
018.Z	Vegårsvass. (Storelva)	565	25397	1,2	12116	0	2	26. apr.	6. mai.	16. mai.	5. jun.
019.Z	Nidelva	1574	68469	3,1	8123	0	1	26. apr.	6. mai.	16. mai.	5. jun.
020.Z	Tovdal	3721	161864	7,4	15670	0	2	26. apr.	6. mai.	16. mai.	5. jun.
021.Z	Otra	2341	101834	4,7	10583	0	0	26. apr.	6. mai.	16. mai.	5. jun.
022.1Z	Søgne	559	24317	1,1	8212	0	0	26. apr.	6. mai.	16. mai.	5. jun.
022.Z	Mandalselva	5155	224243	10,3	6983	1	2	26. apr.	6. mai.	16. mai.	5. jun.
023.Z	Audna	1210	52635	2,4	10619	0	0	26. apr.	6. mai.	16. mai.	5. jun.
024.Z	Lygna	1889	82172	3,8	22213	0	0	26. apr.	6. mai.	16. mai.	5. jun.
025.3Z	Fedaelva	73	3171	0,1	25175	0	0	26. apr.	6. mai.	16. mai.	5. jun.
025.Z	Kvina	1875	81563	3,7	29479	0	1	26. apr.	6. mai.	16. mai.	5. jun.
026.4Z	Sokndal	861	37454	1,7	7842	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
026.Z	Sira	163	7085	0,3	10471	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
027.3Z	Hellelandselva	123	5362	0,2	7998	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
027.6Z	Ogna	1162	80875	3,7	3506	1	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
027.7Z	Fuglestad	387	24691	1,1	2272	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
027.Z	Bjerkreimsvassdraget	4319	275552	12,6	10332	1	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
028.1Z	Kvassheim	67	4275	0,2	621	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
028.21Z	S. Varhaug	73	4657	0,2	799	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
028.22Z	N. Varhaug	83	5295	0,2	799	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
028.3Z	Hælvå	1821	100337	4,6	1088	1	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
028.4Z	Orreåna	88	4831	0,2	1042	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.

Produksjonsområde 2: Ryfylke

Vassdrags nr.	Vassdrag	GBM (kg laks)	Teoretisk smoltprod.	T_Andel i region (%)	Avs_Gru (m)	NLV	SD	Tidspunkt for utvandring			
								Start	25 %	50%	Slutt
028.Z	Figgjo	2246	143295	32,7	5282	1	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
029.1Z	Storåna	230	14700	3,4	38991	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
030.2Z	Dirdal	310	19778	4,5	56048	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
030.4Z	Espedal	648	41342	9,4	52686	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
030.Z	Frafjord	239	15248	3,5	61083	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
031.Z	Lyse	166	10591	2,4	84637	0	0	1. mai.	11. mai.	21. mai.	10. jun.
032.Z	Jørpeland	111	7082	1,6	41155	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
033.Z	Årdal	892	32335	7,4	51589	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
035.2Z	Hjelmeland	97	3516	0,8	58051	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
035.3Z	Vormo	300	10875	2,5	68647	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
035.4Z	Førreelva	57	2084	0,5	82991	0	0	1. mai.	11. mai.	21. mai.	10. jun.
035.7Z	Håland	119	4314	1,0	67616	0	0	1. mai.	11. mai.	21. mai.	10. jun.
035.Z	Ulla	178	6453	1,5	76852	0	0	1. mai.	11. mai.	21. mai.	10. jun.
036.Z	Suldalslågen	2318	80666	18,4	76308	1	2	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
037.2Z	Åbølva	55	1912	0,4	97015	0	0	1. mai.	11. mai.	21. mai.	10. jun.
037.Z	Saudavassdraget	174	6040	1,4	96828	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
038.3Z	Rødneelva	123	5351	1,2	71219	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
038.Z	Vikedal	736	32016	7,3	66646	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.

Produksjonsområde 3: Karmøy - Sotra

Vassdrags nr.	Vassdrag	GBM (kg laks)	Teoretisk smoltprod.	T_Andel i region (%)	Avs_Gru (m)	NLV	SD	Tidspunkt for utvandring			
								Start	25 %	50%	Slutt
041.Z	Etne	1025	54991	29,7	62961	1	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
042.3Z	Daleelva-Fjæraelva	38	2030	1,1	94979	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
045.2Z	Uskedalselva	180	9657	5,2	58284	0	1	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
045.4Z	Rosendal	99	5311	2,9	68884	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
047.2Z	Jondalselvi	54	2874	1,6	102447	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
048.Z	Opo	798	28928	15,6	175963	0	0	8. mai.	18. mai.	28. mai.	17. jun.
050.1Z	Kinso	126	4568	2,5	141442	0	1	8. mai.	18. mai.	28. mai.	17. jun.
050.Z	Eio	427	15479	8,4	159578	0	1	8. mai.	18. mai.	28. mai.	17. jun.
052.1Z	Granvin	187	6779	3,7	141379	0	0	1. mai.	11. mai.	21. mai.	10. jun.
052.7Z	Steinsdal	233	12500	6,8	113272	0	0	1. mai.	11. mai.	21. mai.	10. jun.
055.7Z	Oselva	425	27731	15,0	34716	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
055.Z	Tysse	247	14326	7,7	64871	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.

Produksjonsområde 4: Nordhordaland - Stad

Vassdrags nr.	Vassdrag	GBM (kg laks)	Teoretisk smoltprod.	T_Andel i region (%)	Avs_Gru (m)	NLV	SD	Tidspunkt for utvandring			
								Start	25 %	50%	Slutt
060.4Z	Lone	153	8874	1,2	47411	0	1	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
061.2Z	Storelva	167	9686	1,3	49790	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
061.Z	Daleelva i Vaksdal	195	11310	1,5	72607	0	2	8. mai.	18. mai.	28. mai.	17. jun.
062.Z	Vosso	2110	76488	10,2	79216	1	2	1. mai.	11. mai.	21. mai.	10. jun.
063.Z	Ekso	219	7939	1,1	70415	0	1	1. mai.	11. mai.	21. mai.	10. jun.
064.Z	Modalselva	598	21661	2,9	76983	0	0	1. mai.	11. mai.	21. mai.	10. jun.
067.2Z	Haugsdalsvassdraget	139	5021	0,7	51292	0	0	1. mai.	11. mai.	21. mai.	10. jun.
067.3Z	Måtrevassdraget	150	5431	0,7	54895	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
067.6Z	Frøyset	169	6126	0,8	34587	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
069.31Z	Storelva-Brekkeelva	75	2733	0,4	59773	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
070.Z	Vikja	43	1559	0,2	120650	1	2	8. mai.	18. mai.	28. mai.	17. jun.
071.Z	Nærøydal	513	18596	2,5	173647	1	0	8. mai.	18. mai.	28. mai.	17. jun.
072.2Z	Flåm	200	5220	0,7	175719	1	2	8. mai.	18. mai.	28. mai.	17. jun.
072.Z	Aurland	596	15556	2,1	171670	0	2	8. mai.	18. mai.	28. mai.	17. jun.
073.Z	Lærdal	5017	130944	17,5	175575	1	1	8. mai.	18. mai.	28. mai.	17. jun.
075.4Z	Mørkrisvassdraget	206	5367	0,7	213312	0	0	8. mai.	18. mai.	28. mai.	17. jun.
077.3Z	Sogndal	114	4628	0,6	155114	0	0	8. mai.	18. mai.	28. mai.	17. jun.
077.Z	Årøy	128	5197	0,7	160707	1	0	1. mai.	11. mai.	21. mai.	10. jun.
079.Z	Daleelva	271	11003	1,5	94701	0	0	8. mai.	18. mai.	28. mai.	17. jun.
080.1Z	Hovlandselv-Indredal	51	2053	0,3	82723	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
080.21Z	Ytredalselva	88	3588	0,5	82648	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
080.4Z	Bøelva	22	890	0,1	51446	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
082.5Z	Dalselva	142	5765	0,8	48796	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
082.Z	Flekk	277	11246	1,5	48426	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
083.2Z	Kvam	172	8480	1,1	62483	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
083.4Z	Rivedalselva	38	1868	0,2	41984	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
083.Z	Gaula	1443	71140	9,5	64602	1	0	1. mai.	11. mai.	21. mai.	10. jun.
084.7Z	Nausta	2171	72403	9,7	66797	1	0	8. mai.	18. mai.	28. mai.	17. jun.
084.Z	Jølstra	1153	38453	5,1	72031	0	0	1. mai.	11. mai.	21. mai.	10. jun.
085.Z	Osenelva	1019	33984	4,5	45969	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
086.8Z	Hopselva	94	3816	0,5	77461	0	0	8. mai.	18. mai.	28. mai.	17. jun.
086.Z	Åelva	435	17661	2,4	78279	0	0	1. mai.	11. mai.	21. mai.	10. jun.
087.1Z	Ryggeelva	56	2274	0,3	77609	0	0	8. mai.	18. mai.	28. mai.	17. jun.
087.Z	Gloppen	443	18628	2,5	81061	0	0	1. mai.	11. mai.	21. mai.	10. jun.
088.1Z	Olden	151	5474	0,7	114100	1	0	1. mai.	11. mai.	21. mai.	10. jun.
088.2Z	Loen	127	4604	0,6	115903	0	0	1. mai.	11. mai.	21. mai.	10. jun.
088.Z	Stryn	1079	48501	6,5	109811	1	0	1. mai.	11. mai.	21. mai.	10. jun.
089.4Z	Hjalma	121	5264	0,7	56803	0	0	8. mai.	18. mai.	28. mai.	17. jun.
089.Z	Eidselva	763	33191	4,4	64530	1	0	1. mai.	11. mai.	21. mai.	10. jun.
091.3Z	Ervikelva	123	5351	0,7	3696	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.

Produksjonsområde 5: Stad - Hustadvika

Vassdrags nr.	Vassdrag	GBM (kg laks)	Teoretisk smoltprod.	T_Andel i region (%)	Avs_Gru (m)	NLV	SD	Tidspunkt for utvandring			
								Start	25 %	50%	Slutt
092.Z	Åheim	468	15608	3,0	32896	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
093.2Z	Oselta	173	5770	1,1	38040	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
093.3Z	Norddalselta	32	1076	0,2	37734	0	0	8. mai.	18. mai.	28. mai.	17. jun.
094.4Z	Austefjord	233	7771	1,5	65571	0	0	8. mai.	18. mai.	28. mai.	17. jun.
094.Z	Stigedalselta	121	4026	0,8	57403	0	0	8. mai.	18. mai.	28. mai.	17. jun.
095.3Z	Storelva (Ørsta)	324	10805	2,0	36677	0	0	8. mai.	18. mai.	28. mai.	17. jun.
095.41Z	Storelva	145	4849	0,9	35099	0	0	8. mai.	18. mai.	28. mai.	17. jun.
095.4Z	Barstadvik	165	5503	1,0	36890	0	0	8. mai.	18. mai.	28. mai.	17. jun.
095.Z	Ørsta	1353	45123	8,5	48181	1	0	8. mai.	18. mai.	28. mai.	17. jun.
096.1Z	Hareid	388	12940	2,4	27993	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
096.41Z	Vågselta	26	859	0,2	24549	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
097.1Z	Bondal	582	18566	3,5	62253	0	0	8. mai.	18. mai.	28. mai.	17. jun.
097.2Z	Vikelva	169	5391	1,0	75265	0	0	1. mai.	11.mai	21.mai	10.jun
097.4Z	Norangdal	127	4051	0,8	69538	0	0	1. mai.	11.mai	21.mai	10.jun
097.72Z	Aureelta	323	10304	1,9	50814	0	0	1. mai.	11.mai	21.mai	10.jun
097.7Z	Velledal	484	15440	2,9	56202	0	0	1. mai.	11.mai	21.mai	10.jun
098.3Z	Stranda	343	10942	2,1	79822	0	0	8. mai.	18. mai.	28. mai.	17. jun.
098.6Z	Korsbrekk	161	5136	1,0	109335	0	0	8. mai.	18. mai.	28. mai.	17. jun.
099.1Z	Eidsdalselta	172	5486	1,0	91682	0	0	8. mai.	18. mai.	28. mai.	17. jun.
099.2Z	Norddalsvassdraget	86	2755	0,5	94937	0	0	8. mai.	18. mai.	28. mai.	17. jun.
099.Z	Tafjordvassdraget	37	1183	0,2	105504	0	0	8. mai.	18. mai.	28. mai.	17. jun.
100.2Z	Stordalselta	724	23096	4,4	73375	0	0	8. mai.	18. mai.	28. mai.	17. jun.
100.3Z	Vagsvikelta	25	798	0,2	66445	0	0	1. mai.	11.mai	21.mai	10.jun
100.Z	Valldal	808	25775	4,9	95571	0	0	1. mai.	11.mai	21.mai	10.jun
101.1Z	Ørskog	99	3158	0,6	63692	0	0	1. mai.	11.mai	21.mai	10.jun
101.2Z	Solnør	128	4083	0,8	59815	0	0	1. mai.	11.mai	21.mai	10.jun
101.6Z	Tennfjord	346	11037	2,1	41056	0	0	1. mai.	11.mai	21.mai	10.jun
102.11Z	Hildre	20	638	0,1	19678	0	0	1. mai.	11.mai	21.mai	10.jun
102.2Z	Storelva	31	979	0,2	34586	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
102.5Z	Skorgelta	152	4844	0,9	50722	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
102.6Z	Tressa	262	8358	1,6	56470	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
103.1Z	Måna	363	11580	2,2	63834	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
103.2Z	Innfjordselva	275	8763	1,7	70655	0	0	8. mai.	18. mai.	28. mai.	17. jun.
103.4Z	Isavassdraget	566	18069	3,4	78559	0	0	8. mai.	18. mai.	28. mai.	17. jun.
103.Z	Rauma	5216	105885	20,0	72640	1	0	8. mai.	18. mai.	28. mai.	17. jun.
104.1Z	Mittetelta	64	1297	0,2	69125	0	0	1. mai.	11.mai	21.mai	10.jun
104.2Z	Visa	185	6170	1,2	82818	0	0	1. mai.	11.mai	21.mai	10.jun
104.Z	Eira	761	25379	4,8	95331	0	2	1. mai.	11.mai	21.mai	10.jun
105.1Z	Røa	224	7480	1,4	54077	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
105.3Z	Olteråa	36	1209	0,2	67846	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
105.4Z	Oppdølselta	252	8417	1,6	59055	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
105.Z	Oselta	892	29748	5,6	69982	0	0	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
107.3Z	Sylte	406	13540	2,6	32382	0	1	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.
107.6Z	Hustad	445	14841	2,8	12974	0	2	24. apr.	4. mai.	14. mai.	3. jun.

Produksjonsområde 6: Nordmøre - Sør-Trøndelag

Vassdrags nr.	Vassdrag	GBM (kg laks)	Teoretisk smoltprod.	T_Andel i region (%)	Avs_Gru (m)	NLV	SD	Tidspunkt for utvandring			
								Start	25 %	50%	Slutt
108.221Z	Vasskordelva	30	988	0,0	29614	0	0	23. apr.	3. mai.	13. mai.	2. jun.
108.2Z	Vågsbø	343	11439	0,5	29733	0	0	23. apr.	3. mai.	13. mai.	2. jun.
108.3Z	Batnfjordelva	875	29179	1,2	48997	0	0	23. apr.	3. mai.	13. mai.	2. jun.
109.4Z	Usma	370	12355	0,5	86217	0	0	30. apr.	10. mai.	18. mai.	9. jun.
109.5Z	Litledalselva	252	8414	0,4	94156	0	0	30. apr.	10. mai.	18. mai.	9. jun.
109.Z	Driva	6073	123282	5,2	94090	1	2	30. apr.	10. mai.	18. mai.	9. jun.
111.4Z	Viddalselva	35	1235	0,1	72271	0	0	30. apr.	10. mai.	18. mai.	9. jun.
111.7Z	Søya	828	28814	1,2	73351	0	0	7. mai.	17. mai.	27. mai.	16. jun.
111.Z	Toåa	426	14825	0,6	85222	0	0	7. mai.	17. mai.	27. mai.	16. jun.
112.3Z	Bøvra	1074	37369	1,6	72606	0	0	7. mai.	17. mai.	27. mai.	16. jun.
112.Z	Surna	4836	168293	7,0	74314	1	1	7. mai.	17. mai.	27. mai.	16. jun.
113.5Z	Staursetbekken	31	1075	0,0	71332	0	0	30. apr.	10. mai.	18. mai.	9. jun.
113.6Z	Todalselva	164	5711	0,2	61935	0	0	30. apr.	10. mai.	18. mai.	9. jun.
113.Z	Fjelna	108	3758	0,2	76938	0	0	23. apr.	3. mai.	13. mai.	2. jun.
116.Z	Åelva	436	15173	0,6	62336	0	0	23. apr.	3. mai.	13. mai.	2. jun.
117.1Z	Lakselva totalt	45	1550	0,1	50031	0	0	23. apr.	3. mai.	13. mai.	2. jun.
117.23Z	Kvernavassdraget	19	674	0,0	36175	0	0	23. apr.	3. mai.	13. mai.	2. jun.
117.3Z	Sagelva m fung ltrapp	52	1794	0,1	24346	0	0	23. apr.	3. mai.	13. mai.	2. jun.
117.4Z	Grytelvassdraget	140	4858	0,2	28384	0	0	23. apr.	3. mai.	13. mai.	2. jun.
119.11Z	Haugelva	58	2010	0,1	83530	0	0	23. apr.	3. mai.	13. mai.	2. jun.
119.1Z	Søa	171	5951	0,2	84111	0	1	23. apr.	3. mai.	13. mai.	2. jun.
119.2Z	Hagaelva	23	803	0,0	81671	0	0	23. apr.	3. mai.	13. mai.	2. jun.
119.3Z	Hollaelva	86	3009	0,1	79908	0	0	23. apr.	3. mai.	13. mai.	2. jun.
119.42Z	Snilldalselva	113	3941	0,2	90704	0	0	23. apr.	3. mai.	13. mai.	2. jun.
119.4Z	Bergselva	36	1249	0,1	90548	0	0	23. apr.	3. mai.	13. mai.	2. jun.
119.61Z	Slørdalselva	66	2290	0,1	85741	0	0	23. apr.	3. mai.	13. mai.	2. jun.
119.9Z	Fremstadelva	29	1017	0,0	63600	0	0	23. apr.	3. mai.	13. mai.	2. jun.
120.1Z	Størdalselva	31	1089	0,0	76905	0	0	23. apr.	3. mai.	13. mai.	2. jun.
120.2Z	Lena	18	621	0,0	83399	0	0	23. apr.	3. mai.	13. mai.	2. jun.
121.1Z	Skjenaldelva	395	13746	0,6	110022	0	0	23. apr.	3. mai.	13. mai.	2. jun.
121.Z	Orkla	18911	493577	20,7	109807	1	2	30. apr.	10. mai.	20. mai.	9. jun.
122.1Z	Børsa	137	4768	0,2	109400	0	0	23. apr.	3. mai.	13. mai.	2. jun.
122.2Z	Vigda	309	10753	0,5	113331	0	0	23. apr.	3. mai.	13. mai.	2. jun.
122.Z	Gaula	25817	636389	26,6	113428	1	0	30. apr.	10. mai.	20. mai.	9. jun.
123.4Z	Homla	250	8700	0,4	134011	0	0	23. apr.	3. mai.	11. mai.	2. jun.
123.Z	Nidelva	2730	87087	3,6	112589	1	0	30. apr.	10. mai.	18. mai.	9. jun.
124.Z	Stjørdalselva	6763	156902	6,6	136803	1	2	7. mai.	17. mai.	27. mai.	16. jun.
126.6Z	Levangerelva	516	16460	0,7	167492	0	0	30. apr.	10. mai.	20. mai.	9. jun.
127.Z	Verdalselva	4016	122287	5,1	175670	1	0	7. mai.	17. mai.	27. mai.	16. jun.
128.3Z	Figga	773	23538	1,0	190930	1	0	30. apr.	10. mai.	20. mai.	9. jun.
128.Z	Steinkjerelva	1743	53074	2,2	190312	1	0	7. mai.	17. mai.	27. mai.	16. jun.
129.2Z	Molleva	326	9933	0,4	196562	0	0	23. apr.	3. mai.	11. mai.	2. jun.
129.Z	Follavassdraget	17	517	0,0	176345	0	0	23. apr.	3. mai.	11. mai.	2. jun.
130.32Z	Tangstadelva	42	1289	0,1	190937	0	0	23. apr.	3. mai.	11. mai.	2. jun.
131.1Z	Mossa	154	4694	0,2	156126	0	0	23. apr.	3. mai.	11. mai.	2. jun.
131.9Z	Prestelva	68	2061	0,1	90148	0	0	23. apr.	3. mai.	11. mai.	2. jun.
132.1Z	Flyta	67	2047	0,1	79026	0	0	23. apr.	3. mai.	11. mai.	2. jun.
132.2Z	Hasselvassdraget	56	1718	0,1	73287	0	0	23. apr.	3. mai.	11. mai.	2. jun.
132.Z	Skauga	1179	39320	1,6	78362	0	0	30. apr.	10. mai.	20. mai.	9. jun.
133.2Z	Osaelva	130	4333	0,2	89548	0	0	30. apr.	10. mai.	20. mai.	9. jun.
133.3Z	Nordelva	575	19176	0,8	91239	0	0	30. apr.	10. mai.	20. mai.	9. jun.
134.2Z	Brekkelva	25	835	0,0	60608	0	0	23. apr.	3. mai.	11. mai.	2. jun.
134.Z	Teksdalselva	49	1634	0,1	51071	0	0	23. apr.	3. mai.	11. mai.	2. jun.
135.1Z	Olden	177	5903	0,2	52607	0	0	23. apr.	3. mai.	11. mai.	2. jun.
135.42Z	Imselva	14	473	0,0	58306	0	0	23. apr.	3. mai.	11. mai.	2. jun.
135.43Z	Grytelvassdraget	16	536	0,0	57220	0	0	23. apr.	3. mai.	11. mai.	2. jun.
135.Z	Stordalselva	3090	103052	4,3	57238	1	0	30. apr.	10. mai.	20. mai.	9. jun.
135.Zb	Norddalselva	834	27814	1,2	57194	1	0	30. apr.	10. mai.	20. mai.	9. jun.
136.31Z	Håvikelva	19	632	0,0	44358	0	0	23. apr.	3. mai.	11. mai.	2. jun.
136.3Z	Nordskjørelva	35	1157	0,0	45795	0	0	23. apr.	3. mai.	11. mai.	2. jun.
136.52Z	Storelva (Straumselv)	48	1595	0,1	42987	0	0	23. apr.	3. mai.	11. mai.	2. jun.
137.2Z	Steinsdalselva	1207	40253	1,7	38001	0	0	30. apr.	10. mai.	20. mai.	9. jun.

Produksjonsområde 7: Nord-Trøndelag - Bindal

Vassdrags nr.	Vassdrag	GBM (kg laks)	Teoretisk smoltprod.	T_Andel i region (%)	Avs_Gru (m)	NLV	SD	Tidspunkt for utvandring			
								Start	25 %	50%	Slutt
137.4Z	Skjellåa	140	4860	0,5	42002	0	0	23. apr.	3. mai.	11. mai.	2. jun.
137.5Z	Storelva (Jøssund)	83	2893	0,3	44500	0	0	23. apr.	3. mai.	11. mai.	2. jun.
137.72Z	Sitterelva	10	334	0,0	37784	0	0	23. apr.	3. mai.	11. mai.	2. jun.
138.3Z	Oksdøla	258	8978	1,0	56975	0	0	23. apr.	3. mai.	11. mai.	2. jun.
138.5Z	Aursunda	327	11380	1,3	68089	0	0	30. apr.	10. mai.	20. mai.	9. jun.
138.6Z	Bogna	870	30276	3,4	65566	0	0	30. apr.	10. mai.	20. mai.	9. jun.
138.Z	Årgård	3518	122426	13,6	74072	1	0	30. apr.	10. mai.	20. mai.	9. jun.
139.Z	Namsen	18654	622111	68,9	66175	1	0	14. mai.	24. mai.	3. jun.	23. jun.
140.3Z	Veterhuselva	37	1234	0,1	72693	0	0	23. apr.	3. mai.	11. mai.	2. jun.
140.Z	Salvassdraget	797	26580	2,9	52093	0	2	28. mai.	7. jun.	15. jun.	7. jul.
141.4Z	Kvistelva	89	2956	0,3	73891	0	0	30. apr.	10. mai.	20. mai.	9. jun.
142.3Z	Kongsmoelva	613	20444	2,3	110804	0	0	7. mai.	17. mai.	27. mai.	16. jun.
142.6Z	Sjølstadelva	14	456	0,1	91549	0	0	30. apr.	10. mai.	20. mai.	9. jun.
142.71Z	Nordmarkselv-Åforelv	23	752	0,1	85471	0	0	30. apr.	10. mai.	20. mai.	9. jun.
143.532Z	Horvelva	152	5055	0,6	61423	0	0	30. apr.	10. mai.	20. mai.	9. jun.
143.7Z	Storelva	46	1522	0,2	54119	0	0	30. apr.	10. mai.	20. mai.	9. jun.
144.4Z	Terråkelva	55	1849	0,2	80234	0	0	7. mai.	17. mai.	27. mai.	16. jun.
144.5Z	Urvollrelva	75	2490	0,3	83894	0	1	7. mai.	17. mai.	27. mai.	16. jun.
144.61Z	Bogelva	115	3849	0,4	96473	0	0	7. mai.	17. mai.	27. mai.	16. jun.
144.7Z	Storelv i Tosbotn	46	1267	0,1	110961	0	0	7. mai.	17. mai.	27. mai.	16. jun.
144.Z	Åbjøravassdraget	954	26283	2,9	82432	0	0	7. mai.	17. mai.	27. mai.	16. jun.
145.2Z	Eide	155	4270	0,5	74511	0	0	7. mai.	17. mai.	27. mai.	16. jun.

Produksjonsområde 8: Helgeland - Salten

Vassdrags nr.	Vassdrag	GBM (kg laks)	Teoretisk smoltprod.	T_Andel i region (%)	Avs_Gru (m)	NLV	SD	Tidspunkt for utvandring			
								Start	25 %	50%	Slutt
147.3Z	Fersetelva	161	4424	1,2	41965	0	0	20. mai.	30. mai.	9. jun.	29. jun.
148.2Z	Sausvassdraget	750	20663	5,7	76080	0	0	27. mai.	6. jun.	16. jun.	6. jul.
148.Z	Lomselva	221	6080	1,7	78546	0	0	27. mai.	6. jun.	16. jun.	6. jul.
149.2Z	Lakselva	307	8445	2,3	71584	0	0	20. mai.	30. mai.	9. jun.	29. jun.
149.61Z	Hestedalselva	80	2215	0,6	63100	0	0	20. mai.	30. mai.	9. jun.	29. jun.
149.6Z	Halsaelva	133	3667	1,0	63361	0	0	20. mai.	30. mai.	9. jun.	29. jun.
149.8Z	Storelva	29	805	0,2	65902	0	0	20. mai.	30. mai.	9. jun.	29. jun.
151.1Z	Hundåla	131	3599	1,0	76001	0	0	20. mai.	30. mai.	9. jun.	29. jun.
151.Z	Vefsna	6306	128012	35,1	90130	1	0	27. mai.	6. jun.	16. jun.	6. jul.
152.2Z	Drevja	570	11571	3,2	81742	0	0	27. mai.	6. jun.	16. jun.	6. jul.
152.Z	Fusta	1263	25639	7,0	84759	0	0	20. mai.	30. mai.	9. jun.	29. jun.
153.22Z	Leirelva	171	3466	1,0	74062	0	0	20. mai.	30. mai.	9. jun.	29. jun.
153.3Z	Stilleelva-Ranelva	56	1146	0,3	73749	0	0	20. mai.	30. mai.	9. jun.	29. jun.
153.6Z	Bardalselva	190	3863	1,1	81242	0	0	20. mai.	30. mai.	9. jun.	29. jun.
155.4Z	Bjerka til Stupfossen	205	4171	1,1	105143	0	0	20. mai.	30. mai.	9. jun.	29. jun.
155.Z	Røssåga	1249	25355	7,0	103091	0	0	27. mai.	6. jun.	16. jun.	6. jul.
156.Z	Rana	1222	23035	6,3	120396	1	0	27. mai.	6. jun.	16. jun.	6. jul.
157.42Z	Flostrandvassdraget	60	1125	0,3	72853	0	0	20. mai.	30. mai.	9. jun.	29. jun.
157.52Z	Elv fra Silavatnet	28	519	0,1	60970	0	0	20. mai.	30. mai.	9. jun.	29. jun.
159.21Z	Gjerval	75	1414	0,4	57491	0	0	20. mai.	30. mai.	9. jun.	29. jun.
160.41Z	Spilder	235	4430	1,2	59871	0	0	20. mai.	30. mai.	9. jun.	29. jun.
160.43Z	Reipåga	111	2092	0,6	57435	0	0	20. mai.	30. mai.	9. jun.	29. jun.
160.71Z	Elv fra Laksådalsvatn	37	697	0,2	83498	0	0	20. mai.	30. mai.	9. jun.	29. jun.
161.Z	Beiarelva	1704	24708	6,8	111409	1	0	27. mai.	6. jun.	16. jun.	6. jul.
162.1Z	Valnesforsen	32	457	0,1	105101	0	0	20. mai.	30. mai.	9. jun.	29. jun.
162.7Z	Lakselva	196	2840	0,8	138815	0	0	20. mai.	30. mai.	9. jun.	29. jun.
163.Z	Saltalselva	2385	34583	9,5	152699	0	1	27. mai.	6. jun.	16. jun.	6. jul.
164.3Z	Lakselv-Valn	298	8210	2,3	134350	0	0	20. mai.	30. mai.	9. jun.	29. jun.
164.Z	Sulitjelmavassdraget	171	4724	1,3	144118	0	0	27. mai.	6. jun.	16. jun.	6. jul.
165.2Z	Breidvadelva-Futelva	88	2420	0,7	108306	0	0	20. mai.	30. mai.	9. jun.	29. jun.

Produksjonsområde 9: Vestfjorden - Vesterålen

Vassdrags nr.	Vassdrag	GBM (kg laks)	Teoretisk smoltprod.	T_Andel i region (%)	Avs_Gru (m)	NLV	SD	Tidspunkt for utvandring			
								Start	25 %	50%	Slutt
165.7Z	Fjære	75	2066	1,1	100100	0	0	20. mai.	30. mai.	9. jun.	29. jun.
166.3Z	Lakselva (Valjord)	98	2710	1,4	146824	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
166.5Z	Laksåga	203	5593	2,9	146024	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
167.3Z	Bonnåga	210	5786	3,0	143304	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
167.Z	Kobbelv	234	6447	3,3	150420	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
168.6Z	Hop	150	4133	2,1	135057	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
169.5Z	Skjelvereidelve	71	1965	1,0	94403	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
170.3Z	Storvasselva	40	1107	0,6	117472	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
170.5Z	Varpa	218	6638	3,4	116456	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
171.1Z	Forsåelva	58	1781	0,9	124320	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
171.2Z	Heiddejåkka	19	566	0,3	155549	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
171.8Z	Austerdalselva	49	1495	0,8	154814	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
171.Z	Hellemovassdraget	86	2624	1,4	169026	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
172.Z	Forså	324	8926	4,6	137067	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
173.1Z	Kjeldelva	364	10028	5,2	117001	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
173.3Z	Råna	91	2507	1,3	135876	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
173.Z	Skjoma	547	15070	7,8	159214	0	1	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
174.3Z	Rombakselva	60	1650	0,9	170220	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
174.5Z	Elvegård	172	4739	2,4	158658	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
175.3Z	Laksåga	50	1367	0,7	131327	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
175.4Z	Tårstad	312	8596	4,4	118682	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
176.2Z	Storelva-Myklebostad	40	1097	0,6	117452	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
177.6Z	Kongsvikelva	120	3298	1,7	108694	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
177.73Z	Sneis	102	2810	1,5	103766	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
177.7Z	Heggedal	95	2617	1,4	118970	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
177.81Z	Teinelva	34	925	0,5	89702	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
178.3Z	Kalljordelva	18	490	0,3	49184	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
178.43Z	Blokkelva	10	269	0,1	52663	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
178.51Z	Kjerringnes	281	7742	4,0	51122	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
178.52Z	Osvoll	205	5648	2,9	49016	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
178.54Z	Sørdalselva	146	4011	2,1	53382	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
178.62Z	Rogsøy	53	1614	0,8	35581	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
178.63Z	Forfjord	117	3563	1,8	37462	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
178.6Z	Gårdselva	292	8891	4,6	35965	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
178.7Z	Buksnes	573	17448	9,0	34404	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
179.332Z	Lakselva	61	1845	1,0	71452	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
179.73Z	Grunnførjordelva	12	358	0,2	29563	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
180.11Z	Heloselva	11	330	0,2	19028	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
180.4Z	Elv fra Farstadvatnet	124	3788	2,0	19264	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
180.6Z	Borgelva	38	1164	0,6	6098	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
185.1Z	Alsvåg	241	7338	3,8	17997	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
185.2Z	Vikelva	15	451	0,2	41115	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
185.3Z	Gryttingselva	56	1716	0,9	43265	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
185.43Z	Trollvasselva	21	638	0,3	40859	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
185.441Z	Lahaugelva	58	1773	0,9	47153	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
185.44Z	Oshaugelva	48	1462	0,8	47080	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
185.4Z	Holmstadelva	116	3547	1,8	46387	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
185.52Z	Slåtteeelva	41	1250	0,6	47392	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
185.7Z	Ryggedalselva	16	495	0,3	13745	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
185.9Z	Tuveneelva	28	856	0,4	20961	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
186.3Z	Kobbedalselva	76	2320	1,2	45216	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
186.42Z	Storelva-Nøssvass.	25	751	0,4	12320	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
186.51Z	Melaelva	47	1420	0,7	9434	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
186.52Z	Steinvasselva	29	875	0,5	10315	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
186.53Z	Skogvollrelva	52	1570	0,8	8910	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
186.61Z	Stavaelva	54	1656	0,9	8020	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
186.62Z	Bleikvassdraget	13	386	0,2	3551	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
186.63Z	Tofteelva	42	1288	0,7	3536	0	0	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.

Produksjonsområde 10: Andøya - Senja

Vassdrags nr.	Vassdrag	GBM (kg laks)	Teoretisk smoltprod.	T_Andel i region (%)	Avs_Gru (m)	NLV	SD	Tidspunkt for utvandring			
								Start	25 %	50%	Slutt
177.1Z	Lakselva (Gullesfjord)	87	2395	0,7	99119	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
178.74Z	Storelva	101	3089	0,9	46297	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
178.8Z	Lakselva	43	1294	0,4	76276	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
178.9Z	Langvasselva	22	672	0,2	89168	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
186.1Z	Ramsåa	76	2313	0,7	21782	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
186.22Z	Åseelva	156	4750	1,4	47267	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
186.2Z	Roksdalvassdraget	1087	33099	10,1	40923	1	2	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
189.3Z	Renså	199	6060	1,8	86270	0	0	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.
190.7Z	Spanselva	241	7329	2,2	99960	0	0	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.
191.4Z	Røyrbakkelv (Løksebo	61	1870	0,6	89476	0	0	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.
191.7Z	Salangsvassdraget	1741	53013	16,2	94449	0	0	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.
193.3Z	Brøstadelva	85	2594	0,8	85331	0	0	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.
193.7Z	Skøelv	368	11206	3,4	70533	0	0	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.
194.3Z	Lysbotn	336	10231	3,1	35116	0	0	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.
194.4Z	Grasmyr	264	8039	2,5	51825	0	0	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.
194.5Z	Tennelv	257	7080	2,2	86015	0	0	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.
194.61Z	Vardnesvassdraget	55	1520	0,5	88561	0	0	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.
194.6Z	Ånder	378	10414	3,2	82464	0	0	22. mai.	1. jun.	11. jun.	1. jul.
194.7Z	Laukhelle	1055	27536	8,4	61328	0	2	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.
195.1Z	Bunkelva	24	629	0,2	39973	0	0	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.
196.2Z	Rossfjord	110	2871	0,9	51291	0	0	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.
196.5Z	Lakselv Aurs	90	2349	0,7	65141	0	0	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.
196.7Z	Måselva	5362	124398	37,9	63086	1	0	10. jun.	20. jun.	1. jul.	20. jul.
197.4Z	Straumselva	141	3263	1,0	51342	0	0	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.

Produksjonsområde 11: Kvaløya - Loppa

Vassdrags nr.	Vassdrag	GBM (kg laks)	Teoretisk smoltprod.	T_Andel i region (%)	Avs_Gru (m)	NLV	SD	Tidspunkt for utvandring			
								Start	25 %	50%	Slutt
197.63Z	Storelva-Tromvikvass.	43	993	0,7	22292	0	0	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.
198.7Z	Nordkjøs	259	6009	4,3	109328	0	0	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.
199.2Z	Tønsvikelva	178	4135	2,9	49212	0	0	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.
199.3Z	Skitenelva	62	1444	1,0	55440	0	0	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.
200.6Z	Skogfjord	120	1566	1,1	29152	0	0	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.
202.11Z	Skipsfjord	179	2336	1,7	27678	0	0	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.
202.3Z	Vannareidelva	62	814	0,6	21377	0	0	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.
203.2Z	Breivik	290	3785	2,7	83542	0	0	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.
203.8Z	Jægerelva	81	1057	0,7	75636	0	0	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.
204.7Z	Signaldalelva	655	8549	6,1	142428	0	0	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.
205.7Z	Skibotn	1628	30688	21,7	122927	0	0	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.
206.1Z	Mannndalselva	183	2388	1,7	106555	0	0	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.
206.5Z	Rotsund	128	1670	1,2	80564	0	0	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.
208.4Z	Oksfjord	248	3956	2,8	77983	0	0	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.
208.7Z	Reisa	3652	58249	41,2	87966	1	0	10. jun.	20. jun.	1. jul.	20. jul.
209.7Z	Kvænnangselva	430	7482	5,3	106048	1	0	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.
210.7Z	Burfjord	352	6125	4,3	89168	0	0	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.

Produksjonsområde 12: Vest-Finnmark

Vassdrags nr.	Vassdrag	GBM (kg laks)	Teoretisk smoltprod.	T_Andel i region (%)	Avs_Gru (m)	NLV	SD	Tidspunkt for utvandring			
								Start	25 %	50%	Slutt
212.2Z	Halselva	181	2887	0,5	92384	0	2	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.
212.4Z	Mattiselv/Joalusjåkka	376	5999	1,0	107025	0	0	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.
212.7Z	Altavassdraget	12130	351770	59,9	104537	1	2	17. jun.	27. jun.	7. jul.	27. jul.
213.1Z	Leirbotnelva	127	3690	0,6	90487	0	0	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.
213.6Z	Kvalsundelva	101	2938	0,5	62835	0	1	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.
213.7Z	Repparfjordelva	3301	47865	8,1	71665	1	1	10. jun.	20. jun.	1. jul.	20. jul.
218.7Z	Russelva	241	3495	0,6	59952	0	0	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.
220.8Z	Lafjordelva	79	1145	0,2	38129	0	0	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.
222.2Z	Strandajåkka	19	281	0,0	57134	0	0	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.
222.4Z	Smørfjordelva	78	1136	0,2	93792	0	0	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.
222.7Z	Ytre Billefj	604	8758	1,5	109765	0	0	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.
223.7Z	Stabburselva	1616	25775	4,4	128888	1	0	17. jun.	27. jun.	7. jul.	27. jul.
224.7Z	Lakselva	3424	59578	10,1	139450	1	0	17. jun.	27. jun.	7. jul.	27. jul.
225.7Z	Børselva	2749	43847	7,5	109500	1	0	17. jun.	27. jun.	7. jul.	27. jul.
227.5Z	Lille Porsanger	104	1659	0,3	64029	0	0	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.
227.6Z	Veidnes	362	5774	1,0	56956	0	0	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.
228.7Z	Storelva	1241	19794	3,4	90861	0	0	17. jun.	27. jun.	7. jul.	27. jul.
231.64Z	Futelva	69	1099	0,2	5788	0	0	3. jun.	13. jun.	23. jun.	13. jul.

Produksjonsområde 13: Øst-Finnmark

Vassdrags	Vassdrag	GBM	Teoretisk	T_Andel i	Avs_Gru	NLV	SD	Tidspunkt for utvandring			
nr.		(kg laks)	smoltprod.	region (%)	(m)			Start	25 %	50%	Slutt
231.7Z	Sandfjord	426	6795	0,6	6700	0	0	17. jun.	27. jun.	7. jul.	27. jul.
231.8Z	Risfjord	204	3254	0,3	12311	0	0	17. jun.	27. jun.	7. jul.	27. jul.
233.Z	Laggo	2142	34165	3,1	60410	1	0	17. jun.	27. jun.	7. jul.	27. jul.
234.Z	Tana	60372	875394	78,8	55095	1	0	17. jun.	27. jun.	7. jul.	27. jul.
236.Z	Kongsfjord	1102	15979	1,4	20892	1	2	17. jun.	27. jun.	7. jul.	27. jul.
237.Z	Syltefjord	1356	19662	1,8	17715	0	0	17. jun.	27. jun.	7. jul.	27. jul.
239.3Z	Skallelva	570	8265	0,7	25276	0	0	17. jun.	27. jun.	7. jul.	27. jul.
239.Z	Komagelva	2151	34308	3,1	19985	1	0	17. jun.	27. jun.	7. jul.	27. jul.
240.Z	Vestre Jakobselv	1919	30608	2,8	63226	1	1	17. jun.	27. jun.	7. jul.	27. jul.
241.5Z	Vesterelva	281	4482	0,4	92543	0	0	17. jun.	27. jun.	7. jul.	27. jul.
241.Z	Bergebyelva	459	7321	0,7	80189	0	0	17. jun.	27. jun.	7. jul.	27. jul.
243.Z	Klokker	143	2281	0,2	60800	0	0	17. jun.	27. jun.	7. jul.	27. jul.
244.4Z	Munkelva	199	3174	0,3	66005	0	1	17. jun.	27. jun.	7. jul.	27. jul.
244.Z	Neiden	2957	47164	4,2	63769	1	1	17. jun.	27. jun.	7. jul.	27. jul.
246.1Z	Sandneselva	196	3132	0,3	52640	0	0	17. jun.	27. jun.	7. jul.	27. jul.
246.Z	Pasvikelva	86	1374	0,1	49654	0	0	17. jun.	27. jun.	7. jul.	27. jul.
247.3Z	Karpelva	207	3302	0,3	32788	0	0	17. jun.	27. jun.	7. jul.	27. jul.
247.Z	Grense Jakobselv	621	9905	0,9	2579	0	0	17. jun.	27. jun.	7. jul.	27. jul.

En vurdering av lakselusinfestasjonen i alle produksjonsområdene for årene 2016 og 2017 basert på data fra den Nasjonale Overvåking av Lakselus på vill laksefisk (NALO).

Ørjan Karlsen, Rosa Maria Serra-Llinares, Kristine Marit S. Elvik & Rune Nilsen

Havforskningsinstituttet

Sammendrag

Lakselusinfestasjonen i alle produksjonsområdene er vurdert ut ifra situasjonen på vill laksefisk undersøkt med ruse/garnfangst og tråling, samt at en vurdering av påslag av lakselus på oppdrettsfisk satt i vaktbur og kartene som viser tetthet av lakselus er vurdert for å øke forståelsen av omfanget av infestasjonen. Andre data er benyttet (utvandringstider laks, antall fisk i områdene og utslipp av lus i områdene).

Prøvefisket med ruse og garnfangst av sjørret og sjørøye foretas alle produksjonsområdene, og typisk er det undersøkt mellom 3 og 6 stasjoner i hvert produksjonsområde (Fig. 1). Prøvefisket er delvis basert på en adaptiv tilnærming hvor en har brukt Havforskningsinstituttets hydrodynamiske spredningsmodell for å indikere områdene med høyest smitte, og dette området har da blitt undersøkt. Tilsvarende har en valgt kontrollområder hvor modellen ikke har indikert smittepress. Det er unntak fra dette, og det hensyntas i vurderingen ved at utbredelsen av området som har høyt eller lavt smittepress vurderes vha. Havforskningsinstituttets modell.

Innsatsen har økt betydelig de senere årene, og i 2017 ble det trålt i 6 fjorder, og satt ut vaktbur i tre nye områder slik at det nå tråles i Bokna-, Hardanger-, Sogne-, Romsdals-, Trondheims- og Altafjorden, og det settes ut bur i alle disse fjordene samt rundt Vikna i Nord-Trøndelag.

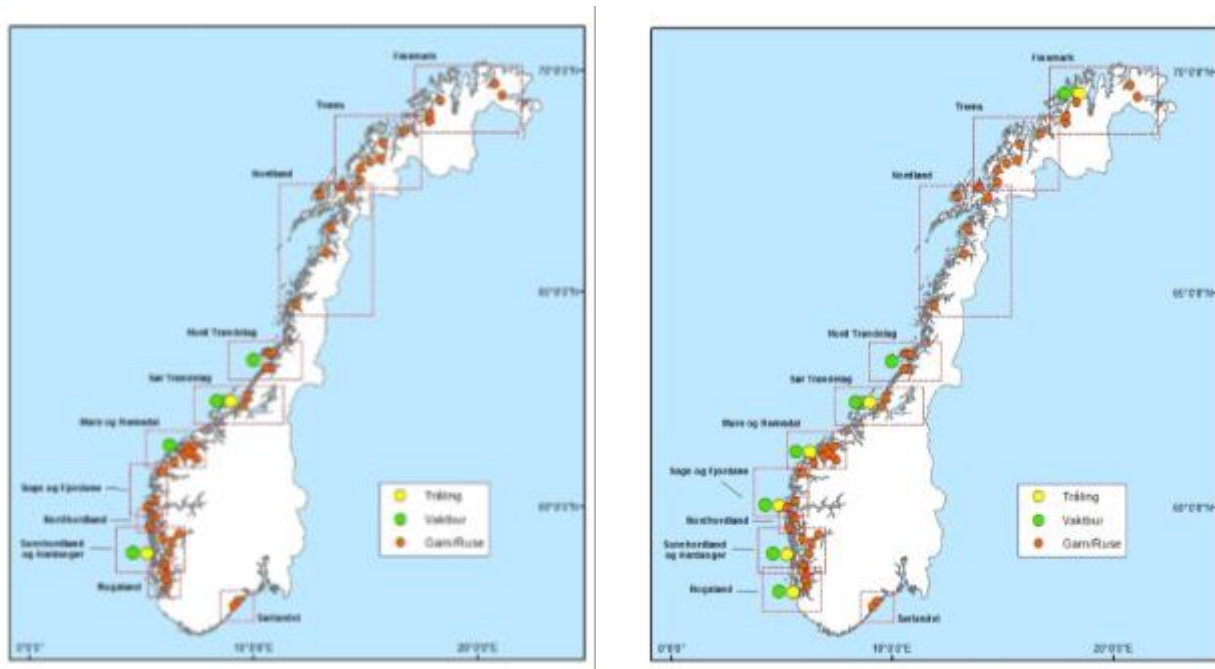
Nytt av året er at vi har prøvd å tilordne den trålfangete fisken til elv ved hjelp av genetiske metoder. Foreløpig er dette gjort for Boknafjorden, Hardangerfjorden og Sognefjorden. Metodene og resultatene er presentert i egen rapport.

Denne rapporten summerer dataene fra 2016 og 2017, og er i stor grad basert på data innsamlet gjennom NALO (Nilsen mfl. 2017a, b) og Risikorapport norsk fiskeoppdrett 2017. Metodene er beskrevet i disse rapportene og gjentas bare kortfattet her.

Ruse og garnfangst utføres enten som to nerier av 2 uker hvor den første serien tas rett i etterkant av smoltutvandringen for p fange opp smittepresset denne opplever, mens den andre perioden tas litt senere med mål om å fange opp smittepresset den beitende sjørreten og sjørøyen opplever utover sommeren. I 2017 har en enkelte steder valgt å holde en lengre løpende serie på 3-4 uker for i større grad kunne bruke dataene for å vurdere når (om) økningen i smittepresset observeres.

Tråling etter postsmolt laks foregår i ytre del av fjordsystemene for å fange opp det akkumulerte smittepresset smolten har opplevd, mens smittepresset lengre ute ved kysten ikke fanges opp. Trålingen foretas i 4 uker, litt før og noe etter forventet tid for utvandring av postsmolt laks i fjordsystemet. Fisken fanget 2017 ble undersøkt for tilhørighet til elv.

Vaktbur inneholdende 30 oppdrettssmolt står ute i fjordsystemene i 2 uker i strekk for de blir erstattet med en ny serie. Burene settes nær land, og 1-2 meter under overflaten. De er derfor posisjonert for å fange opp smittepresset laks som vandrer nær overflaten opplever. Burene brukes for å indikere smittepress, for å verifisere modellene laget for å predikere smittepress av lakselus.



Figur 1. Oversiktskart over stasjonene undersøkt i 2016 og 2017. Posisjonene er veiledende.

Effekten på fanget sjørørret er vurdert ut fra antall lus per gram fiskevekt og forventet dødelighet slik det gjøres i Risikorapporten, dvs. sannsynlighet for effekt av lakselus ved ulike infestasjoner. I de påfølgende tabellene presenteres data med uke fisket er gjennomført, antall fisk fanget (N), fiskens snittvekt og minste og største fisk, andel av fisken som hadde lus (prevalens, %), snitt antall lus på fisken som har lus (Intensitet), andel av fisken som har mer enn 0,1 lus/gram fiskevekt, og til sist risiko for lakselusindusert dødelighet. Prevalens og andel over 0,1 lus/g med konfidensintervaller er basert på binomial fordeling. Konfidensintervallene for intensitet er beregnet med basert på BCa (bias-corrected and accelerated) bootstrap (Efron & Tibshirani 1993). Risiko er beregnet som beskrevet i Taranger mfl. (2012) for utvandrende smolt, dvs. at bare sjørørret/sjørøye < 150 g brukes.

Tiden for smoltutvandring er tatt fra appendiks IIb «Utvandringstidspunkt for laksesmolt i Norge ved vurdering av lakselusindusert dødelighet på smolt av villaks». Smittekartene det henvises til i denne rapporten er vist i appendiks IV «Hydrodynamisk spredningsmodellering HI», samt HIs lakseluskart tilgjengelig på <http://hi.no/lakseluskart/html/lakseluskart.html>.

PO 1 Svenskegrensen – Jæren

Det regnes liten økt risiko for dødelighet på ruse og garnfaget sjørret begge årene. Stasjonene er valgt uavhengig av smittekart og anses som tilfeldige. Smittekartene som dekker perioden avdekker ingen større områder med betydelig økte tettheter i forhold til de undersøkte stasjonene, og resultatene fra de valgte stasjonene anses derfor som representative for produksjonsområdet. Selv om en bare har undersøkt to stasjoner, og ikke har trålt eller hatt vaktbur, anser vi at vi med stor sikkerhet kan konkludere med at resultatene gjenspeiler ett naturlig smittepress.

I dette produksjonsområdet regner en at 50% av fisken har utvandret i uke 20 (15. mai).

Under smoltutvandringen ble det i både 2016 og 2017 funnet at under 20% av fisken hadde lus i perioden dekkende for smoltutvandringen (uke 21-22 i 2016, uke 19-21 i 2017). Den fisken som hadde lus hadde i snitt 1 lus, og der beregnes liten økt risiko for lakselusrelatert dødelighet (tabell 1 og 2).

Tabell 1: 2016. Oversikt over antall fisk fanget, og lus på denne fisken med konfidensintervaller. Risiko er i periode 1 basert på fisk < 150 g, i periode 2 på all fisk.

Periode	Stasjon	Uke	N	Vekt (snitt, range)	Prevalens [95% KI]	Snitt Int. [95% KI]	% > 0,1 [95% KI]	Risiko, % [95% KI]
1	Kilsfjorden	21	24	119 (9-425)	12 [4-31]	1 [1-1]	0 [0-14]	0 [0-0]
	Sandnesfjorden	21-22	45	87 (19-637)	22 [13-36]	1 [1-1]	0 [0-8]	0 [0-0]
2	Kilsfjorden	25-26	23	342 (44-1144)	70 [49-84]	2 [1-4]	0 [0-14]	1 [0-3]
	Sandnesfjorden	24	43	199 (40-2698)	98 [88-100]	13 [10-17]	49 [35-63]	28 [18-40]

Tabell 2: 2017. Oversikt over antall fisk fanget < 150 g og lus på denne, med konfidensintervaller. Alle beregningene er basert på sjørret < 150 g.

Periode	Stasjon	Uke	N	Vekt (snitt, range)	Prevalens [95% KI]	Snitt Int. [95% KI]	% > 0,1 [95% KI]	Risiko, % [95% KI]
1	Sandnesfjord	19	8	71 (32-105)	0 [0-32]	-	0 [0-32]	0 [0-0]
		20	35	66 (20-137)	11 [5-26]	1 [1-1]	0 [0-10]	0 [0-0]
		21	13	65 (44-126)	0 [0-23]	-	0 [0-23]	0 [0-0]
	Kilsfjord	20	3	127 (114-135)	0 [0-56]	-	0 [0-56]	0 [0-0]

Smittekartene som dekker perioden (se appeniks IV) avdekker ingen områder med betydelig økte tettheter i forhold til de undersøkte stasjonene, og resultatene anses derfor som representative for produksjonsområdet. Kartet viser at det var en klynge med anlegg utenfor Flekkefjord som medførte ett lokalt forhøyet smittepress, men andelen er liten. Lusene herfra virker i stor grad å spres nordover.

PO 2 Ryfylke

Data fra rusefanget sjørret i Ryfylke viser at i 2016 var smittepresset i området under smoltutvandringen så høyt at en beregnet høy lakselusrelatert dødelighet på stasjonene undersøkt på begge sidene av Boknafjorden. Smittekartene indikerte at lusen var fordelt i et belte som strakk seg over hele fjorden, mens det var betydelig mindre lus sør for Boknafjorden. Data fra 2017 viste lavere infestasjon på vill sjørret, på trålt postsmolt laks, og smittepresset i vaktburene viste stort sett lavt smittepress i begge periodene. I 2017 var modellert smittepress i Boknafjorden i første halvdel av mai konsentrert til ett område nordøst, men området økte i omfang utover i mai. På sørsiden av Boknafjorden indikerte modellert smittepress lite lus. I området er stasjonene Ytre Årdalsfjord og Nedstrand valgt uavhengig av smittekart. I 2016 indikerer derfor data og modell at effekten av lakselus på vill laksefisk i produksjonsområdet er moderat, i 2017 liten. Usikkerheten i denne vurderingen er stor. Dette da det er økende smittepress i området mellom 2016 og 2017, og det har vært en generell økning i utslipp i området fra 2012. Vi ser ikke bort fra at lav saltholdighet har hatt en betydelig positiv effekt i 2017.

I dette området regner en at 50% av laksen har utvandret i uke 20 (15. mai).

I 2016 var det relativt høye påslag av lakselus på garn og rusefanget sjørret i Boknafjorden (tabell 3). I den første undersøkelsen ukene 21 og 22 hadde storparten av fisken undersøkt på sørsiden (Ytre Årdalsfjord) og på nordsiden (Nedstrand) av Boknafjorden relativt mye lus, og det ble regnet en høy risiko for lakselusindusert dødelighet på hhv. 42 og 52%, men liten i Vindafjord. Smittekartene for denne perioden viste en stor utbredelse av lus med tilsvarende høy tetthet som stasjonene undersøkt.

I 2017 ble undersøkelsen foretatt tidligere enn i 2016 for bedre å sammenfalle med smoltutvandringen, og ble derfor gjennomført ukene 19-20 i Ytre Årdalsfjord og Nedstrand (tabell 4). På sørsiden var andelen fisk som hadde mer enn 0,1 lus/g 0-4 %. På nordsiden hadde 6 % av fisken mer enn 0,1 lus/g. dette indikerer liten økt risiko for dødelighet på fisken fanget i denne perioden. Smittekartene for denne perioden indikerer en større utbredelse av smittsomme lakselus enn i 2016, og det sammenfaller med større utslipp i april mai i 2017 i forhold til i 2016.

Tabell 3: 2016. Oversikt over antall sjørret fanget, og lus på denne. Dataene er ikke sortert på liten og stor fisk. Risikoberegningene er basert på fisk < 150 g i periode 1, all fisk i periode 2.

Periode	Stasjon	Uke	N	Vekt (snitt, range)	Prevalens [95% KI]	Snitt Int. [95% KI]	% > 0,1 [95% KI]	Risiko, % [95% KI]
1	Ytre Årdalsfjord	22	38	107 (18-703)	100 [91-100]	20 [14-29]	79 [64-89]	52 [38-65]
	Nedstrand	21-22	63	177 (20-936)	95 [87-98]	19 [14-26]	46 [34-58]	42 [29-56]
	Vindafjord	21	83	110 (22-1307)	66 [56-76]	8 [5-10]	16 [10-25]	9 [5-16]
2	Ytre Årdalsfjord	26	10	160 (50-491)	90 [60-99]	19 [11-28]	30 [11-60]	42 [17-69]
	Nedstrand	25-26	28	234 (47-997)	100 [88-100]	30 [25-37]	71 [53-85]	61 [46-74]
	Vindafjord	25	51	154 (21-885)	100 [93-100]	36 [32-41]	86 [74-93]	86 [76-92]

Tabell 4: 2017. Oversikt over antall sjørret fanget < 150 g og lus på denne, med konfidensintervaller. Alle beregningene er basert bare på fisk < 150 g.

Periode	Stasjon	Uke	N	Vekt (snitt, range)	Prevalens [95% KI]	Snitt Int. [95% KI]	% > 0,1 [95% KI]	Risiko, % [95% KI]
1	Ytre Årdalsfjord	19	28	69 (15-149)	21 [10-40]	2 [1-2]	0 [0-12]	0 [0-0]
		20	90	55 (20-141)	26 [18-35]	3 [2-4]	4 [2-11]	1 [0-3]
		22	87	51 (26-105)	25 [17-35]	3 [2-7]	3 [1-10]	1 [0-3]
		23	53	61 (22-129)	77 [64-87]	8 [6-11]	42 [29-55]	16 [10-24]
	Nedstrand	19-20	10	80 (25-138)	80 [49-94]	5 [2-8]	10 [1-40]	2 [0-6]
		22-23	40	52 (16-135)	98 [87-100]	12 [10-15]	85 [71-93]	45 [35-57]
	Forsand	23	9	75 (32-145)	33 [12-65]	4 [2-5]	22 [6-55]	4 [0-9]

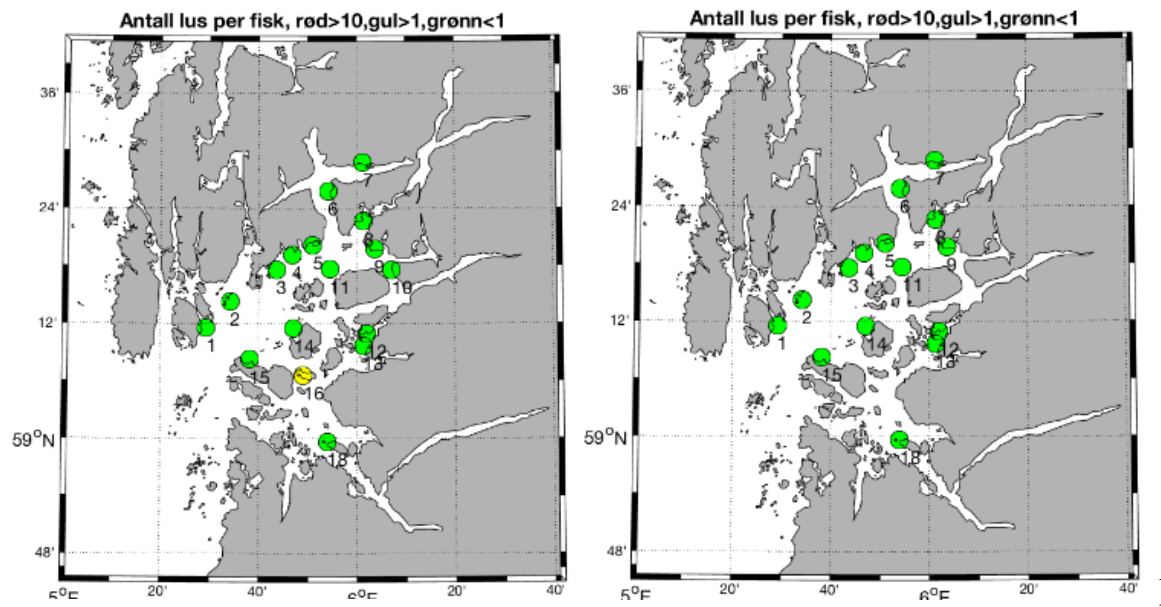
Postsmolttrålingen indikerte lav prevalens og lav intensitet i ukene 18-19, noe økende i ukene derpå hvor om lag 1/3 av fisken hadde lus (tabell 5), men lav intensitet, som medfører liten økt risiko for lakselusrelatert dødelighet.

Tabell 5: Resultater fra postsmolttrålingen i Boknafjorden 2017.

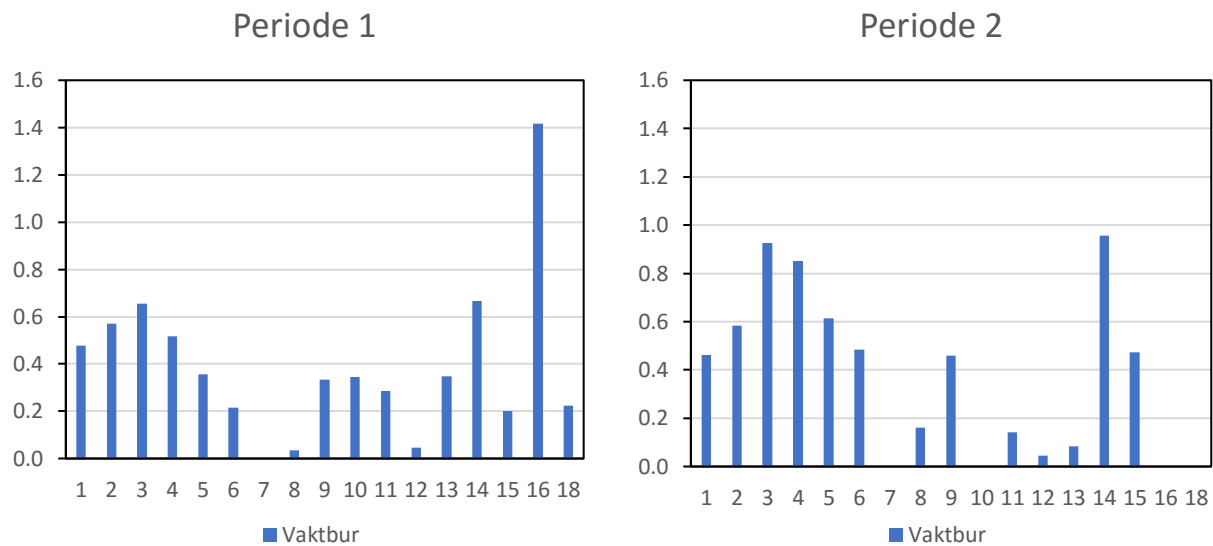
Uke	N	Vekt (snitt, range)	Prevalens [95% KI]	Snitt Int. [95% KI]	% > 0,1 [95% KI]	% > 10 lus [95% KI]	Risiko, % [95% KI]
18	105	21 (10-44)	10 [5-17]	1 [1-1]	0 [0-4]	0 [0-4]	0 [0-0]
19	35	30 (14-76)	3 [0-15]	1 [1-1]	0 [0-10]	0 [0-10]	0 [0-0]
20	49	29 (14-98)	33 [21-47]	3 [2-4]	8 [3-19]	2 [0-11]	3 [1-11]
21	13	44 (21-60)	15 [4-42]	1 [1-1]	0 [0-23]	0 [0-23]	0 [0-0]

Det er i år også gjennomført tilhørighetsanalyser av fisk fanget med trål i Boknafjorden. Foreløpige resultater viser (se eget vedlegg for forklaring til sikkerhet i disse analysene, og hvilke elver som kan gjenfinnes) at av fisken som ble fanget tidlig, og da trålt på nordsiden av Boknafjorden, dominerer fisk fra Suldalslågen. Men det ble også her fanget fisk fra elver på sørsiden. I de foreløpige analysene er 80 postsmolt laks knyttet til elv. Av disse 80 er 28 fra Suldalslågen på nordsiden, 13 fra Espedalselva på sørsiden, 10 fra Figgjo sør for Boknafjorden. Mange elver er representert i mindre antall.

I 2017 ble det for første gang satt ut vaktbur i Ryfylke. Burene var spredt i hele Boknafjorden (figur 2), i periode 1 stod fisken ute de to første ukene i mai, i periode 2 de to siste, dvs. ukene 18-21. Det var lavt antall lus på fisken i nær alle burene i begge periodene (figur 3).



Figur 2. Burdata fra Boknafjorden 2017. Punktene viser burposisjonene, og fargene på punktene i kartet relateres til om snitt antall lus/fisk er under 1 (grønn), mellom 1-10 (gul) eller over 10 (rød).



Figur 3. Snitt antall lus på fisk (abundans) i vaktburene satt i Boknafjorden i 2017. Periode 1 er første halvdel av mai, periode 2 andre halvdel. Vaktbur 10 og 18 ble ikke brukt i periode 2.

Risikoanalysen av tilstanden i Ryfylke fra 2013-2015 viser at det da var relativt lite lus på villfisk og at 2016 indikerte en kraftig økning. Utslippene av klekte nauplier viser at det var noe økning i mai i 2016, men også en ytterligere økning i 2017. At dette ikke gjenspeiles i økt

antall lus på fisken fanget i NALO kan skyldes enten at det er hydrografiske forhold (saltholdighet) som spiller inn, eller at anleggene det er snakk om er annerledes lokalisert. Utslippene av klekte nauplier i Ryfylke i mai har vært økende fra 2012, uten at dette har gitt utslag i tilsvarende mønster på villfisken. Målinger ifm utsett av vaktbur indikerer at det var lav saltholdighet i Boknafjorden i 2017. Det er mulig at dette i liten grad har påvirket utviklingen av lus i anleggene, litt avhengig av dybden på ferskvannslaget og hvor fisken står. Det vil trolig medføre lavere infestasjon på villfisken da denne normalt oppholder seg i de øvre meterne. Vi ser også at stasjonene vi valgte muligens ikke har fanget opp smittepresset.

PO 3 Karmøy til Sotra

Data fra ruse og garnfangst av sjørret viser at det er et høyt smittepress i store deler av produksjonsområdet i begge årene. Undersøkelsen viser at i 2016 var det høy risiko for dødelighet for fisken i den midtre sonen, mens i 2017 hadde fremdeles en stor andel av fisken > 0,1 lus/g fiskevekt og noe lavere i Etne. Tråldataene har ofte vist en betydelig økning i lus på fisken fanget utover sommeren, men antallet lus har da ofte vært lavt. I 2017 hadde en stor andel av fisken over 0,1 lus/g fiskevekt allerede fra de første ukene. Tilhørighetsanalysene 2017 indikerte større påslag på laksesmolt fra elver inne i Hardangerfjorden, men at også de ytre elvene hadde relativt mye lus. Etne regnes til å ha moderat risiko for lakselusrelatert dødelighet. Vi anser derfor at modell og data alle peker på at smittepresset i dette området vil medføre høy risiko for lakselusindusert dødelighet. Vi anser derfor vurderingen av området til å ha liten usikkerhet.

I dette produksjonsområdet ble ett eller begge årene Ålvik, Strandebarm, Rosendal, Etne og Ålfjorden undersøkt i selve Hardangerfjorden, samt Samnangerfjorden øst for Os. I tillegg til ruse-/garnfangst av sjørret ble det også trålt etter utvandrende laksesmolt i ytre deler av Hardangerfjordsystemet, og det ble plassert ut vaktbur i hele fjordsystemet i tre omganger sammenfallende med perioden det ble trålt.

I dette området regner en at 50% av fisken har utvandret i uke 20 (15. mai).

Hardanger har lenge vært ansett som ett av de mest påvirkede områdene, hvor det ofte har vært observert høy risiko for lakselusrelatert dødelighet, spesielt i midtre deler. Etne har ligget lavere, men det skyldes delvis at dette er en beskyttet Nasjonal Laksefjord og/eller at dette området er noe beskyttet fra innadgående strømmen, og normalt øker infestasjonen også der betydelig og til høy risiko for lakselusindusert dødelighet utover sesongen. Når infestasjonen for alvor øker er derfor kritisk når det gjelder effekten på utvandrende postsmolt laks også fra Etne-elven. Det er gjort undersøkelser med akustisk merket smolt satt ut i Etne i to runder i 2014 (Halttunen mfl. aksept.), og de viser at fisken ser ut til å kunne vandre både nord eller ut, men også innover og ut sundene på begge sider av Tysnes. Det ble satt ut kultivert smolt utenfor Etne i 12 mai 2017. Disse ble fanget i trål i ytre deler rundt en uke etterpå (fra 2 til 12 dager).

Tabell 6: 2016. Oversikt over antall sjørret fanget, og lus på denne. Dataene er ikke sortert på liten og stor fisk. Risikoberegningene er basert på fisk < 150 g i periode 1, all fisk i periode 2.

Periode	Stasjon	Uke	N	Vekt (snitt, range)	Prevalens [95% KI]	Snitt Int. [95% KI]	% > 0,1 [95% KI]	Risiko, % [95% KI]
1	Ålvik	23	139	39 (18-505)	48 [40-56]	6 [3-17]	9 [5-14]	4 [2-8]
	Strandebarm	22	58	55 (15-1240)	98 [91-100]	18 [15-24]	90 [79-95]	74 [63-83]
	Rosendal	22	50	30 (17-101)	92 [81-97]	8 [5-21]	72 [58-83]	36 [27-46]
	Etne	22	65	52 (24-115)	74 [62-83]	7 [5-11]	25 [16-36]	13 [7-21]
	Ålfjorden	22	51	128 (19-2500)	98 [90-100]	40 [32-51]	78 [65-88]	76 [63-86]
	Samnanger	23	50	87 (22-672)	100 [93-100]	83 [69-103]	96 [87-99]	98 [84-100]
2	Ålvik	27	22	93 (35-499)	36 [20-57]	2 [1-6]	5 [0-22]	1 [0-3]
	Strandebarm	26-27	36	54 (29-147)	78 [62-88]	5 [4-7]	33 [20-50]	9 [4-18]
	Rosendal	26	21	192 (26-1083)	52 [32-72]	12 [6-29]	14 [5-35]	7 [2-15]
	Etne	26-27	41	159 (38-1274)	88 [74-95]	48 [33-69]	63 [48-76]	54 [40-68]
	Ålfjorden	27	6	156 (42-506)	100 [61-100]	40 [21-59]	67 [30-90]	75 [25-92]
	Samnangerfjord	26-27	42	166 (34-668)	98 [88-100]	22 [17-35]	64 [49-77]	50 [38-62]

Tabell 7: 2017. Oversikt over antall fisk fanget < 150 g og lus på denne, med konfidensintervaller. Alle beregningene er basert på sjørret < 150 g.

Periode	Stasjon	Uke	N	Vekt (snitt, range)	Prevalens [95% KI]	Snitt Int. [95% KI]	% > 0,1 [95% KI]	Risiko, % [95% KI]
1	Ålvik	22	35	58 (25-149)	89 [74-95]	36 [20-65]	60 [44-74]	37 [24-52]
		Strandebarm	21	55 (10-148)	89 [74-95]	38 [25-66]	77 [61-88]	65 [50-78]
			22	45 (11-133)	100 [82-100]	34 [22-59]	94 [73-100]	80 [54-91]
			23	46 (20-90)	100 [57-100]	67 [32-88]	100 [57-100]	100 [100-100]
	Rosendal	20-21	116	33 (9-116)	75 [66-82]	6 [5-8]	36 [28-45]	17 [12-24]
		23-24	25	49 (21-143)	88 [70-96]	29 [19-45]	68 [48-83]	61 [41-77]
	Etne	20	83	56 (25-140)	65 [54-74]	3 [3-6]	7 [3-15]	2 [1-4]
		21	183	51 (19-132)	61 [54-68]	4 [3-6]	15 [10-21]	4 [2-6]
		23	112	48 (25-116)	69 [60-77]	15 [10-23]	34 [26-43]	22 [16-30]
		24	125	46 (27-88)	68 [59-76]	18 [14-24]	42 [34-51]	32 [25-40]
	Samnanger	23	20	54 (31-123)	65 [43-82]	26 [13-52]	50 [30-70]	35 [18-56]

I 2016 ble det i første periode (uke 22-23) funnet at med unntak av i Ålvik hadde over 70% av fisken på stasjonene lus, og intensiteten indikerte at alle stasjonene hadde fra moderat til høy risiko for dødelighet (tabell 6). I 2017 ble undersøkelsen startet litt tidligere. I den første perioden hadde storparten av fisken i de indre deler lus, og i Strandebarm hadde nær 70% av fisken over 0,1 lus/g, mens i Rosendal hadde 36% av fisken over 0,1 lus/g (tabell 7). I de ytre delene hadde 7-15% av fisken over 0,1 lus/g i de første ukene. Det estimeres en høy risiko for lakselusindusert dødelighet i tiden for smoltutvandringen i de indre delene, moderat i midtre og lavere i ytre deler. I Samnanger estimeres det moderat risiko for lakselusrelatert dødelighet.

Trålingen i 2016 etter utvandrende postsmolt av laks i ytre del av Hardangerfjorden i ukene 18–23 viste et jevnt økende påslag gjennom perioden (tabell 8). I uke 20 ble det funnet mer enn 0,1 lus per gram kroppsvekt på mer enn 40 % av den undersøkte fisken. Dette økte til 100 % i uke 23, men samtidig med at fangstene avtok betydelig. Trålingen i 2017 i ukene 19-23 viste ett tilsvarende mønster med økende infestasjon utover mai (tabell 9). Mønsteret i hvor stor andel av fisken som hadde lus er rimelig likt i 2016 og 2017, men intensiteten øker noe tidligere i 2017 enn i 2016.

Tabell 8: Resultater fra postsmolttrålingen i Hardangerfjorden 2016.

Uke	N	Vekt (snitt, range)	Prevalens [95% KI]	Snitt Int. [95% KI]	% > 0,1 [95% KI]	Risiko, % [95% KI]
18	7	25 (16-44)	29 [8-64]	1 [1-1]	0 [0-35]	0
19	134	23 (12-60)	55 [47-63]	3 [2-5]	19 [13-26]	8
20	22	22 (16-30)	64 [43-80]	7 [4-13]	41 [23-61]	26
21	13	37 (18-60)	85 [58-96]	7 [5-8]	69 [42-87]	31
22	10	22 (17-25)	100 [72-100]	19 [7-52]	90 [60-99]	72
23	5	24 (16-37)	100 [57-100]	45 [21-65]	100 [57-100]	100

Tabell 9: Resultater fra postsmolttrålingen i Hardangerfjorden 2017.

Uke	N	Vekt (snitt, range)	Prevalens [95% KI]	Snitt Int. [95% KI]	% > 0,1 [95% KI]	Risiko, % [95% KI]
19	13	24 (14-44)	38 [18-64]	3 [2-6]	15 [4-42]	9 [0-32]
20	189	23 (10-90)	70 [63-76]	8 [7-11]	42 [35-49]	28 [22-34]
21	48	21 (8-46)	73 [59-83]	23 [16-34]	52 [38-66]	51 [36-65]
22	5	37 (20-68)	100 [57-100]	21 [8-35]	60 [23-88]	60 [0-80]

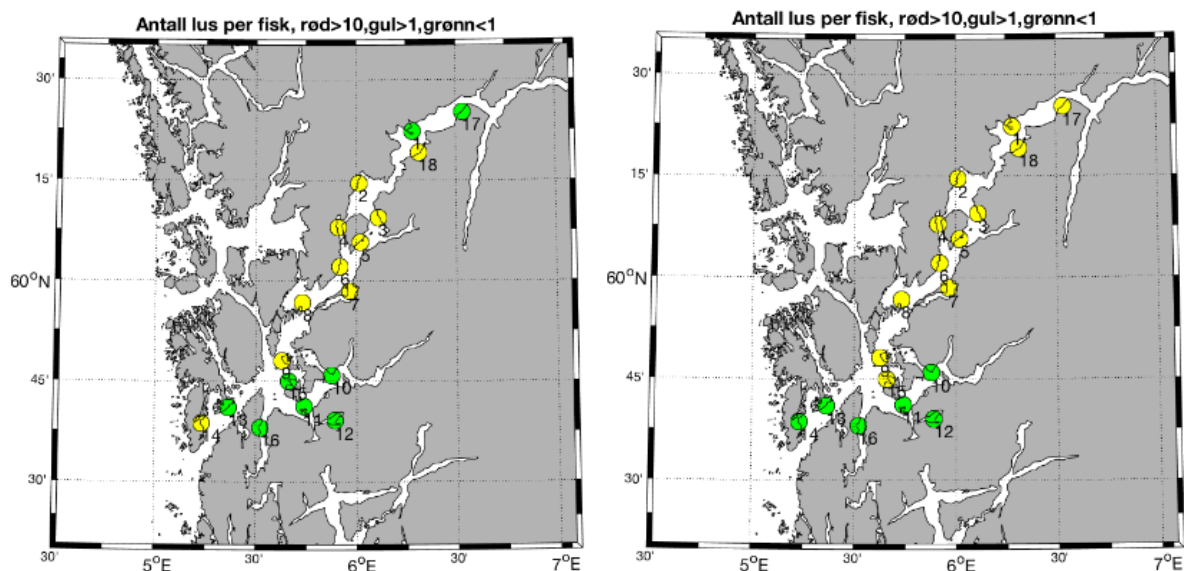
Brukes de preliminnære analysene av tilhørighet til elv for å beregne infestasjon og risiko for lakselusindusert dødelighet, og inkluderer bare fisk med en sannsynlighet > 70%, viser dataene en høyere dødelighet for de innerste elvene enn for Etne, men også at Etne har en moderat risiko for lakselusindusert dødelighet (tabell 10).

I 2016 indikerte resultatene fra vaktburene i Hardangerfjordsystemet fra lavt til moderat smittepress i første periode (uke 19-21). I andre periode (uke 21-23) økte påslaget på vaktburene i midtre og ytre fjordsystem. I 2017 var vaktburene satt ut i 3 perioder, 9-23 mai, 23 mai-6 juni og fra 6 til 21. juni. Burene stod derfor ute sammenfallende med trålingen, og sammenfallende med første periode i NALO undersøkelserne. Vaktburene plassert i Hardangerfjorden viste at i den første perioden var det i snitt relativt mye lus helt fra innenfor Strandebarm til utenfor Rosendal, noe lavere i ytre deler (figur 3). Tilsvarende mønster ble observert i den andre perioden, men utbredelsen av forhøyet smittepress gikk lengre ut, og i den 3 perioden ble det observert noe høyere smittepress også i Stord-Bømloområdet.

Tabell 10. Antall koblet til elv, andel av disse med lus, snitt lus på fisk med lus og beregnet risiko for dødelighet for de enkelte elvene. Fangstukene er sammenslått. Dataene er basert på de preliminnære analysene for tilhørighet til elv. Merk lav N i mange av elvene.

Elv	N	Prevalens	Snitt Int.	Risiko, %
Opo	2	100	7,0	100
Eidfjord	11	100	24,4	80
Steindal	5	100	25,8	100
Æneselva	5	80	25,8	64
Rosendal	2	100	45,0	50
Omvikelva	4	100	10,3	80
Uskedal	18	83	6,3	27
Etne	93	56	4,7	15

Dette mønsteret er noe ulikt det observert i 2016 hvor smittepresset i den første perioden var lavere, og smittepresset var høyere i de ytre delene.



Figur 3. Burdata fra Hardangerfjorden i periode 1 (venstre) og periode 2 (høyre) i 2017. Punktene viser burposisjonene, og fargene på punktene i kartet relateres til om snitt antall lus/fisk er under 1 (grønn), mellom 1-10 (gul) eller over 10 (rød).

PO 4 Nordhordland til Stadt

Infestasjonen på sjørret i Nordhordland både i 2016 og 2017 indikerer høy økt risiko for dødelighet under utvandringen av smolt. Stasjonene er valgt uavhengig av modell. I tillegg

ser en at infestasjonen på ruse og garnfanget sjørret i ytre deler av Sognefjorden samt i Nordfjord medfører en høy risiko for lakselusrelatert dødelighet. Undersøkelsen ble i tid foretatt ukene 22-23. I 2017 ble undersøkelsene fremskyndet noe. Sørbøvika ble valgt på bakgrunn av smittekart, øvrige er faste stasjoner. Både data fra trålingen og vaktburene i Sognefjorden i 2017 indikerer høyt smittepress. Tilhørighetsanalysene indikerer at mye av fisken fanget med mye lus kommer fra elvene i indre deler av fjorden. Området settes derfor til moderat påvirket i 2016 med moderat sikkerhet grunnet at modellene indikerer ett begrenset område med mye lus, men til høy i 2017 og med høyere sikkerhet grunnet gode data fra Sognefjorden. Datagrunnlaget både sør og nord for Sognefjorden er dårligere.

I område 4 er Herdlafjorden og Austefjorden (Herøyosen) undersøkt i Nordhordland, Solund ytterst i Sognefjorden og Maurstadvika i Nordfjord. Det er trålt etter utvandrende postsmolt laks i Sognefjorden, og det er også satt ut vaktbur i Sognefjorden. I dette området regner en at 50% av fisken har utvandret i uke 20 (15. mai).

I 2016 ble det i første periode (uke 22-23) ved Herdlafjorden funnet lus på 96 % av fisken med en intensitet på 64 lus (tabell 11). I samme periode ble det i Herøyosen funnet lus på nesten all fisk (99 %), med en intensitet på 27 lus. Ved Solund ble det i første periode (uke 22-23) funnet lus på 79 % av fisken, og intensitet ble beregnet til 16 lus, mens i Sørbøvågen ble det funnet lus på all fisk, men vanskelige forhold resulterte i lavt antall undersøkte individer. Ved Maurstadvika ble det funnet lus på 99 % av fisken. Intensiteten var 15 lus. Det regnes derfor at i 2016 var det i perioden for smoltutvandring høy risiko for dødelighet på alle de undersøkte stasjonene.

I 2017 ble undersøkelsen foretatt litt tidligere, men situasjonen var omtrent som i 2017, og det ble estimert høy lakselusrelatert risiko for dødelighet på begge stasjonene i Nordhordland og ytterst i Sognefjorden, og moderat i Nordfjord (tabell 12).

Tabell 11: 2016. Oversikt over antall sjørret fanget, og lus på denne. Dataene er ikke sortert på liten og stor fisk. Risikoberegningene er basert på fisk < 150 g i periode 1, all fisk i periode 2.

Periode	Stasjon	Uke	N	Vekt (snitt, range)	Prevalens [95% KI]	Snitt Int. [95% KI]	% > 0,1 [95% KI]	Risiko, % [95% KI]
1	Herdlafjorden	22-23	110	241 (30-1117)	96 [91-99]	64 [55-76]	71 [62-79]	65 [51-77]
	Herøyosen	22-23	83	144 (15-579)	99 [93-100]	27 [22-38]	69 [58-78]	52 [40-63]
	Solund	22	47	210 (23-1003)	79 [65-88]	16 [11-28]	28 [17-42]	32 [17-50]
	Sørbøvågen	23	10	75 (25-305)	100 [72-100]	61 [43-86]	90 [60-99]	100 [100-100]
	Maurstadvika	23	84	110 (14-1320)	99 [94-100]	15 [12-19]	65 [55-75]	38 [28-48]
2	Herdlafjorden	25-26	67	422 (44-2750)	100 [95-100]	68 [55-86]	72 [60-81]	69 [60-76]
	Herøyosen	25	88	238 (29-2400)	100 [96-100]	66 [56-82]	94 [87-98]	87 [82-92]
	Solund	26-28	62	253 (40-1325)	92 [82-97]	27 [20-37]	37 [26-50]	38 [28-49]
	Maurstadvika	27	50	107 (31-546)	80 [67-89]	34 [19-68]	40 [28-54]	28 [18-41]

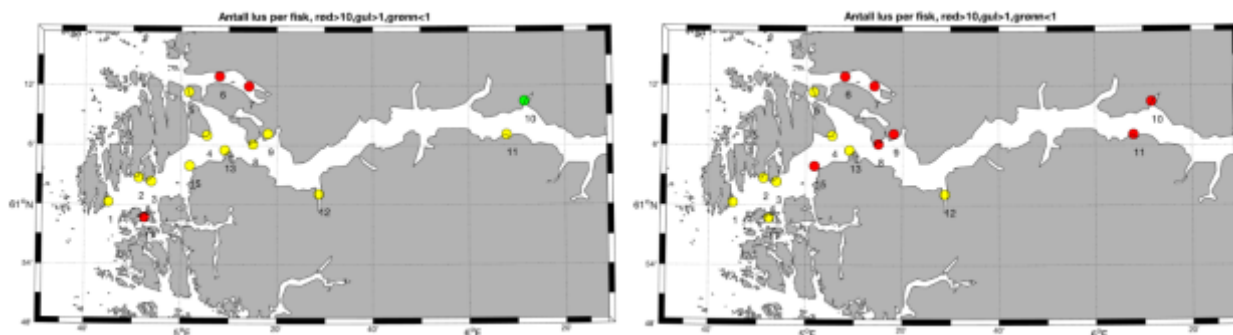
Tabell 12: 2017. Oversikt over antall fisk fanget < 150 g og lus på denne, med konfidensintervaller. Alle beregningene er basert på sjørret < 150 g.

Periode	Stasjon	Uke	N	Vekt	Prevalens	Snitt Int.	% > 0,1	Risiko, %
---------	---------	-----	---	------	-----------	------------	---------	-----------

				(snitt, range)	[95% KI]	[95% KI]	[95% KI]	[95% KI]
1	Herdlafjorden	21	4	90 (56-134)	100 [51-100]	142 [58-194]	100 [51-100]	100 [100-100]
		22	6	108 (34-149)	100 [61-100]	63 [20-166]	83 [44-99]	57 [13-87]
		23	5	102 (48-148)	100 [57-100]	42 [24-56]	100 [57-100]	74 [32-90]
	Herøyosen	21	42	63 (25-147)	93 [81-98]	25 [15-63]	62 [47-75]	43 [31-56]
		22	66	53 (23-145)	100 [94-100]	83 [71-98]	100 [94-100]	94 [87-97]
		23	58	46 (21-143)	100 [94-100]	44 [37-53]	97 [88-99]	92 [83-96]
	Solund	20	21	77 (33-123)	90 [71-97]	34 [19-70]	67 [45-83]	57 [35-76]
		21	6	80 (46-114)	100 [61-100]	23 [11-33]	83 [44-99]	53 [20-78]
		23	6	55 (36-105)	100 [61-100]	33 [14-70]	100 [61-100]	65 [30-87]
		24	10	93 (71-122)	100 [72-100]	59 [32-134]	80 [49-94]	70 [35-85]
	Maurstadvika	21	17	69 (26-137)	88 [66-97]	8 [6-12]	47 [26-69]	18 [8-35]
		24	16	100 (39-146)	88 [64-97]	14 [7-25]	38 [18-61]	24 [9-47]

Modellresultatene indikerer at utbredelsen av området med høyt smittepress omfattet i 2016 spesielt de ytre delene av fjorden, med relativt høyt smittepress flere steder i produksjonsområdet. I 2017 ses en klar økning av lakselus godt innover i Sognefjorden.

Data fra vaktburene i Sognefjorden som stod ute i ukene 19-21 og 21-23 (figur 4) viser relativt høyt smittepress i hele det undersøkte området, med en betydelig økning av lus i andre periode.



Figur 4. Burdata fra Sognefjorden 2017. Venstre figur viser data fra 10-25. mai, høyre fra 25. mai – 9. juni. Punktene viser burposisjonene, og fargene på punktene i kartet relateres til om snitt antall lus/fisk er under 1 (grønn), mellom 1-10 (gul) eller over 10 (rød).

Trålingen etter smolt ble gjort i ukene 19-22, dvs fra 8. mai til 4. juni 2017. Dataene viste at prevalensen økte betydelig i perioden, fra 16 % i uke 19 til 100% i uke 22 (tabell 13), og samtidig økte antall lus på den infesterte fisken fra 1 til 67 lus/fisk. Dette indikerer at risikoen for lakselusrelatert dødelighet var høy (54-100 %) i de to siste ukene. Fangstene var også gode i denne perioden.

Tabell 13: Resultater fra postsmolttrålingen i Sognefjorden 2017.

Uke	N	Vekt (snitt, range)	Prevalens [95% KI]	Snitt Int. [95% KI]	% > 0,1 [95% KI]	Risiko, % [95% KI]
-----	---	------------------------	-----------------------	------------------------	---------------------	-----------------------

19	58	24 (8-86)	17 [10-29]	1 [1-1]	0 [0-6]	0 [0-0]
20	46	23 (12-95)	37 [25-51]	3 [2-5]	13 [6-26]	6 [2-13]
21	27	30 (16-94)	100 [88-100]	16 [12-23]	78 [59-89]	69 [51-83]
22	97	22 (14-46)	100 [96-100]	67 [60-75]	100 [96-100]	100 [100-100]

PO 5 Stadt til Hustadvika

I 2016 viste data fra ruse og garnfangst av sjøørret at i de første ukene (uke 23-25) var infestasjonen på sjøørreten i Storfjorden høy, og vi beregner fra moderat til høy risiko for lakselusrelatert dødelighet i fjorden. Dataene indikerte tilsvarende situasjon i 2017. I Romsdalsfjorden var det tilsvarende en høy økt risiko i Vatnefjorden, moderat i Frænfjorden. Basert på ruse og garnfangst av sjøørret, regner en i 2017 moderat økt risiko i Frænfjorden, liten risiko i Vatnefjorden. Det er benyttet vaktbur i Romsdalsfjorden begge årene. Disse viser lave infestasjoner i 2016, moderat i noen vaktbur på nordsiden i 2017. Vaktburene i Romsdalsfjorden i 2017 indikerte generelt lave infestasjoner. Tråldataene viser lave infestasjoner i ukene 20-21, høy i uke 22, og moderat i uke 23. Produksjonsområdet settes derfor til moderat begge årene, med middels usikkerhet. Sikkerheten begrunnes med gode data og god overenstemmelse mellom data og modell fra Romsdalsfjorden, men dårligere datagrunnlag i Storfjorden hvor det registreres mye lus på rusefanget sjøørret.

I produksjonsområde 5 har vi undersøkt Ørsta, Sykkylven, Sjøholt og Stordalsvika i Storfjorden, samt Vatne- og Frænfjorden i Romsdalsfjorden. Det er trålt etter utvandrende postsmolt laks og satt ut vaktbur i Romsdalsfjorden.

I dette området regner en at 50% av fisken har utvandret i uke 20 (15. mai).

I 2016 viste data at i de første ukene (uke 23-25) hadde en stor andel av fisken i Storfjorden lus, og intensiteten var så høy at en regner fra moderat til høy risiko for lakselusrelatert dødelighet i fjorden. I Romsdalsfjorden var det tilsvarende en høy risiko i Vatnefjorden, moderat i Frænfjorden (tabell 14).

I 2017 ble undersøkelsene foretatt tidligere, men allerede i ukene 21-22 hadde en stor andel av fisken undersøkt i Ørsta (93%) og Sykkylven (55%) lus, og med en relativt høy intensitet (28 og 38 lus/fisk hhv), som medførte at en regner høy lakselusrelatert risiko for dødelighet i Ørsta, moderat i Sykkylven (tabell 15). I Romsdalsfjorden regner en moderat risiko for lakselusindusert dødelighet i Frænfjorden, liten i Vatnefjorden.

Tabell 14: 2016. Oversikt over antall sjørret fanget, og lus på denne. Dataene er ikke sortert på liten og stor fisk. Risikoberegningene er basert på fisk < 150 g i periode 1, all fisk i periode 2.

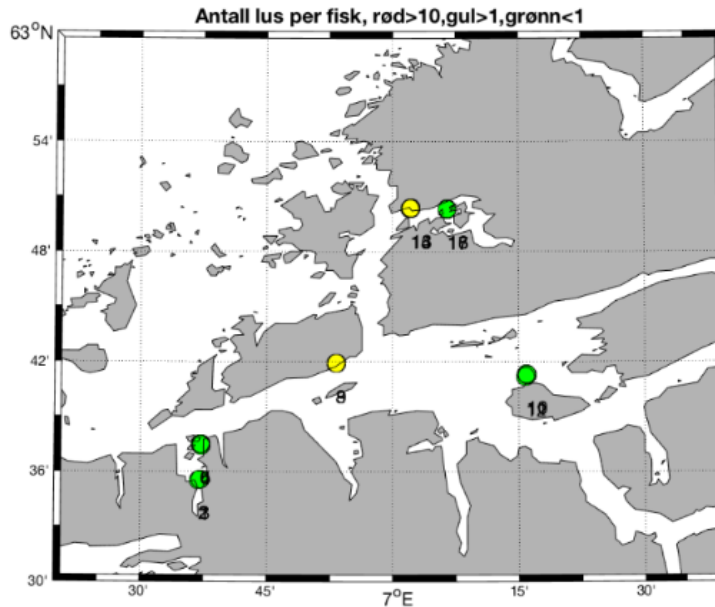
Periode	Stasjon	Uke	N	Vekt (snitt, range)	Prevalens [95% KI]	Snitt Int. [95% KI]	% > 0,1 [95% KI]	Risiko, % [95% KI]
1	Ørsta	24	112	50 (21-422)	98 [94-100]	14 [11-18]	85 [77-90]	50 [43-57]
	Sykkylven	24	97	56 (15-468)	64 [54-73]	7 [5-10]	36 [27-46]	15 [10-21]
	Sjøholt	25	8	256 (28-695)	100 [68-100]	37 [18-61]	62 [31-86]	55 [5-80]
	Stordalsvika	25	21	50 (16-172)	62 [41-79]	17 [9-29]	38 [21-59]	27 [11-48]
	Vatnefjorden	23-24	246	104 (15.5-1552)	85 [80-89]	19 [16-21]	58 [51-64]	35 [30-41]
	Frænfjorden	24	30	92 (31-422)	80 [63-90]	14 [8-27]	37 [22-54]	18 [8-32]
2	Ørsta	27	56	63 (26-458)	100 [94-100]	45 [34-64]	95 [85-98]	76 [66-84]
	Sykkylven	27-28	50	174 (32-2180)	88 [76-94]	32 [19-52]	54 [40-67]	37 [26-50]
	Valldal	28	30	62 (29-550)	3 [0-17]	2 [2-2]	0 [0-11]	0 [0-0]
	Vatnefjorden	27-29	121	130 (31-669)	100 [97-100]	68 [60-76]	92 [85-95]	90 [85-94]
	Frænfjorden	27	57	69 (24-432.5)	100 [94-100]	42 [38-47]	93 [83-97]	93 [86-96]

Tabell 15: 2017. Oversikt over antall fisk fanget < 150 g og lus på denne, med konfidensintervaller. Alle beregningene er basert på sjørret < 150 g.

Periode	Stasjon	Uke	N	Vekt (snitt, range)	Prevalens [95% KI]	Snitt Int. [95% KI]	% > 0,1 [95% KI]	Risiko, % [95% KI]
1	Ørsta	21	80	51 (25-139)	94 [86-97]	22 [16-31]	61 [50-71]	45 [35-55]
		22	47	49 (19-118)	98 [89-100]	69 [50-95]	94 [83-98]	80 [69-89]
		23	58	43 (18-115)	100 [94-100]	96 [71-131]	97 [88-99]	87 [78-94]
	Sykkylven	22	50	48 (32-126)	54 [40-67]	39 [13-126]	28 [17-42]	19 [10-30]
	Voldsfjorden	23	30	51 (35-141)	100 [89-100]	154 [110-216]	100 [89-100]	100 [100-100]
	Vatnefjorden	19	30	44 (13.5-142)	33 [19-51]	2 [1-2]	0 [0-11]	0 [0-0]
		20	51	33 (16-84)	24 [14-37]	2 [1-5]	4 [1-13]	1 [0-2]
		25	71	45 (9-123)	87 [78-93]	34 [28-41]	75 [63-83]	68 [57-78]
		26	10	49 (30-73)	70 [40-89]	13 [4-37]	40 [17-69]	16 [4-44]
	Frænfjorden	21	65	28 (12-88)	74 [62-83]	5 [3-10]	37 [26-49]	16 [10-24]
		22	21	21 (12-30)	67 [45-83]	5 [3-8]	43 [24-63]	24 [11-42]
		24	53	39 (14-145)	100 [93-100]	46 [39-53]	98 [90-100]	97 [87-99]

Undersøkelsene med vaktbur i 2016 i ukene 22-25 indikerte ett generelt lavt smittepress.

Vaktburene stod i 2017 ute ukene 22-24 (31. mai – 13. juni). Disse indikerte da lavt smittepress i storparten av fjorden (figur 5), men noe økt i deler.



Figur 5. Burdata fra Romsdalsfjorden ukene 22-24 2017. Punktene viser burposisjonene, og fargene på punktene i kartet relateres til om snitt antall lus/fisk er under 1 (grønn), mellom 1-10 (gul) eller over 10 (rød).

Trålingen etter smolt ble gjort i ukene 20-23, fra 15. mai til 6. juni 2017. Dataene viste noe økende prevalens og intensitet fra uke 20 til 22 (tabell 16), og fra liten til moderat estimert lakselusrelatert dødelighet, og avtagende intensitet på fisken fanget i den siste uken.

Tabell 16: Resultater fra postsmolttrålingen i Romsdalsfjorden 2017.

Uke	N	Vekt (snitt, range)	Prevalens [95% KI]	Snitt Int. [95% KI]	% > 0,1 [95% KI]	Risiko, % [95% KI]
20	222	15 (6-32)	7 [4-11]	1 [1-1]	0 [0-3]	0 [0-2]
21	97	18 (6-60)	47 [38-57]	3 [2-4]	25 [17-34]	1 [0-6]
22	80	19 (8-38)	85 [76-91]	5 [4-6]	69 [58-78]	12 [7-22]
23	21	17 (12-22)	81 [60-92]	2 [2-3]	43 [24-63]	0 [0-15]

PO 6 Nordmøre og Sør-Trøndelag

I 2016 ble Agdenes og Asserøy undersøkt med ruse og garnfangst av sjørret ukene 22-23, like etter smoltutvandringen. Undersøkelsene indikerte høy økt risiko for dødelighet på Agdenes, liten på Asserøy. I 2017 var infestasjonen på sjørreten på Agdenes lavere de første ukene, men økte etter hvert. Det er også benyttet vaktbur i systemet begge årene. Vaktburene ved Agdenes viste i 2016 noe økt smittepress, mens i 2017 viste de lavt ved Agdenes, men moderat forhøyet ved Hitra. Det er også trålt i Trondheimsfjorden begge årene. Trålingen viste lave infestasjoner begge årene. Området settes derfor til moderat i 2016 og lav til moderat for 2017 basert på overvåkingsdata. Usikkerheten settes til stor.

Dette begrunnes med at smittekartene viste at i 2016 var det et belte med mye lus fra Hitra og nordover hvor laksen høyt sannsynlig ville passert. Vi har ingen observasjoner utenfor dette beltet. I 2017 var smittefeltet lengre sør i systemet, hvor vi ikke har observasjoner.

I produksjonsområde 6 har vi undersøkt Agdenes, Asserøy og Viggja inne i Trondheimsfjorden. Det er trålt etter utvandrende postsmolt laks og satt ut vaktbur i Trondheimsfjorden begge årene.

I dette området regner en at 50% av fisken har utvandret i uke 20 (15. mai).

I 2016 ble Agdenes og Asserøy undersøkt ukene 22-23, like etter smoltutvandringen. Undersøkelsene viste at det var over 90% av fisken hadde lus (tabell 17), men intensiteten på fisken i Agdenes var høyere (23 lus/fisk) enn på Asserøy (19 lus/fisk). Merk at snittvekten til fisken på Asserøy var mye høyere enn fisken fanget på Agdenes. Det ble da estimert høy risiko på Agdenes, liten på Asserøy. I 2017 hadde færre fisk lus på Agdenes (prevalens 56-73%) de to første ukene, og i snitt 2-7 lus/fisk (tabell 18). På Viggja ble det fanget litt lite fisk, men disse hadde ikke lus. Det ble derfor på begge stasjonene beregnet liten lakselusrelatert dødelighet.

Tabell 17: 2016. Oversikt over antall sjørret fanget, og lus på denne. Dataene er ikke sortert på liten og stor fisk. Risikoberegningene er basert på fisk < 150 g i periode 1, all fisk i periode 2.

Periode	Stasjon	Uke	N	Vekt (snitt, range)	Prevalens [95% KI]	Snitt Int. [95% KI]	% > 0,1 [95% KI]	Risiko, % [95% KI]
1	Agdenes	22-23	99	120 (37-723)	99 [94-100]	23 [21-26]	93 [86-97]	42 [37-49]
	Asserøy	23	67	373 (27-907)	91 [82-96]	19 [15-24]	9 [4-18]	5 [0-10]
2	Agdenes	26	51	347 (51-1495)	100 [93-100]	68 [60-78]	80 [68-89]	87 [78-92]
	Asserøy	27	60	305 (44-1540)	100 [94-100]	15 [12-21]	22 [13-34]	23 [16-30]

Tabell 18: 2017. Oversikt over antall fisk fanget < 150 g og lus på denne, med konfidensintervaller. Alle beregningene er basert på sjørret < 150 g.

Periode	Stasjon	Uke	N	Vekt (snitt, range)	Prevalens [95% KI]	Snitt Int. [95% KI]	% > 0,1 [95% KI]	Risiko, % [95% KI]
1	Agdenes	21	8	96 (34-118)	62 [31-86]	1 [1-2]	0 [0-32]	0 [0-0]
		22	21	104 (54-143)	52 [32-72]	2 [1-4]	0 [0-15]	0 [0-0]
		24	7	102 (40-148)	100 [65-100]	49 [13-127]	57 [25-84]	50 [14-79]
		25	11	102 (49-149)	100 [74-100]	41 [27-58]	91 [62-100]	76 [42-93]
	Viggja	22	2	130 (118-141)	0 [0-66]	-	0 [0-66]	0 [0-0]
		23	5	50 (27-70)	0 [0-43]	-	0 [0-43]	0 [0-0]
		24	30	72 (18-134)	7 [2-21]	2 [1-2]	0 [0-11]	0 [0-0]

I 2016 viste vaktburene plassert i Trondheimsfjorden ukene 23-26 lave infestasjoner ved Tarva, Agdenes og i Åsenfjorden, dog noe forhøyet ved Agdenes. I 2017 stod vaktburene i Trondheimsfjorden ute 23. mai – 7 juni, dvs. ukene 21-23. Gjennomgående viste de lave infestasjoner ved Agdenes og Tarva, noe forhøyet på østsiden av Hitra (figur 6).

i 2017 ses som moderat da det ikke er trålt etter fisk, og det er usikkerhet knyttet til utvandringsruten.

I dette området har vi undersøkt stasjoner inne i Namsenfjorden, rundt Vikna, og i Flatanger/Sitter sør for Namsenfjorden. Det er satt ut vaktbur begge årene. Undersøkelsene er i tid lagt noe tidligere i 2017 enn i 2016.

I dette området regner en at 50% av fisken har utvandret i uke 21 (24. mai).

I 2016 hadde 58% av fisken undersøkt inne i den nasjonale laksefjorden i snitt 9 lus, og det regnes liten lakselusrelatert dødelighet (tabell 20). På sør (Flatanger) regnes det moderat risiko for lakselusrelatert dødelighet, mens på begge sider av Vikna regnes risikoen til høy.

I 2017 ser en at storparten av fisken har lus i de første undersøkte ukene (21-22), om med en intensitet i snitt på 17-28 lus/fisk (tabell 21). Det estimeres derfor høy risiko for dødelighet. Risikoen i Namsfjorden er lav også i 2017, og lavere på sørsiden av Vikna enn i 2016, og her estimeres det moderat risiko.

Kartene som viser tetthet av kopepoditter viste at i 2016 var tettheten generelt lav til moderat, men enkelte områder med relativt høy tetthet spesielt ved øyene Gjæslingan sør for Vikna. I 2017 ble det også stort sett observert lav til moderat økt tetthet.

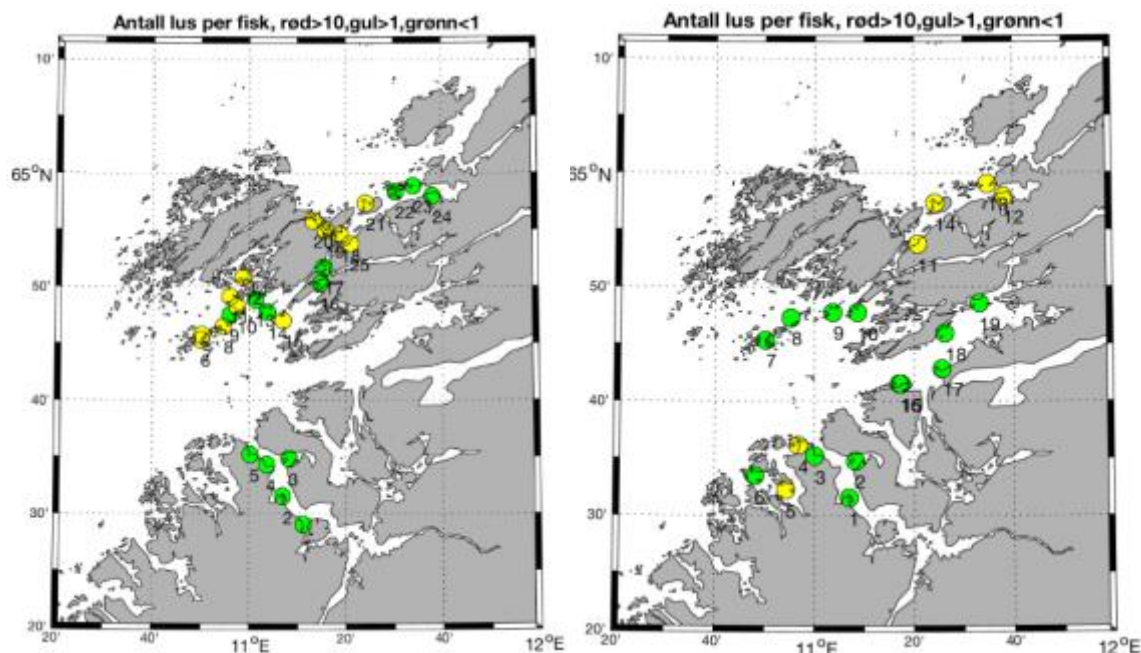
Tabell 20: 2016. Oversikt over antall sjørret fanget, og lus på denne. Dataene er ikke sortert på liten og stor fisk. Risikoberegningene er basert på fisk < 150 g i periode 1, all fisk i periode 2.

Periode	Stasjon	Uke	N	Vekt (snitt, range)	Prevalens [95% KI]	Snitt Int. [95% KI]	% > 0,1 [95% KI]	Risiko, % [95% KI]
1	Namsenfjorden	24-26	45	191 (14-1194)	58 [43-71]	9 [4-22]	2 [0-12]	4 [0-12]
	Flatanger	24	49	320 (34-945)	100 [93-100]	25 [19-34]	31 [20-45]	14 [8-29]
	Vikna Sør	25	55	316 (21-1435)	98 [90-100]	34 [27-43]	45 [33-58]	78 [39-89]
	Vikna Nord	25	52	344 (23-2290)	100 [93-100]	66 [54-101]	81 [68-89]	85 [70-94]
2	Namsenfjorden	28	51	144 (31-585)	100 [93-100]	75 [63-88]	94 [84-98]	90 [82-95]
	Flatanger	28	52	266 (24-1080)	98 [90-100]	67 [60-76]	87 [75-93]	89 [80-94]
	Vikna Sør	29	48	403 (95-1099)	100 [93-100]	35 [27-46]	44 [31-58]	48 [37-60]
	Vikna Nord	29-30	29	500 (42-1555)	100 [88-100]	161 [114-314]	93 [78-98]	88 [76-94]

Tabell 21: 2017. Oversikt over antall fisk fanget < 150 g og lus på denne, med konfidensintervaller. Alle beregningene er basert på sjørret < 150 g.

Periode	Stasjon	Uke	N	Vekt (snitt, range)	Prevalens [95% KI]	Snitt Int. [95% KI]	% > 0,1 [95% KI]	Risiko, % [95% KI]
1	Sitter	21	24	45 (17-138)	96 [80-100]	9 [6-15]	71 [51-85]	37 [23-53]
		22	11	40 (21-99)	100 [74-100]	7 [5-12]	91 [62-100]	34 [21-53]
		24	29	49 (19-139)	97 [83-100]	13 [10-18]	79 [62-90]	50 [36-65]
	Vikna sør	23	4	105 (87-134)	25 [1-70]	6 [6-6]	0 [0-49]	0 [0-0]
	Ytre Namsfjorden	23	32	53 (17-113)	6 [2-20]	1 [1-1]	0 [0-11]	0 [0-0]

Vaktburene var i 2017 plassert fra sør for Namsenfjorden til nord for Vikna i ukene 20. mai – 7. juni (ukene 21-23). Disse dataene indikerer relativt lavt smittepress på sørsiden av Namsenfjorden, og høyere på sørsiden av Vikna (figur 7).



Figur 7. Burdata fra Namsen/Vikna 2016 (venstre) og 2017 (høyre). Punktene viser burposisjonene, og fargene på punktene i kartet relateres til om snitt antall lus/fisk er under 1 (grønn), mellom 1-10 (gul) eller over 10 (rød).

PO 8 Helgeland til Bodø

Både i 2016 og 2017 viste stasjonene undersøkt lavt eller moderat infestasjon på sjørret. Smittekartene støtter at det ikke er større området med høyere tetthet av lakselus i området, selv om det er større deler med forhøyet smittepress i 2017. Området settes derfor til grønt begge årene, med moderat sikkerhet grunnet begrenset data.

I dette området har vi undersøkt Leirfjorden, Skjærstadvfjorden og Glomfjord (Ørnes) med ruse og garn. Det er ikke benyttet vaktbur eller trålt etter utvandrende laksesmolt.

I dette området regner en at 50% av fisken har utvandret i uke 24 (14. juni).

I 2016 viste dataene at 46% av fisken i Leirfjorden undersøkt i uke 24 hadde i snitt 22 lus/fisk (tabell 22). Mens i Skjærstadvfjorden hadde 59% av fisken i snitt 3 lus/fisk. Det regnes derfor hhv moderat og liten lakselusrelatert risiko for dødelighet.

I 2017 ble det regnet liten lakselusrelatert risiko for dødelighet på fisken fanget både i Leirfjord, Glomfjord (Ørnes) og Gildeskål (tabell 22).

Tabell 22: 2016. Oversikt over antall sjørret fanget, og lus på denne. Dataene er ikke sortert på liten og stor fisk. Risikoberegningene er basert på fisk < 150 g i periode 1, all fisk i periode 2.

Periode	Stasjon	Uke	N	Vekt (snitt, range)	Prevalens [95% KI]	Snitt Int. [95% KI]	% > 0,1 [95% KI]	Risiko, % [95% KI]
1	Leirfjord	24	56	182 (32-1529)	46 [34-59]	22 [12-44]	11 [5-21]	12 [3-24]
	Skjærstadjorden	25	17	452 (58-2160)	59 [36-78]	3 [2-5]	0 [0-18]	0 [0-0]
2	Leirfjord	28	50	246 (37-1029)	100 [93-100]	50 [40-63]	78 [65-87]	79 [68-86]
	Skjærstadjorden	28-29	24	144 (31-1151)	88 [69-96]	14 [8-27]	38 [21-57]	16 [8-32]

Tabell 23: 2017. Oversikt over antall fisk fanget < 150 g og lus på denne, med konfidensintervaller. Alle beregningene er basert på sjørret < 150 g.

Periode	Stasjon	Uke	N	Vekt (snitt, range)	Prevalens [95% KI]	Snitt Int. [95% KI]	% > 0,1 [95% KI]	Risiko, % [95% KI]
2	Leirfjord	23	45	42 (20-68)	0 [0-8]	NA	0 [0-8]	0 [0-0]
		24	71	38 (15-98)	1 [0-8]	1 [1-1]	0 [0-5]	0 [0-0]
	Ørnes	23	26	44 (18-110)	65 [46-81]	3 [2-4]	12 [4-29]	2 [0-5]
	Gildeskål	25	18	54 (25-78)	17 [6-39]	3 [1-4]	0 [0-18]	0 [0-0]

PO 9 Vestfjorden og Vesterålen

Infestasjonen på sjørret i 2016 visste lave verdier i 2016, og stort sett lave infestasjoner også i 2017. Unntaket er Øksfjord hvor infestasjonen var høy. Smittekartene for begge årene støtter observasjonene, og indikerer med unntak av Sørfjorden ikke større området med høyt smittepress. Området settes derfor til grønt begge årene, og med moderat sikkerhet grunnet begrenset data.

I dette området har vi undersøkt stasjoner i Steigen (Nordfold) og Vesterålen (Bogen, Vik, Eidsfjord og Øksfjord) med ruse og garn. Det er ikke benyttet vaktbur eller trålt etter utvandrende laksesmolt.

I dette området regner en at 50% av fisken har utvandret i uke 24 (14. juni).

I 2016 viste fangstene av sjørret og sjørøye i ukene 25-26 liten risiko for lakselusrelatert dødelighet alle stasjonene undersøkt (tabell 24).

I 2017 viste undersøkelsen ukene 24 og 25 liten risiko for lakselusrelatert dødelighet i Nordfold, samt Eidsfjord og Bogen i Vesterålen, men høy økt risiko i Øksfjord på Hinnøya (tabell 25).

Tabell 24: 2016. Oversikt over antall sjørret fanget, og lus på denne. Dataene er ikke sortert på liten og stor fisk. Risikoberegningene er basert på fisk < 150 g i periode 1, all fisk i periode 2.

Periode	Stasjon	Uke	N	Vekt (snitt, range)	Prevalens [95% KI]	Snitt Int. [95% KI]	% > 0,1 [95% KI]	Risiko, % [95% KI]
1	Steigen	26	43	85 (30-1340)	63 [48-76]	3 [2-5]	12 [5-24]	4 [1-9]
	Bogen	25-26	36	115 (40-440)	97 [86-100]	5 [4-7]	8 [3-22]	2 [0-4]
	Vik i Vesterålen	25	53	344 (28-759)	87 [75-93]	4 [3-5]	0 [0-7]	0 [0-0]
2	Steigen	29	41	201 (45-1243)	90 [77-96]	35 [25-54]	68 [53-80]	55 [42-68]
	Bogen	30	23	210 (52-1681)	91 [73-98]	17 [11-25]	43 [26-63]	29 [16-47]
	Vik i Vesterålen	29-30	50	263 (48-1290)	100 [93-100]	23 [20-26]	64 [50-76]	51 [41-61]

Tabell 25: 2017. Oversikt over antall fisk fanget < 150 g og lus på denne, med konfidensintervaller. Alle beregningene er basert på sjørret < 150 g.

Periode	Stasjon	Uke	N	Vekt (snitt, range)	Prevalens [95% KI]	Snitt Int. [95% KI]	% > 0,1 [95% KI]	Risiko, % [95% KI]
1	Steigen	24	32	82 (28-555)	34 [20-52]	6 [1-23]	3 [0-16]	6
		25	56	83 (36-808)	41 [29-54]	6 [4-9]	5 [2-15]	3
		26	52	196 (32-2333)	85 [72-92]	24 [19-33]	62 [48-74]	44
	Lakså	24	21	61 (34-140)	33 [17-55]	7 [3-10]	14 [5-35]	4
	Bogen	24-25	13	114 (38-576)	38 [18-64]	11 [1-28]	0 [0-23]	4
	Eidsfjorden	24	47	112 (31-1110)	55 [41-69]	2 [2-3]	6 [2-17]	1
	Øksfjord	25	39	111 (38-1103)	97 [87-100]	40 [31-52]	82 [67-91]	71

P10 Andøya til Senja

I 2016 viste undersøkelsene i ukene 26-27 at det var moderat økt risiko for lakselusrelatert dødelighet i Ervika ved Harstad, nord for dette lav. I 2017 var det noe mer lus i Gullesfjord samt i Sørreisa. Modellene indikerer at i 2016 var det en del lus på innsiden av Senja, i 2017 var det noe forøket tetthet i sørlige deler av produksjonsområdet. Området settes derfor til moderat i 2016 og grønn i 2017 da modell og data indikerer relativt lave infestasjoner. Sikkerheten anses som middels da det er begrenset data.

I dette området har vi undersøkt stasjoner i Ervika ved Harstad, Løksebotn/Salangen, Laksefjord og Sørreisa ved Senja og Malangen med ruse og garn. Det er ikke benyttet vaktbur eller trålt etter utvandrende laksesmolt.

I dette området regner en at 50% av fisken har utvandret i uke 25 (21. juni).

I 2016 viste undersøkelsene i ukene 26-27 at det var moderat økt risiko for lakselusrelatert dødelighet i Ervika ved Hadsel, liten i Løksebotn i Salangen, Laksefjord ved Senja og i Malangen (tabell 26).

I 2017 var risikoen for lakselusrelatert dødelighet moderat i Sørreisa, liten i Gullesfjord og Salangen (tabell 27). Det skal bemerkes at undersøkelsen i uke 26 i Gullesfjord var lengre inne enn i ukene 27-28. Siden denne fjorden var brakklagt i perioden, ser en ikke bort ifra at det var forhøyet smittepress også i uke 26 i ytre deler av denne fjorden.

Tabell 26: 2016. Oversikt over antall sjørørret fanget, og lus på denne. Dataene er ikke sortert på liten og stor fisk. Risikoberegningene er basert på fisk < 150 g i periode 1, all fisk i periode 2.

Periode	Stasjon	Uke	N	Vekt (snitt, range)	Prevalens [95% KI]	Snitt Int. [95% KI]	% > 0,1 [95% KI]	Risiko, % [95% KI]
1	Ervika	26	25	223 (30-858)	72 [52-86]	17 [11-24]	21 [9-40]	23 [7-46]
	Løksebotn	27	48	76 (20-1007)	52 [38-66]	5 [3-8]	6 [2-17]	4 [0-12]
	Laksfjorden	26	65	196 (36-1530)	38 [28-51]	4 [3-8]	0 [0-6]	0 [0-0]
	Malangen	27	51	194 (31-1000)	2 [0-10]	1 [1-1]	0 [0-7]	0 [0-0]
2	Ervika	30	30	101 (39-482)	97 [83-100]	51 [43-63]	93 [79-98]	87 [74-95]
	Løksebotn	32	52	165 (35-748)	92 [82-97]	30 [24-42]	65 [52-77]	46 [35-57]
	Laksfjorden	31	41	195 (35-1192)	98 [87-100]	24 [17-35]	46 [32-61]	43 [31-56]
	Malangen	31	62	232 (30-847)	16 [9-27]	8 [2-29]	2 [0-9]	2 [0-5]

Tabell 27: 2017. Oversikt over antall fisk fanget < 150 g og lus på denne, med konfidensintervaller. Alle beregningene er basert på sjørørret < 150 g.

Periode	Stasjon	Uke	N	Vekt (snitt, range)	Prevalens [95% KI]	Snitt Int. [95% KI]	% > 0,1 [95% KI]	Risiko, % [95% KI]
1	Sørreisa	27	28	269 (28-2663)	89 [73-96]	16 [10-25]	36 [21-54]	24
		28	48	191 (13-2895)	81 [68-90]	8 [5-14]	21 [12-35]	6
		29	60	256 (11-2062)	90 [80-95]	12 [9-15]	32 [21-44]	16
	Gullesfjord	26	52	176 (22-1585)	65 [52-77]	13 [7-26]	6 [2-16]	8
		27-28	64	165 (27-1209)	94 [85-98]	23 [19-29]	72 [60-81]	51
	Salangen	29	81	147 (30-1033)	60 [50-70]	7 [4-10]	6 [3-14]	6

PO 11 Kvaløya til Loppa

Alle stasjonene undersøkt med garn og rusefiske indikerte lave infestasjoner i den første undersøkelsen ukene 27-28 i 2016, og ukene 27-29 i 2017. Modell indikerer ikke større områder med forhøyet smittepress noen av årene, og området settes derfor til grønt begge årene, med moderat sikkerhet grunnet begrenset data.

I dette området har vi undersøkt stasjoner i Balsfjord, Ullsfjord og Reisafjord/Oksfjordhamn og Kåfjord med ruse og garn. Det er ikke benyttet vaktbur eller trålt etter utvandrende laksesmolt.

I dette området regner en at 50% av fisken har utvandret i uke 25 (21. juni).

I 2016 var prevalensen på alle stasjonene i den første perioden mellom 46 og 78%, med en intensitet fra 2-6 lus/fisk (tabell 28). Dette ga liten lakselusrelatert dødelighet på alle stasjonene.

I 2017 var prevalensen i ukene 27-28 mellom 10 og 50%, med en intensitet fra 1-4 lus/fisk (tabell 29). Det ble regnet liten lakselusrelatert dødelighet på alle stasjonene.

Tabell 28: 2016. Oversikt over antall sjørret fanget, og lus på denne. Dataene er ikke sortert på liten og stor fisk. Risikoberegningene er basert på fisk < 150 g i periode 1, all fisk i periode 2.

Periode	Stasjon	Uke	N	Vekt (snitt, range)	Prevalens [95% KI]	Snitt Int. [95% KI]	% > 0,1 [95% KI]	Risiko, % [95% KI]
1	Balsfjorden	27	13	396 (41-1459)	69 [42-87]	2 [1-3]	8 [0-33]	3 [0-9]
	Ullsfjorden	28	50	246 (35-1525)	78 [65-87]	6 [5-7]	14 [7-26]	5 [2-10]
	Reisafjorden	27-28	46	228 (33-1749)	46 [32-60]	4 [2-6]	2 [0-11]	1 [0-2]
2	Ullsfjorden	32	24	108 (54-299)	79 [60-91]	43 [31-58]	67 [47-82]	58 [39-74]
	Reisafjorden	31	42	95 (42-728)	93 [81-98]	39 [30-49]	81 [67-90]	71 [57-82]

Tabell 29: 2017. Oversikt over antall fisk fanget < 150 g og lus på denne, med konfidensintervaller. Alle beregningene er basert på sjørret < 150 g.

Periode	Stasjon	Uke	N	Vekt (snitt, range)	Prevalens [95% KI]	Snitt Int. [95% KI]	% > 0,1 [95% KI]	Risiko, % [95% KI]
1	Kåfjord	27	39	114 (28-1189)	21 [11-36]	2 [1-2]	0 [0-9]	0
		28	18	278 (44-1634)	39 [20-61]	1 [1-2]	0 [0-18]	0
		29	29	775 (36-2500)	41 [26-59]	2 [1-2]	0 [0-12]	0
	Malangen	27	48	219 (37-1273)	10 [5-22]	1 [1-1]	0 [0-7]	0
	Nordreisa	28	36	348 (35-1522)	50 [34-66]	4 [2-11]	0 [0-10]	1

PO 12 Vest Finnmark

Undersøkelsene rett i etterkant av forventet smoltutvandring viser lav infestasjon på sjørreten/sjørøyen i Altafjorden begge årene. Modell indikerer ett område med noe forhøyet smittepress i 2016, men ikke i 2017. Vaktburene som stod ute i 2017 indikerer lavt smittepress, og det ble funnet lite lus på den trålte smolten (merk at antallet fanget var lavt). Området settes derfor til grønt begge årene, og med god sikkerhet grunnet gode data.

I dette området har vi undersøkt stasjoner i Altafjorden (Talvik, Skillefjord, Korsfjord), Kåfjord og Lafjord med ruse og garn. Det ble trålt etter utvandrende laksesmolt i Altafjorden ukene 25-29 (20. mai- 13. juni), og satt ut vaktbur i to runder ukene 25-26 (20. juni – 2. juli) og 27-28 (2-15. juli).

I dette området regner en at 50% av fisken har utvandret i uke 26 (28. juni).

I 2016 var prevalens på fisken undersøkt i den første perioden i Altafjorden 48-49 %, med en intensitet på 5-7 lus/fisk (tabell 30). Det regnes derfor liten lakselusrelatert dødelighet.

I 2017 var prevalens på stasjonene Talvik og Skillefjord undersøkt under smoltutvandringen ukene 26-28 fra 0-17 %, med en intensitet på 1 lus/fisk, og det regnes derfor liten lakselusrelatert dødelighet (tabell 31).

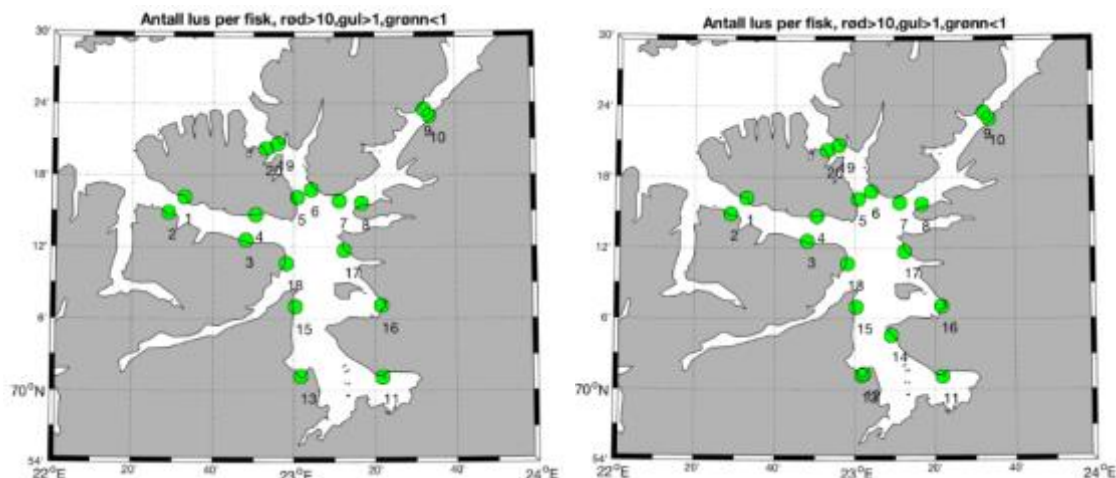
Tabell 30: 2016. Oversikt over antall sjørret fanget, og lus på denne. Dataene er ikke sortert på liten og stor fisk. Risikoberegningene er basert på fisk < 150 g i periode 1, all fisk i periode 2.

Periode	Stasjon	Uke	N	Vekt (snitt, range)	Prevalens [95% KI]	Snitt Int. [95% KI]	% > 0,1 [95% KI]	Risiko, % [95% KI]
1	Talvik	27-28	55	108 (31-1094)	49 [36-62]	5 [3-7]	16 [9-28]	4 [2-8]
	Skillefjord	27-28	23	436 (43-1075)	48 [29-67]	7 [5-11]	0 [0-14]	0 [0-0]
2	Talvik	31-32	45	195 (47-1000)	69 [54-80]	9 [6-12]	11 [5-23]	14 [8-22]
	Skillefjord	31-32	40	263 (41-1052)	92 [80-97]	21 [17-28]	45 [31-60]	44 [32-55]
	Reppafjord	32	24	265 (96-1320)	46 [28-65]	9 [4-15]	8 [2-26]	11 [4-24]

Tabell 31: 2017. Oversikt over antall fisk fanget < 150 g og lus på denne, med konfidensintervaller. Alle beregningene er basert på sjørret < 150 g.

Periode	Stasjon	Uke	N	Vekt (snitt, range)	Prevalens [95% KI]	Snitt Int. [95% KI]	% > 0,1 [95% KI]	Risiko, % [95% KI]
1	Talvik	26	94	92 (14-929)	0 [0-4]	-	0 [0-4]	0
		27	78	118 (14-2418)	9 [4-17]	1 [1-1]	0 [0-5]	0
		28	14	58 (21-257)	14 [4-40]	1 [1-1]	0 [0-22]	0
		29	71	173 (17-2039)	31 [21-42]	4 [3-6]	3 [1-10]	0
		30	41	311 (26-2041)	73 [58-84]	11 [7-22]	10 [4-23]	10
	Skillefjord	27	70	161 (29-966)	17 [10-28]	1 [1-2]	0 [0-5]	0
		29-30	68	360 (37-1950)	82 [72-90]	13 [9-19]	16 [9-27]	12
	Korsfjord	27	2	672 (112-1231)	50 [3-97]	1 [1-1]	0 [0-66]	-
	Kåfjord	29	2	260 (250-270)	50 [3-97]	1 [1-1]	0 [0-66]	-
	Lafjord	29-30	18	232 (70-785)	6 [0-26]	8 [8-8]	0 [0-18]	0
	Vesterpollen	30	1	47 (47-47)	0 [0-95]	-	0 [0-95]	-

Vaktburene som ble satt ut i to omganger samtidig som det ble trålet etter utvandrende postsmolt laks i Altafjorden viser lavt smittepress i alle burene i begge periodene (figur 8).



Figur 8. Burdata fra Altafjorden ukene 25-26 (venstre) og 27-28 (høyre) 2017. Punktene viser burposisjonene, og fargene på punktene i kartet relateres til om snitt antall lus/fisk er under 1 (grønn), mellom 1-10 (gul) eller over 10 (rød).

Tabell 32: Resultater fra postsmolttrålingen i Altafjorden 2017.

Uke	N	Vekt (snitt, range)	Prevalens [95% KI]	Snitt Int. [95% KI]	% > 0,1 [95% KI]	Risiko, % [95% KI]
26	8	20 (17-23)	0 [0-32]	NA	0 [0-32]	0 [0-0]
27	57	25 (14-56)	4 [1-12]	1 [1-1]	0 [0-6]	0 [0-0]
28	0					
29	8	24 (18-38)	0 [0-32]	NA	0 [0-32]	0 [0-0]

PO 13 – Øst Finnmark

I dette området har vi undersøkt stasjoner i Tanafjorden og Varangerfjorden med ruse og garn. Det er ikke benyttet vaktbur eller trålt etter utvandrende laksesmolt. Undersøkelsen på sjørret/sjørøye indikerer lite smittepress i 2016, men til dels moderat i 2017 i uke 28, deretter lavt. Området settes derfor til grønt begge årene, og med god sikkerhet grunnet lavt oppdrettsaktivitet.

I dette området har vi undersøkt stasjoner i Tanafjorden og Varangerfjorden med ruse og garn. Det er ikke benyttet vaktbur eller trålt etter utvandrende laksesmolt. I dette området regner en at 50% av fisken har utvandret i uke 26 (28. juni).

I Øst-Finnmark ble det i 2016 undersøkt i ukene 27-28 (3-16 juli), rett etter forventet smoltutvandring (ukene 26-27, 26. juni – 9. juli) Tana- og Varangerfjorden (tabell 33). Prevalens

i Tanafjorden var 58 %, med en intensitet på to lus. I Varangerbotn økte prevalensen til 87 % og intensitet var fire lus. Det regnes liten lakselusrelatert dødelighet på begge stasjonene.

I 2017 ble de samme stasjonene undersøkt, og under smoltutvandringen hadde 70-71 % av fisken i Varangerbotn lus, med en intensitet på 11-15 lus/fisk (tabell 34). I Tanafjorden ble det ikke funnet fisk med lus. Det regnes derfor moderat lakselusrelatert dødelighet i Varangerbotn, liten i Tanafjorden.

Tabell 33: 2016. Oversikt over antall sjørret fanget, og lus på denne. Dataene er ikke sortert på liten og stor fisk. Risikoberegningene er basert på fisk < 150 g i periode 1, all fisk i periode 2.

Periode	Stasjon	Uke	N	Vekt (snitt, range)	Prevalens [95% KI]	Snitt Int. [95% KI]	% > 0,1 [95% KI]	Risiko, % [95% KI]
1	Tana	27-28	74	261 (83-1476)	54 [43-65]	2 [2-3]	0 [0-5]	0 [0-0]
	Varangerbotn	27	57	244 (80-859)	51 [38-63]	2 [1-6]	0 [0-6]	0 [0-0]
2	Tana	31	62	321 (93-795)	58 [46-70]	2 [2-3]	0 [0-6]	0 [0-1]
	Varangerbotn	31	46	444 (68-1449)	87 [74-94]	4 [4-5]	0 [0-8]	2 [0-3]

Tabell 34: 2017. Oversikt over antall fisk fanget < 150 g og lus på denne, med konfidensintervaller. Alle beregningene er basert på sjørret < 150 g.

Periode	Stasjon	Uke	N	Vekt (snitt, range)	Prevalens [95% KI]	Snitt Int. [95% KI]	% > 0,1 [95% KI]	Risiko, % [95% KI]
1	Varangerbotn	28	23	195 (38-1024)	70 [49-84]	11 [7-16]	17 [7-37]	13
		29	7	206 (52-448)	71 [36-92]	15 [6-25]	29 [8-64]	20
		30	20	137 (44-1120)	45 [26-66]	2 [1-2]	0 [0-16]	0
	Syltefjorden	29-30	3	818 (170-1368)	0 [0-56]	-	0 [0-56]	-
	Tanafjorden	29	53	149 (28-474)	0 [0-7]	-	0 [0-7]	0

Referanser

- Efron, B. & Tibshirani, R. (1993). An introduction to the bootstrap: Chapman & Hall, London.
- Nilsen, R., Serra-Llinares, R. M., Elvik, K. M. S., Kvamme, B. O., Karlsen, Ø., Finstad, B. & Lehmann, G. B. 2017b. Lakselusinfestasjon på vill laksefisk vår og sommer 2017 – Fremdriftsrapport til Mattilsynet september 2017. Rapport fra Havforskningen, xx-2017.
- Nilsen, R., Serra-Llinares, R. M., Sandvik, A. D., Elvik, K. M. S., Asplin, L., Bjørn, P. A., Johnsen, I. A., Karlsen, Ø., Finstad, B., Berg, M., Uglem, I., Vollset, K. W. & Lehmann, G. B. 2017a. Lakselusinfestasjon på vill laksefisk langs norskekysten i 2016. Med vekt på modellbasert varslings og tilstandsbekreftelse. Rapport fra Havforskningen, Nr. 1-2017.
- 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 villlevende laksefiskbestander I Fisken og Havet 13-2012.

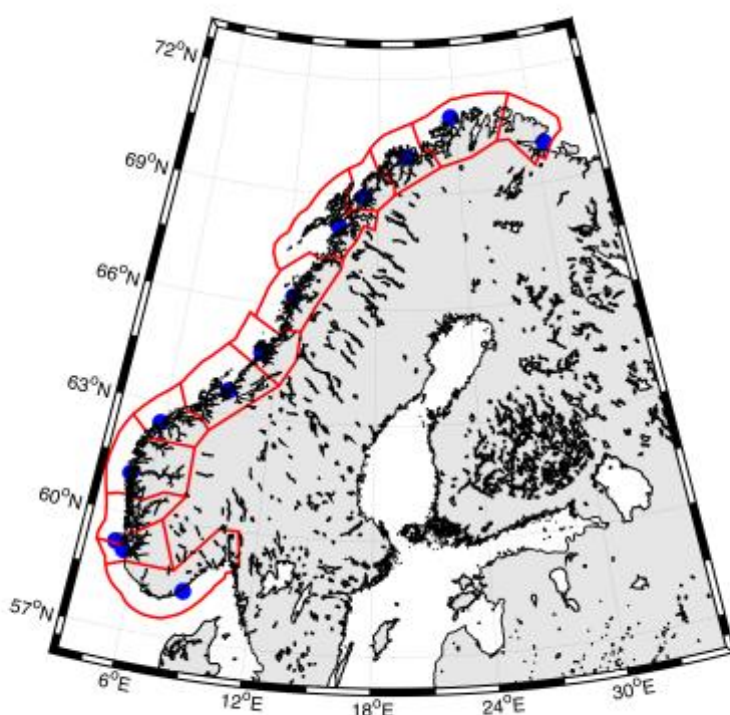
Fysisk oseanografiske forhold i produksjonsområdene for akvakultur - oppdatering august 2017

Jon Albretsen og Lars Asplin, Havforskningsinstituttet.

Dette er en oppdatering av tilsvarende notat til Ekspertgruppen for vurdering av villfiskens regionsvise bærekraft i forhold til lakselus. Detaljer er beskrevet i dette notatet.

I forhold til det fysiske miljøet vil vi fokusere på vanntemperatur og ferskvannsavrenning. Det første påvirker lakselusas vekst og utviklingshastighet, mens det andre indikerer i hvilken grad villfisk beskyttes gjennom et utviklet brakkvannslag.

Tidsserier for vanntemperatur er hentet fra en posisjon for hvert produksjonsområde (markert med blå prikk i Figur 1).



Figur 1. Kart over produksjonsområdene (inndelt med røde linjer) der miljøinformasjon er hentet ut. De blå punktene angir posisjonen hvor temperatur er hentet ut, mens ferskvannsavrenning fra elver er summert opp innen produksjonsområdene for å antyde en utbredelse av overflatelaget i fjordområdene.

Aktuell miljøtilstand fra de numeriske modellsimuleringene med NorKyst800 (Albretsen m.fl., 2011) for hvert produksjonsområde er plottet for tidsperioden

januar 2000 til juli 2017 (figurene presenteres produksjonsområdevis bakerst i dokumentet). Tidsserier for gjennomsnittstemperatur for de øvre 5 m er vist og vil være representativ for variasjoner fra måned til måned for hele området (Asplin m.fl. 2014). Temperaturavviket for de øvre 5m måned for måned i forhold til en referanseperiode mellom 2005 og 2014 er også vist for å illustrere om forholdene har hatt kaldere eller varmere vann.

Innenfor hvert produksjonsområde er også ferskvannsavrenning fra alle hovedelver summert opp hver måned fra og med januar 2015 (kilde: NVE). Månedsverdiene er deretter relatert til gjennomsnittlig for tilsvarende måned for perioden 1981-2010. Fortegnet på anomaliene vil kunne indikere om fjordsystemene innenfor produksjonsområdene har vært eksponert for mye (positivt) eller lite (negativt) elveavrenning.

En sentral parameter er den såkalte vinter-indeksen av North Atlantic Oscillation (NAO) definert av Hurrell (<https://climatedataguide.ucar.edu>). Dette er et mål på styrken av vestlig vind inn mot Norge og dermed hvor mye fuktig og varm luft som kommer. Det er typisk slik at en høy NAO-indeks gir relativt varmt vann om vinteren og økt avrenning/sterkere brakkvannslag, og motsatt for en lav NAO-indeks. Forøvrig, som for alle indekser, kan det finnes unntak.

Tabell 1. *NAO-vinterindeks for de siste 18 årene.*

År	NAO-indeks
2000	2,80
2001	-1,90
2002	0,76
2003	0,20
2004	-0,07
2005	0,12
2006	-1,09
2007	2,79
2008	2,10
2009	-0,41
2010	-4,64
2011	-1,57
2012	3,17
2013	-1,97
2014	3,10
2015	3,56
2016	0,98
2017	1,47

Vurdering av miljøforholdene pr. produksjonsområde, 2016-2017

Figurene med verdier følger side for side etter denne oppsummeringen.

Produksjonsområde 1:

De øvre vannmassene (0-5m) har hatt temperaturer maksimalt mellom 14-16 °C om sommeren og 5-6 °C om vinteren. I 2016 har det vært varmere enn vanlig mens det våren 2017 var litt kaldere.

Ferskvannsavrenningen til området har stort sett vært lavere enn normalt.

Produksjonsområde 2:

Temperaturen ligger maksimalt rundt 16 °C om sommeren og ca. 5 °C om vinteren. Vanntemperaturen har stort sett vært litt høyere enn normalt de to siste årene, med unntak av sommeren 2017 som var relativt kald.

Ferskvannsavrenningen har vært lavere enn normalt.

Produksjonsområde 3:

Temperaturen ligger maksimalt rundt 16 °C om sommeren og 4-5 °C om vinteren. Dette er litt høyere enn normalt, med noen unntak.

Ferskvannsavrenningen om våren har vært høyere enn normalt, mens det har vært mindre enn normalt ellers.

Produksjonsområde 4:

Temperaturen ligger maksimalt rundt 15 °C om sommeren 2016 og over 16 °C i 2017. Om vinteren var det minimum ca. 6 °C i 2016 og bare 4 °C i 2017. Dette er litt høyere enn normalt i 2016, mens det om vinteren 2017 var ca. 1 °C lavere enn normalt og om sommeren var det mer enn 2 °C høyere enn normalt.

Ferskvannsavrenningen om våren har vært høyere enn normalt, mens det har vært mindre enn normalt ellers.

Produksjonsområde 5:

Temperaturen ligger maksimalt rundt 16 °C om sommeren 2016 og under 15 °C i 2017. Om vinteren var det minimum 3-4 °C i 2016 og 5 °C i 2017. Dette er litt høyere enn normalt om vinteren og litt lavere om våren i 2016, mens det om vinteren 2017 var ca. 2 °C høyere enn normalt og om sommeren var det 2-3 °C lavere enn normalt.

Ferskvannsavrenningen har variert mellom høye og lave månedsverdier i forhold til normalen. De fleste månedene i 2016 hadde mindre avrenning enn normalt med unntak av desember.

Produksjonsområde 6:

Temperaturen ligger maksimalt rundt 13-14 °C om sommeren og minimum ca. 6 °C om vinteren. Dette er stort sett høyere enn normalt.

Ferskvannsavrenningen har vært lavere enn normalt om våren 2016 og høyere

enn normalt gjennom vinteren og våren 2017.

Produksjonsområde 7:

Temperaturen ligger maksimalt rundt 14 °C om sommeren og minimum 5-6 °C om vinteren. Dette er stort sett høyere enn normalt.

Ferskvannsavrenningen har vært lavere enn normalt om våren 2016 og høyere i 2017.

Produksjonsområde 8:

Temperaturen ligger maksimalt rundt 13-14 °C om sommeren og minimum 4-5 °C om vinteren. Dette er stort sett høyere enn normalt.

Ferskvannsavrenningen har vært lavere enn normalt i 2016 og høyere i 2017.

Produksjonsområde 9:

Temperaturen ligger maksimalt rundt 13-14 °C om sommeren og minimum 4-6 °C om vinteren. Dette er stort sett høyere enn normalt, og særlig vinteren 2017.

Ferskvannsavrenningen har vært lavere enn normalt i 2016 og stort sett høyere i 2017.

Produksjonsområde 10:

Temperaturen ligger maksimalt rundt 12-13 °C om sommeren og minimum ca. 5 °C om vinteren. Dette er stort sett ca. 1 °C høyere enn normalt.

Ferskvannsavrenningen har vært litt vekslende men stort sett høyere enn normalt.

Produksjonsområde 11:

Temperaturen ligger maksimalt rundt 10-11 °C om sommeren og minimum 4-5 °C om vinteren. Dette er stort sett høyere enn normalt, med unntak av sommeren 2017 som hadde normal temperatur.

Ferskvannsavrenningen har vært litt vekslende men høyere enn normalt i 2017.

Produksjonsområde 12:

Temperaturen ligger maksimalt rundt 11 °C om sommeren 2016 og ca. 10 °C i 2017. Minimum om vinteren er ca. 4 °C. Dette er stort sett høyere enn normalt, bortsett fra sommeren 2017 som var lavere enn normalt.

Ferskvannsavrenningen har vært vekslende, men litt høyere enn normalt i 2017.

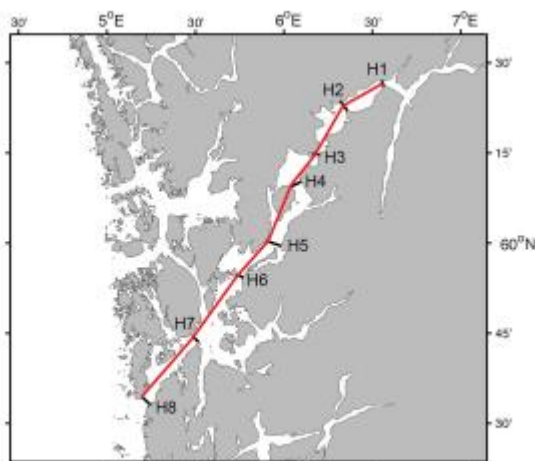
Produksjonsområde 13:

Temperaturen ligger maksimalt 13-14 °C om sommeren 2016 og ca. 11 °C i 2017. Minimum om vinteren er 3-4 °C. Dette er stort sett høyere enn normalt, men sommeren 2016 var ca. 2 °C varmere enn normalt og sommeren 2017 ca. 1 °C kaldere enn normalt.

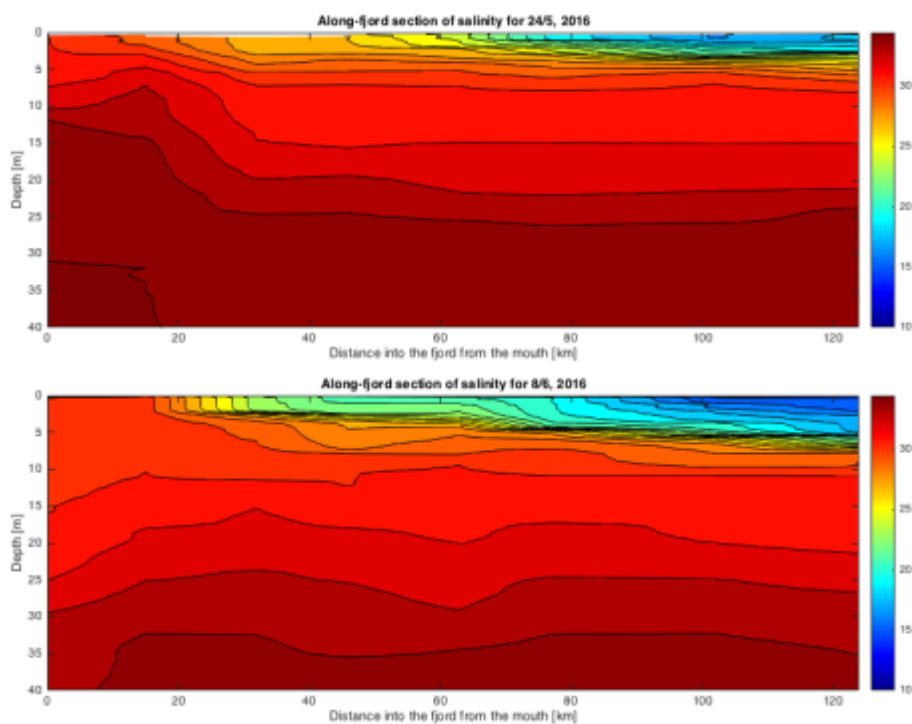
Ferskvannsavrenningen har vært høyere enn normalt med unntak av våren begge årene.

Observasjoner av brakkvannslaget i Hardangerfjorden

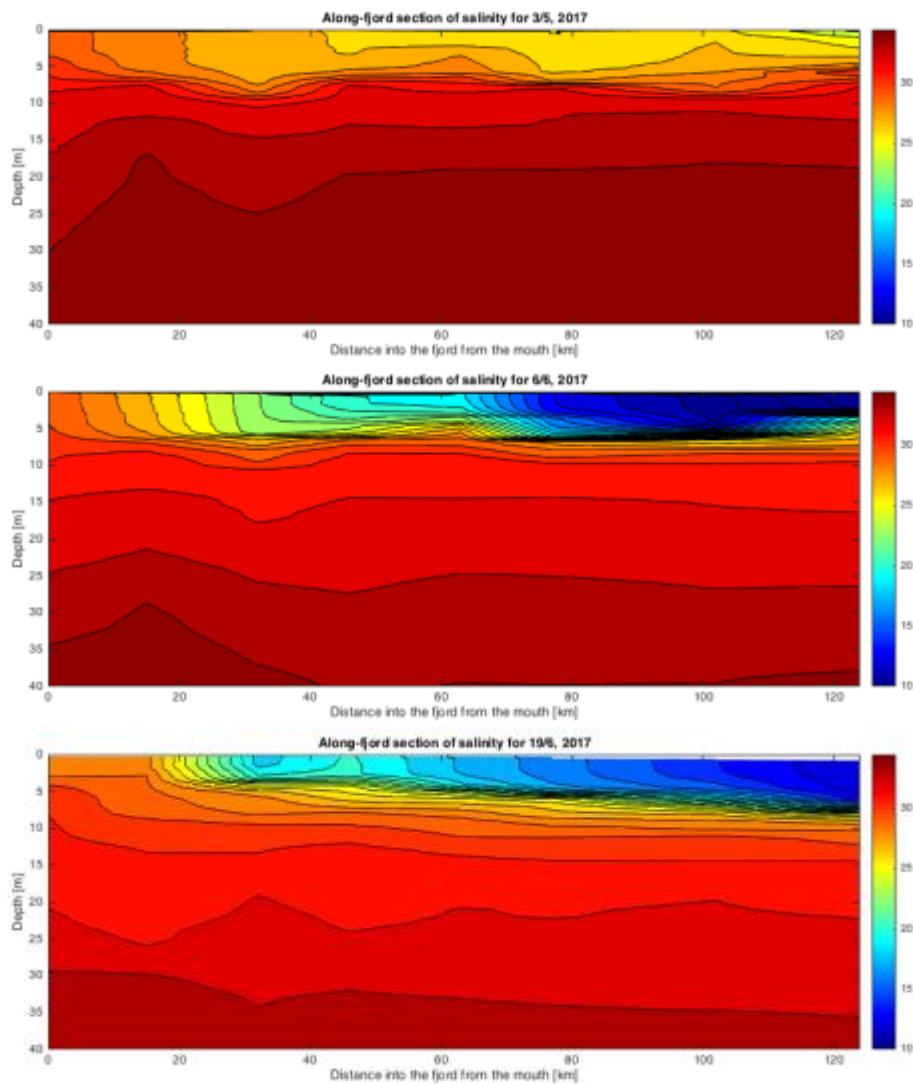
Det observeres rutinemessig hydrografi i Hardangerfjorden i 8 posisjoner langs fjordaksen mellom Utne og munningen ytterst i Bømlafjorden. Et lengdesnitt som illustrert med den røde linjen på kartet under (Figur 2) viser utbredelsen av det øvre brakkvannslaget.



Figur 2. Posisjonen til målestasjonene for hydrografi i Hardangerfjorden.

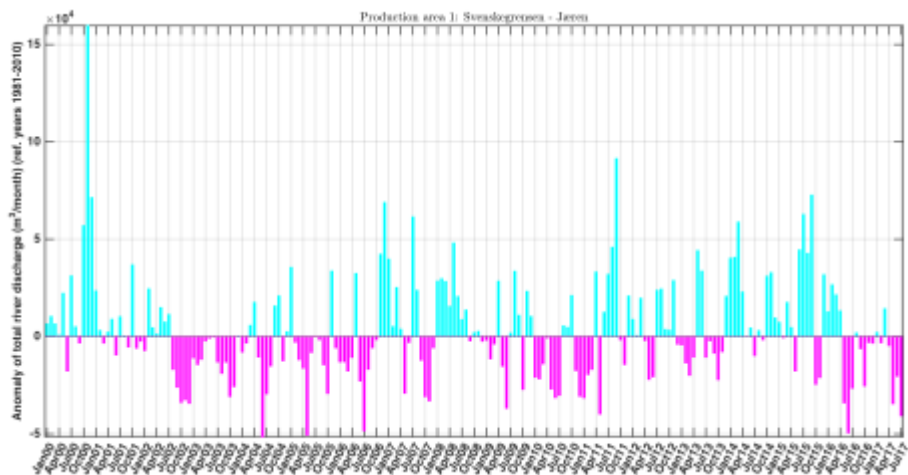
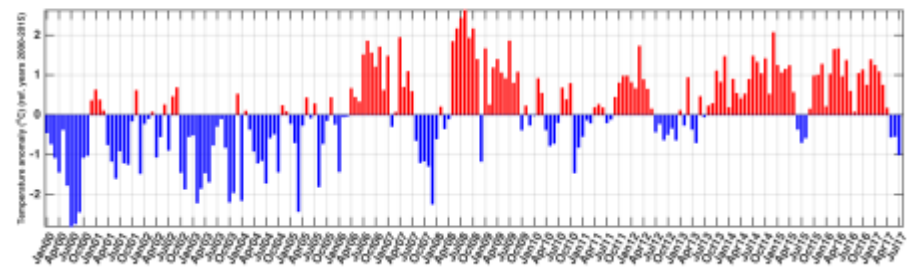
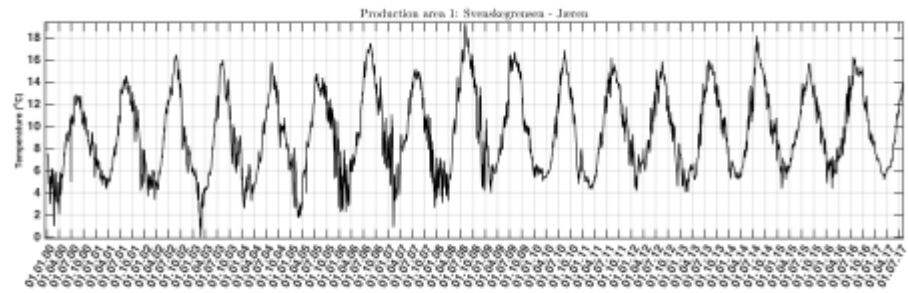


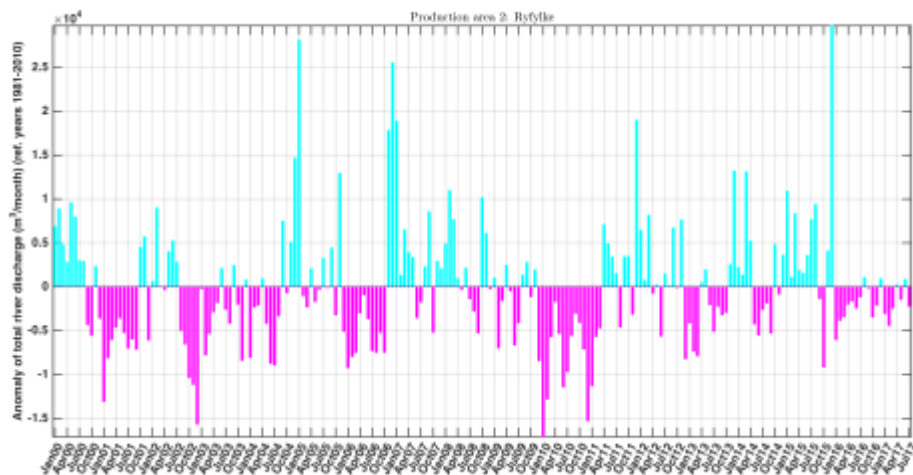
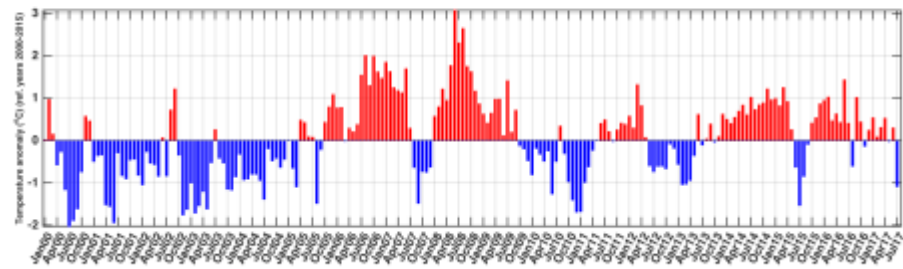
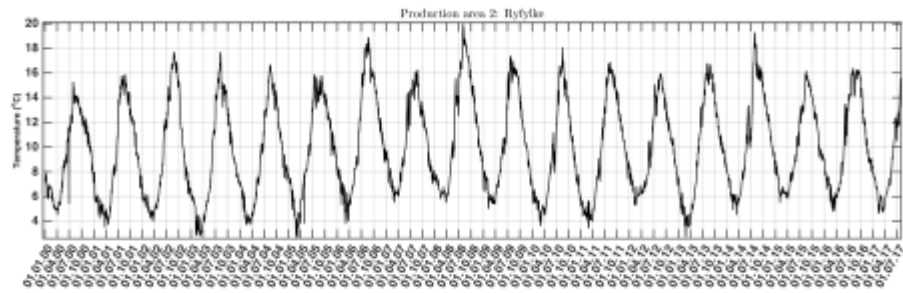
Figur 3. Lengdesnitt av saltholdighet i Hardangerfjorden for 24. mai og 8. juni, 2016.

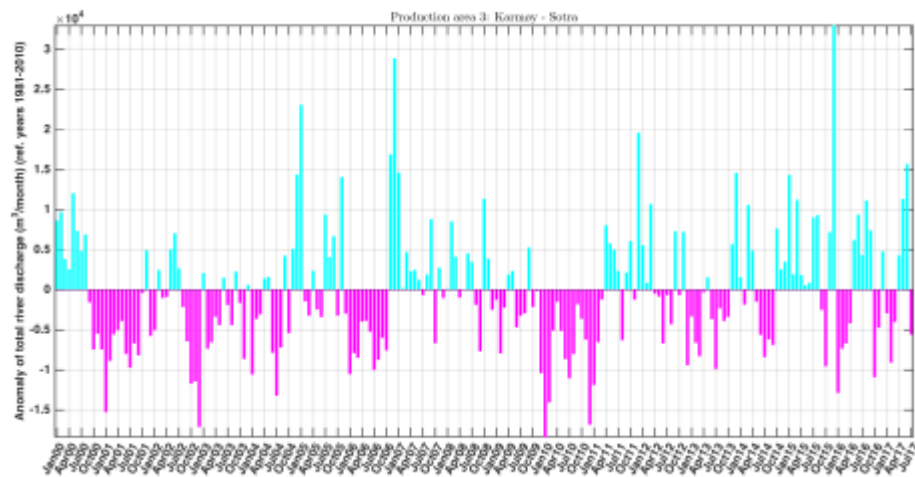
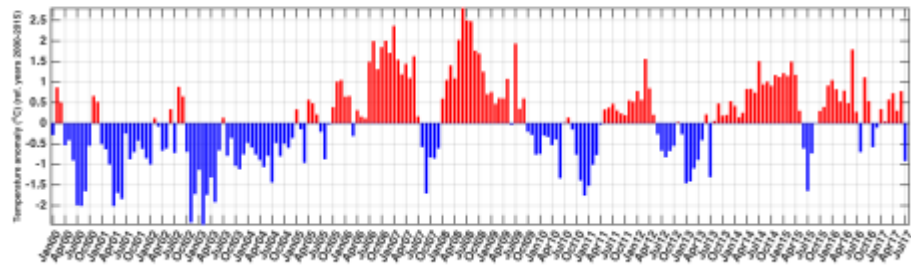
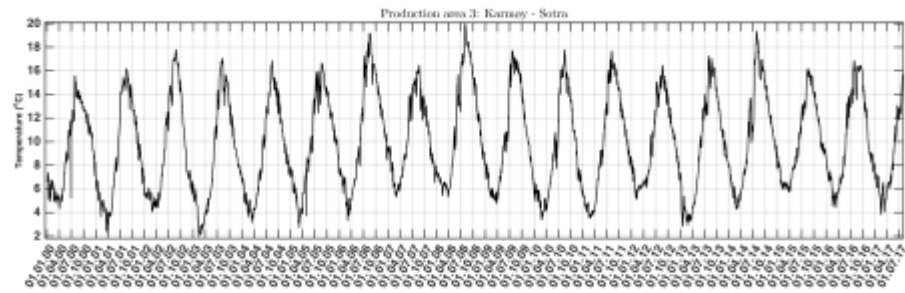


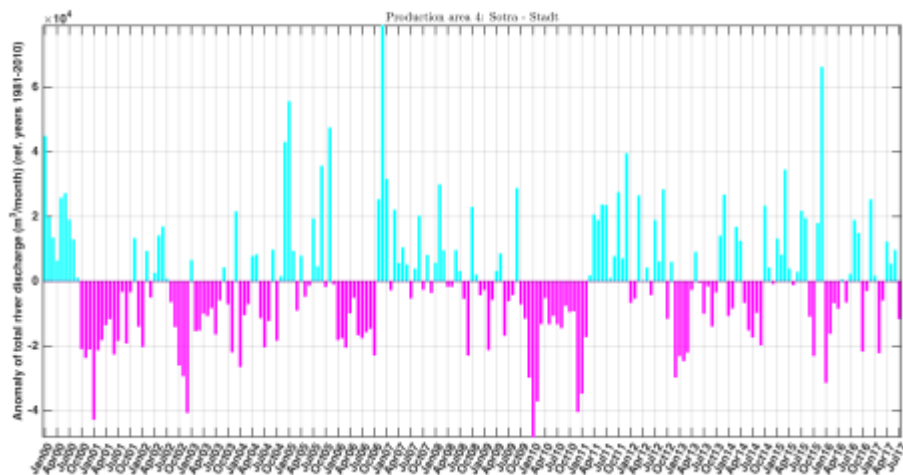
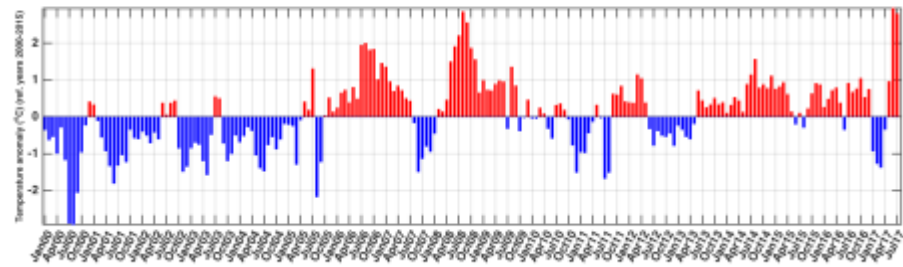
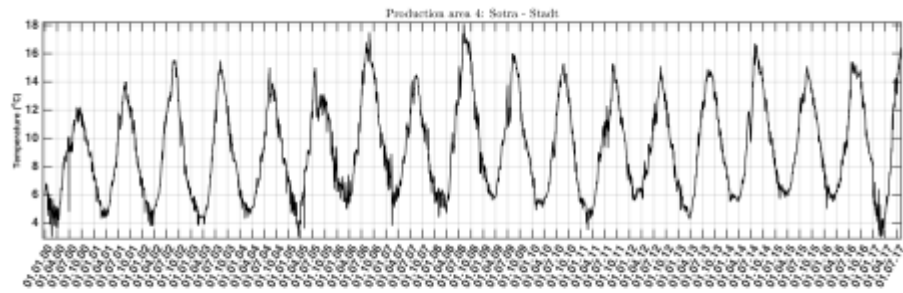
Figur 4. Lengdesnitt av saltholdighet i Hardangerfjorden for 3. mai, 6. og 19. juni, 2017.

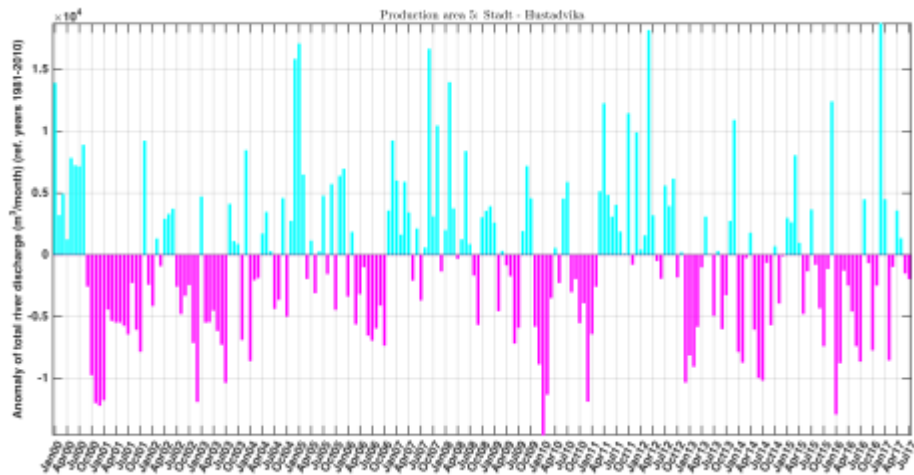
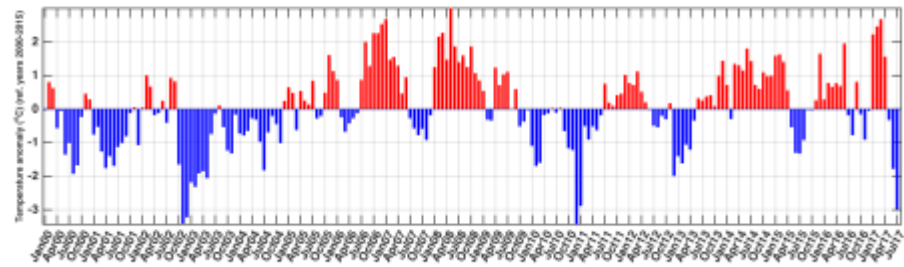
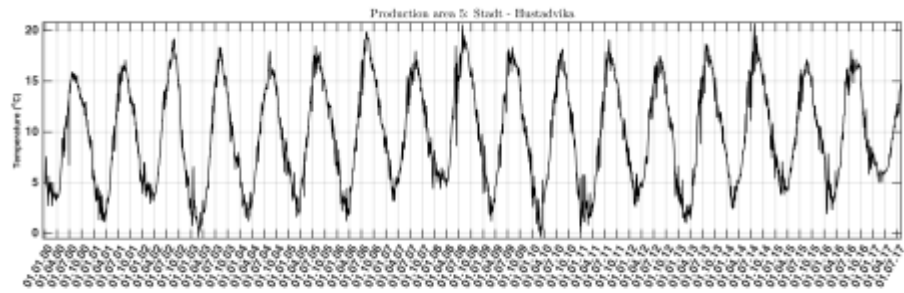
Observasjoner av saltholdighet våren 2016 og 2017 i Hardangerfjorden viser et 5-10 m tykt brakkvannslag som blir mer markert fra mai til juni og som strekker seg til 30-40 km innenfor fjordmunningen. Laget er ferskere og dypere i 2017 enn i 2016. Resultatene gir en indikasjon på hvilken beskyttelse utvandrende laksesmolt kan utnytte.

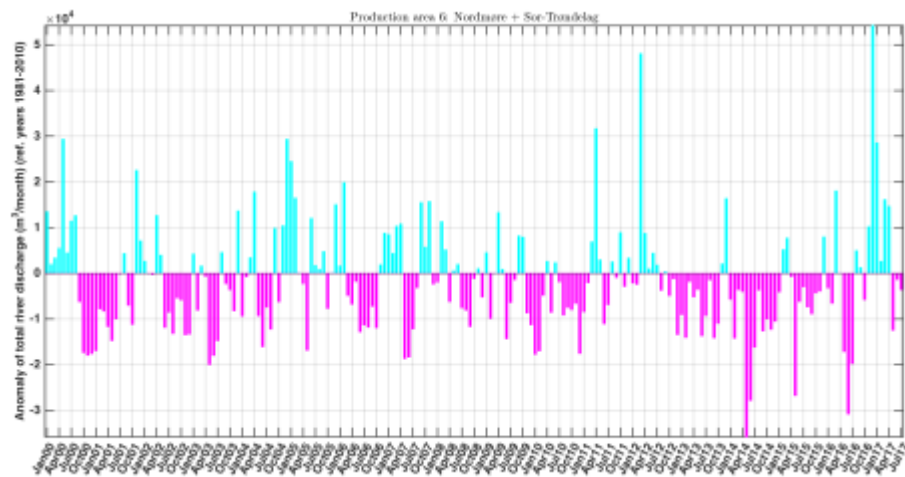
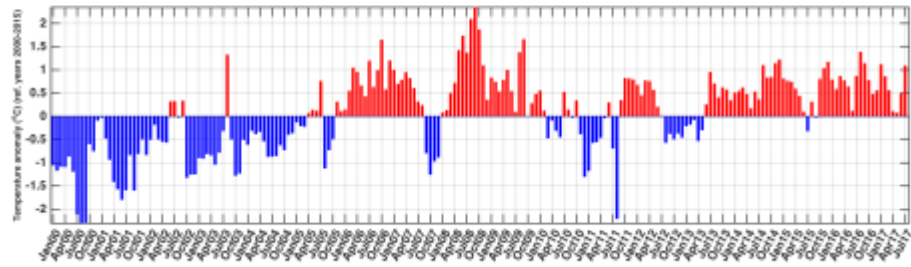
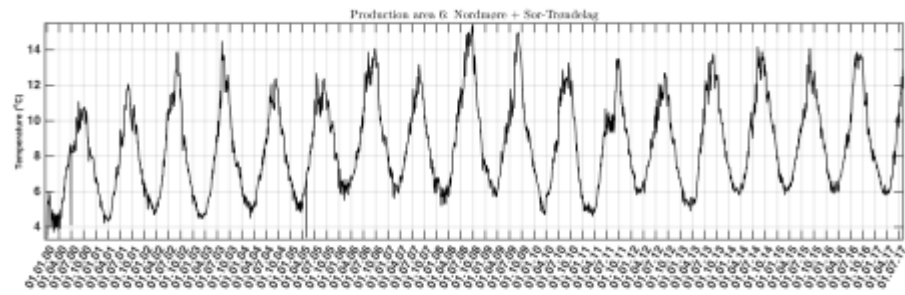


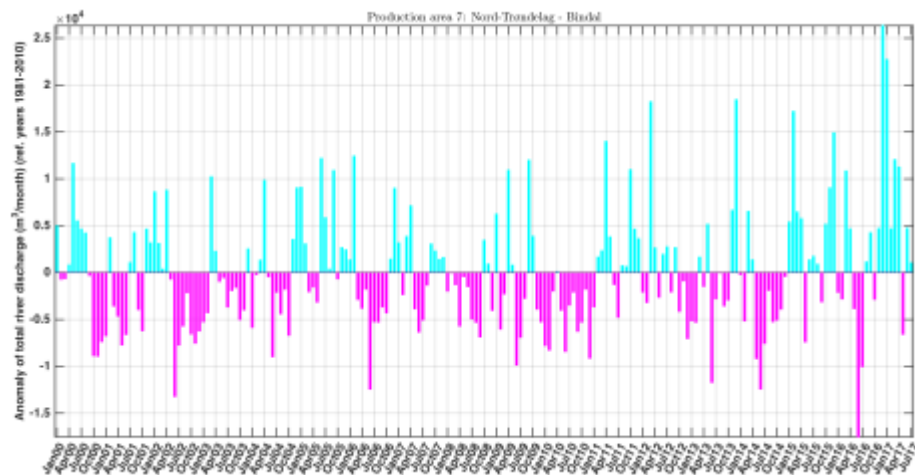
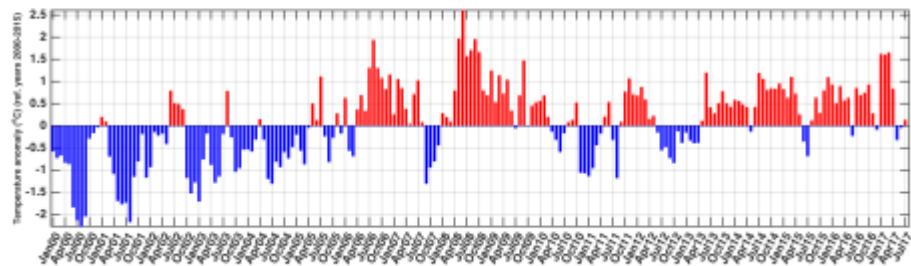
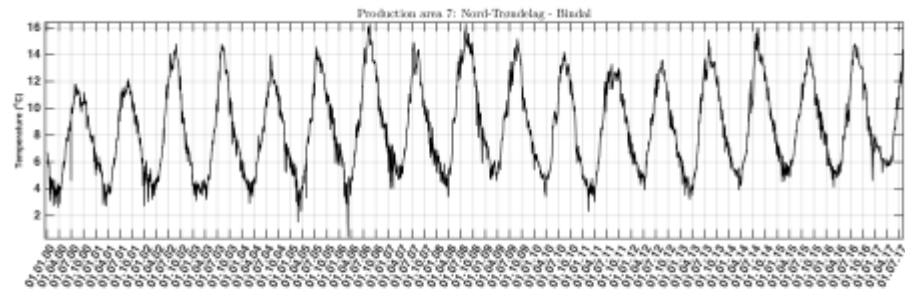


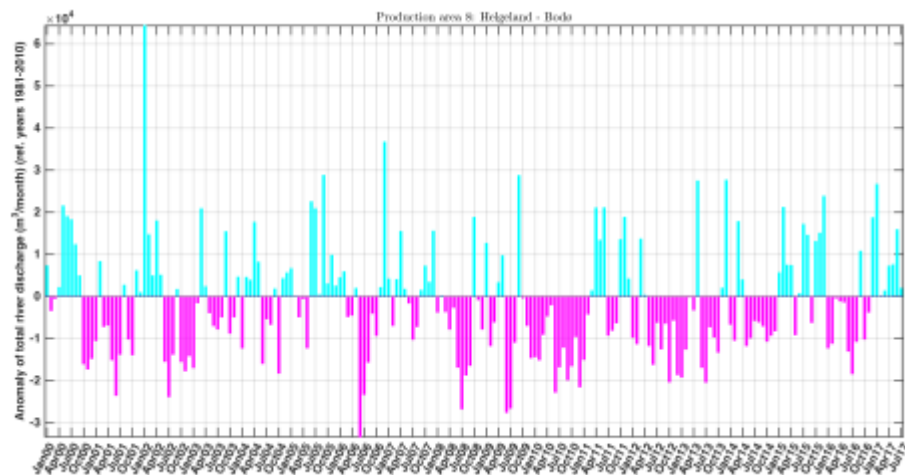
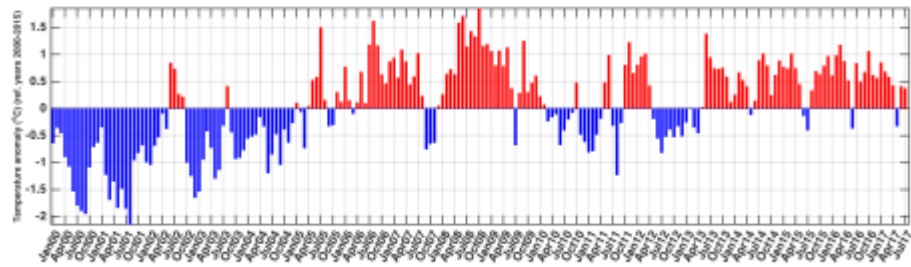
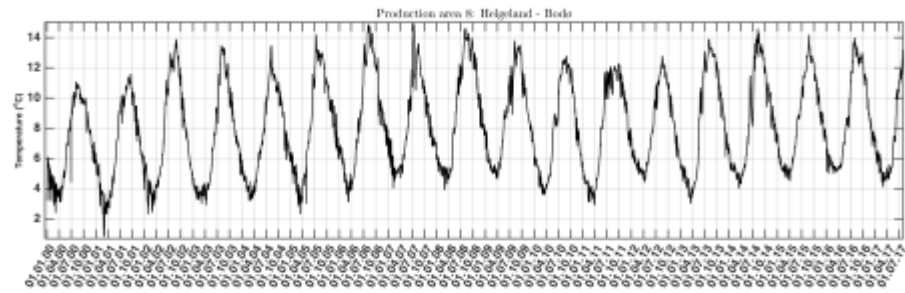


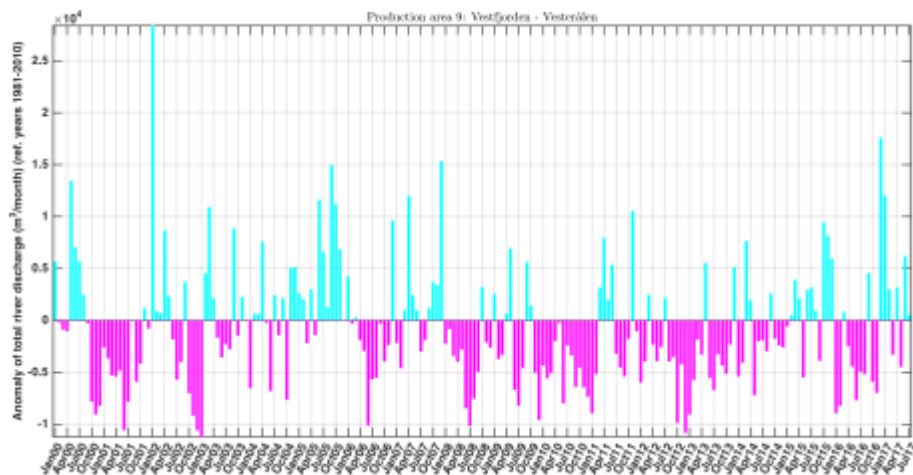
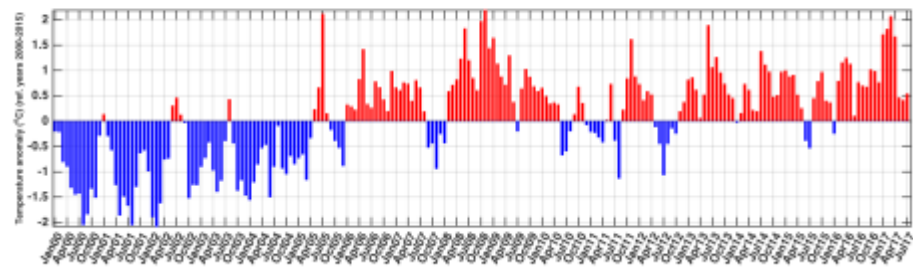
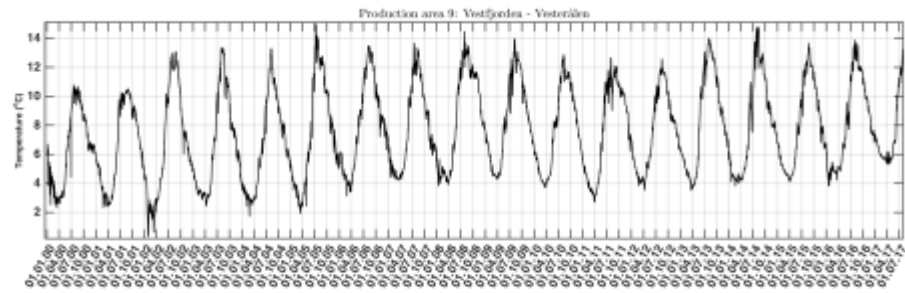


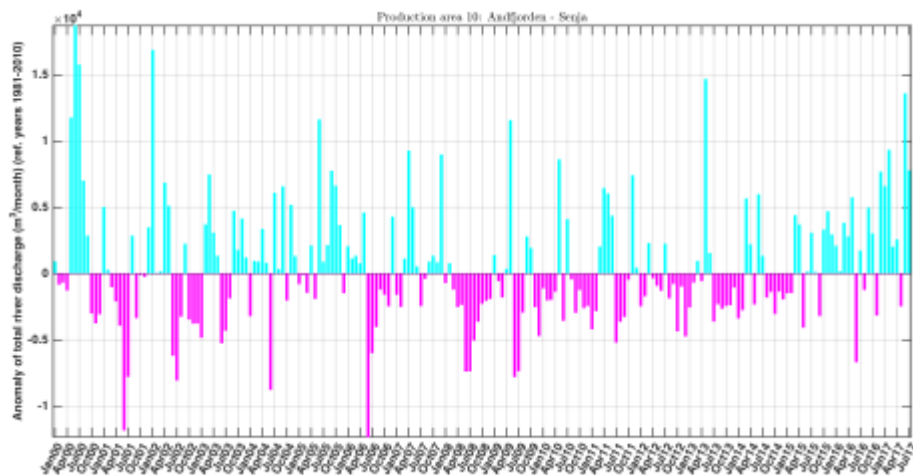
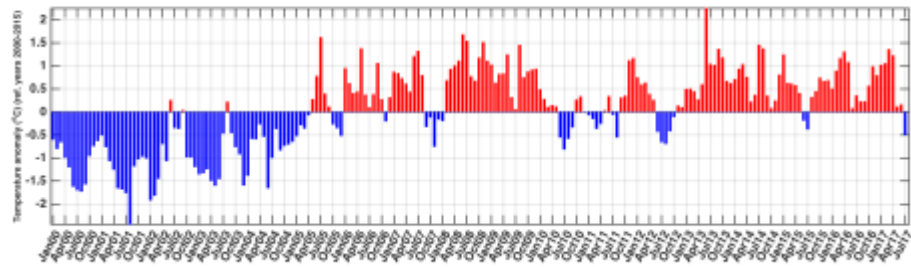
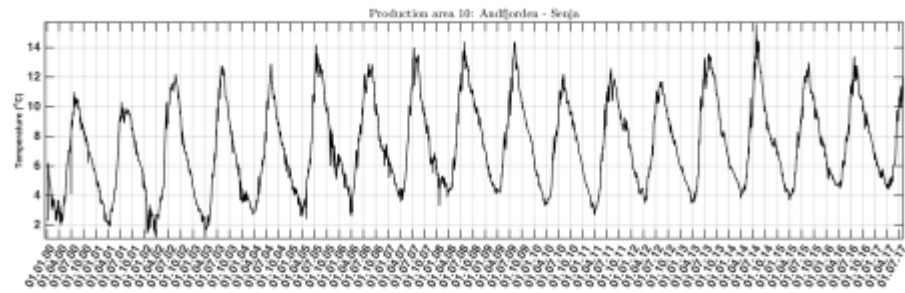


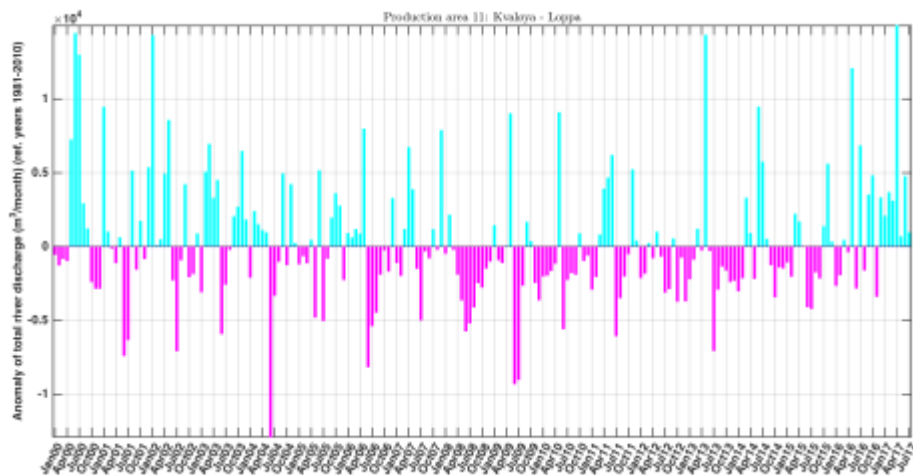
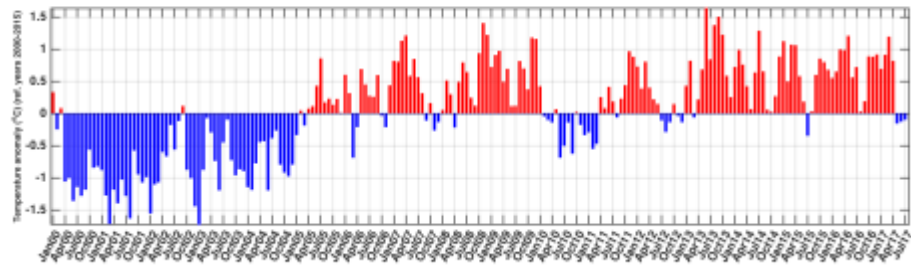
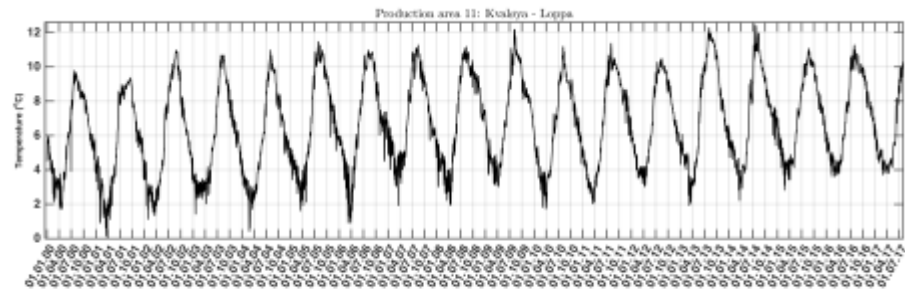


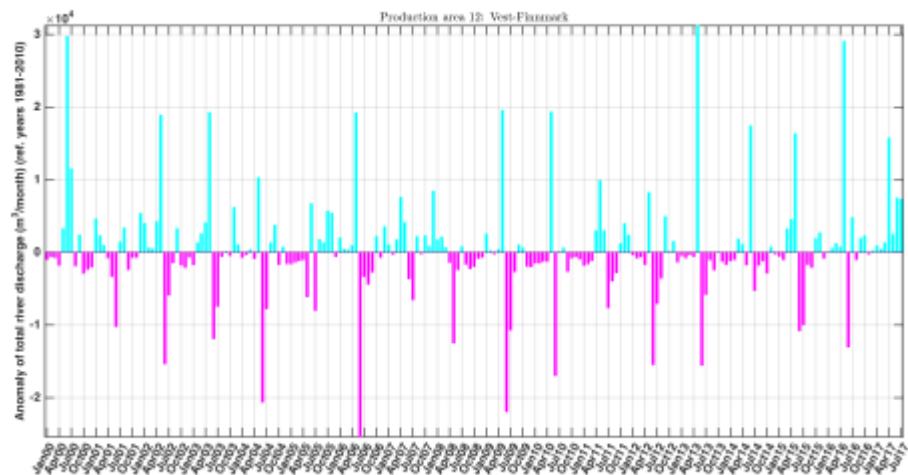
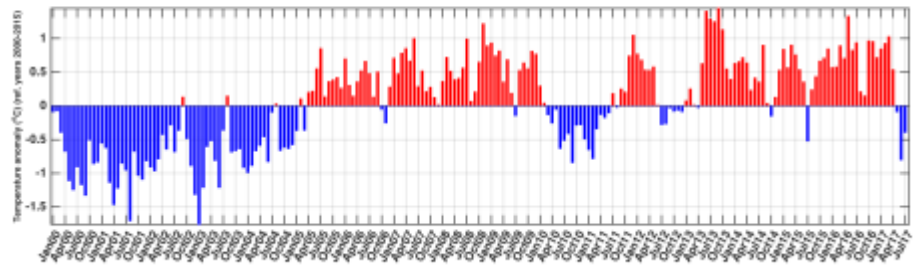
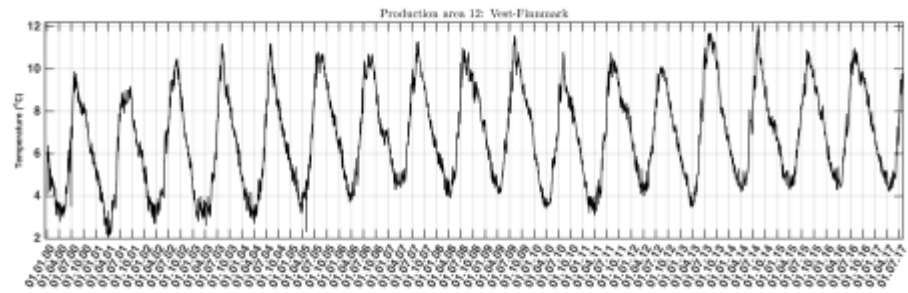


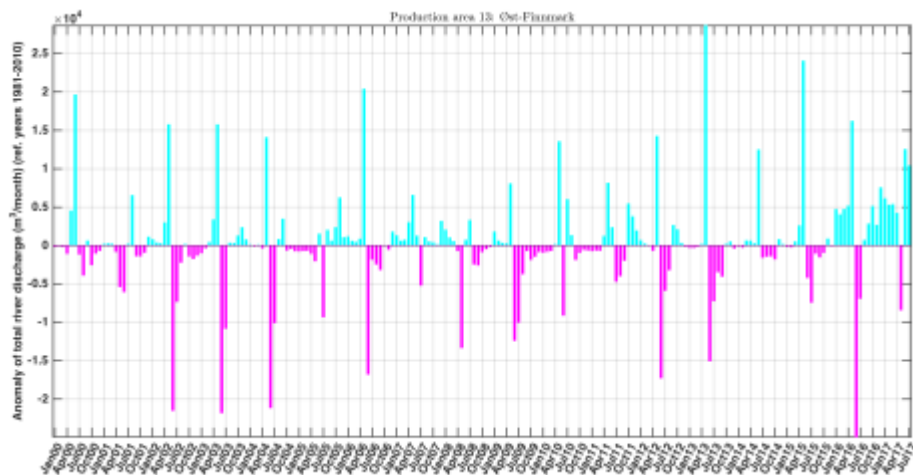
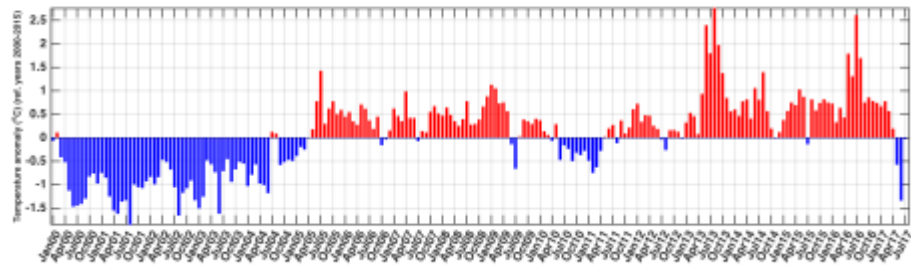
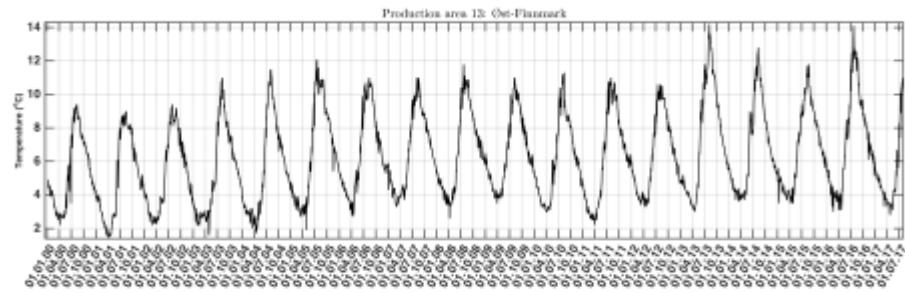












Saltholdighet i Boknafjorden 29. mai 2017

Notat, Lars Asplin, Havforskningsinstituttet.

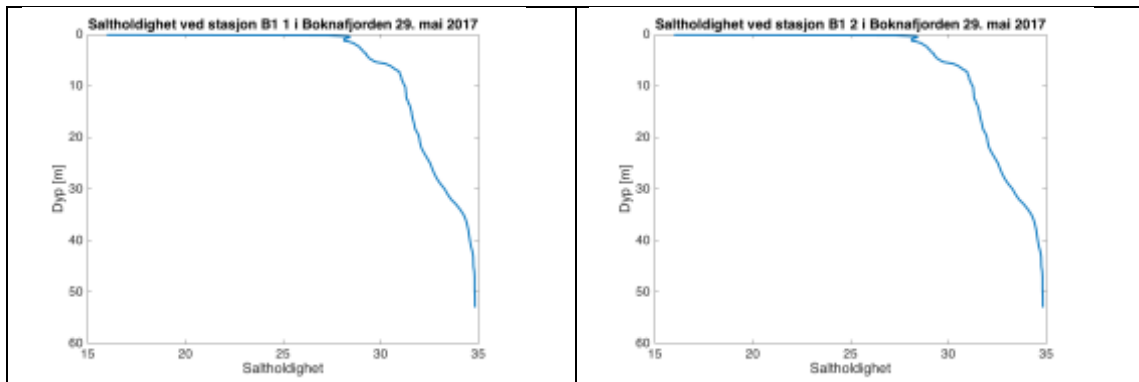
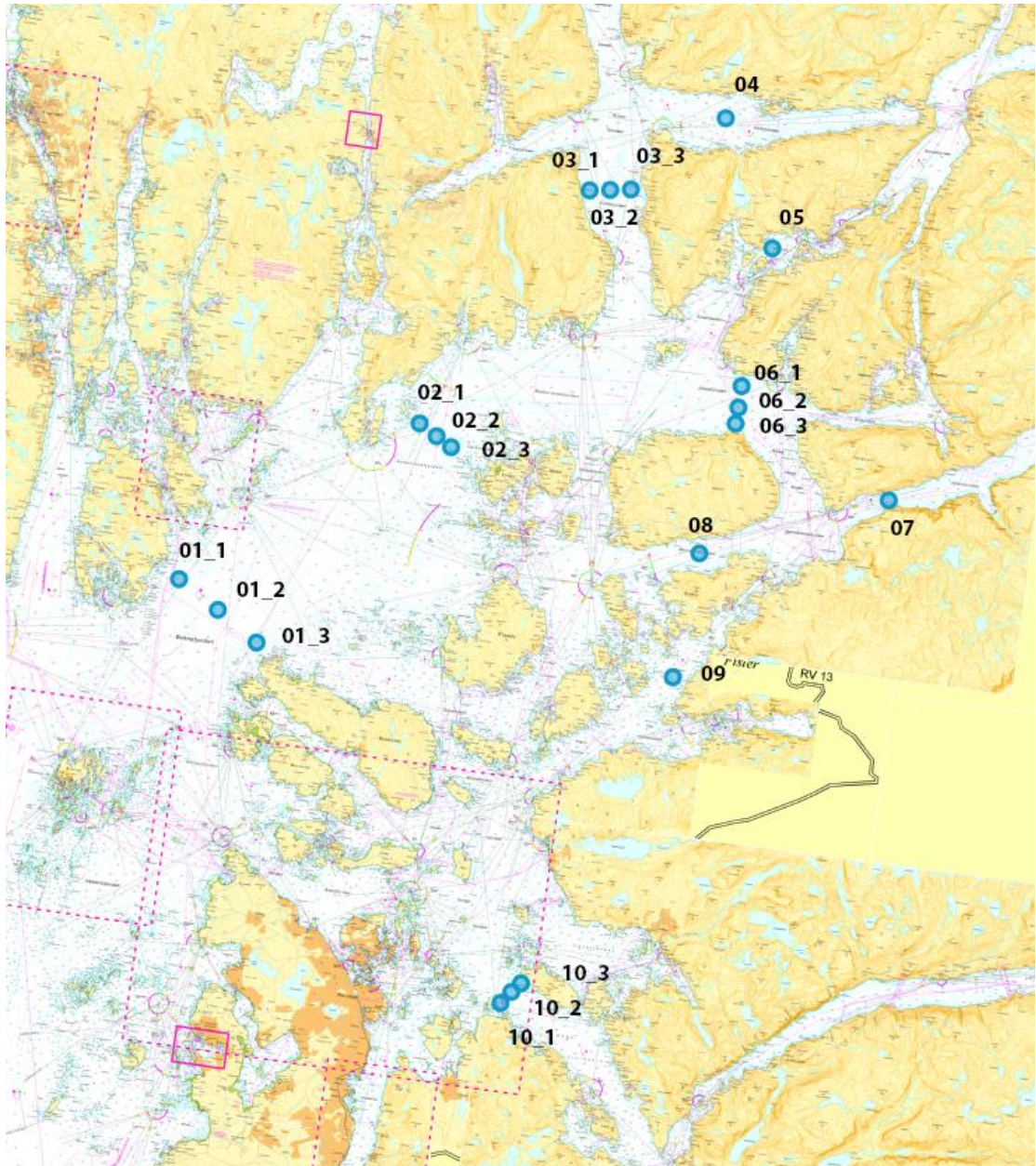
Saltholdigheten i en fjord er påvirket av ferskvannstilførsel fra bekker og elver, vannutveksling med kystvann og vertikale blandingsmekanismer som vind og tidevann. Vannmassene i fjorden er typisk lagdelt med relativt ferskere vann over saltere. Lagdelingen er skarpere jo nærmere overflaten en kommer, og typisk har en tre lag inne i fjorden: Et overflate brakkvannslag, en mellomag med gradiv økende saltholdighet ned til terskeldyp og bassengvann med mindre endringer av saltholdighet nederst. Brakkvannslaget strekker seg vanligvis ikke helt ut til kysten, men er blandet med mellomlaget et stykke ute. Strømmer i vannet kan føre til store temporære variasjoner i saltholdigheten ved en posisjon.

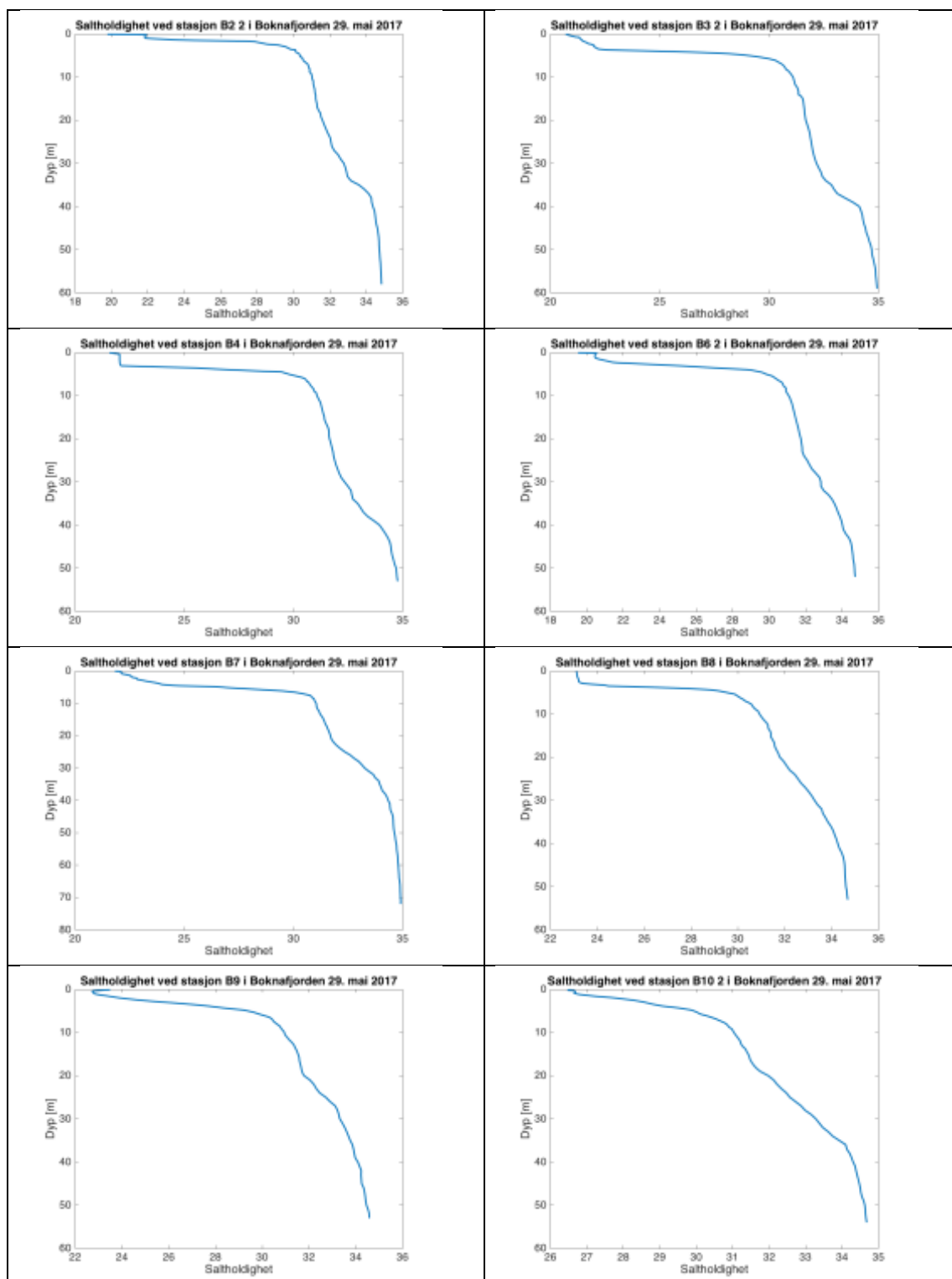
I slutten av mai og juni er det vanligvis stor ferskvannsavrenning til fjordene på Vestlandet pga snøsmelting og nedbør. Det fører til et markert overflate brakkvannslag, med lavere verdier for saltholdighet jo nærmere fjordenden/elven en kommer. Utover langs brakkvannslaget, og den tilhørende strømmen, øker saltholdigheten gradvis.

Utvandrende laksesmolt vil med fordel kunne utnytte brakkvannslaget på vei mot havet både som en beskyttelse mot lakselus der verdien av saltholdighet er tilstrekkelig lav, og ved at fisken kan svømme medstrøms.

Observasjonene av saltholdighet den 29. mai 2017 i Boknafjorden er gjennomført med en ctd-sonde av merke Sontek CastAway (<http://www.sontek.com/productsdetail.php?CastAway-CTD-11>), og målingene ble gjennomført fra FF Marstein som er en ~11m lang cabin cruise (Viknes 1030K3).

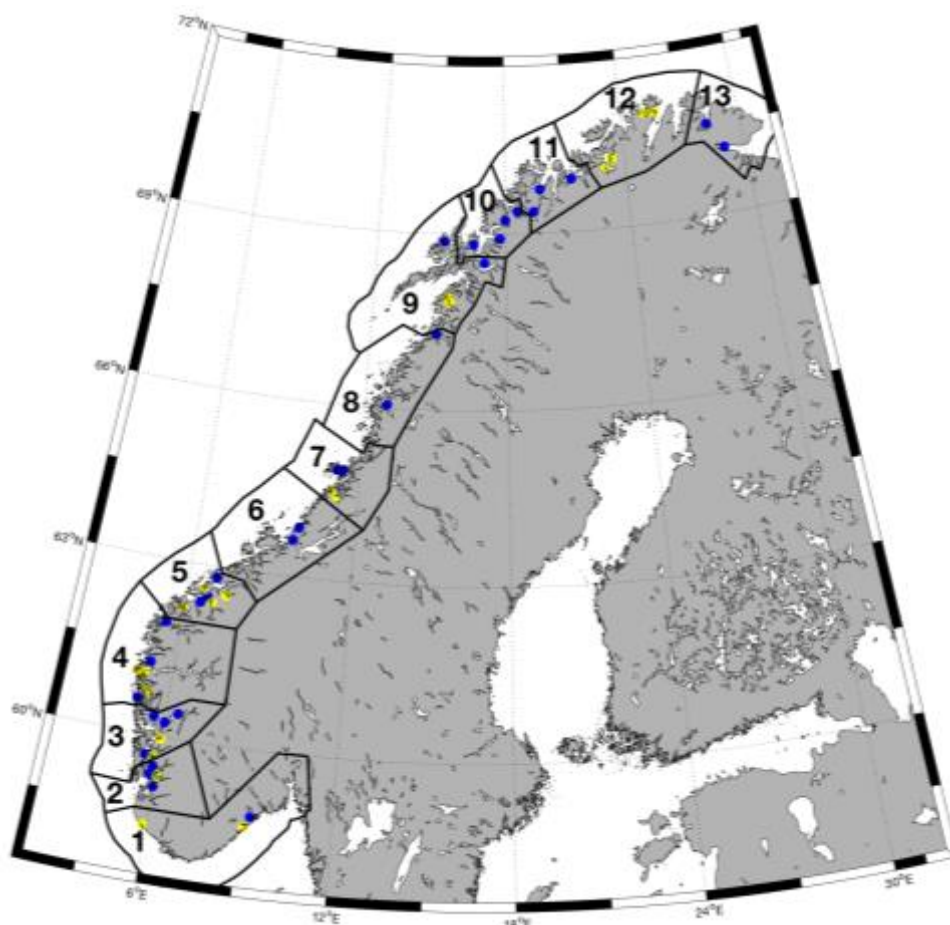
Resultatene viser nettopp et brakkvannslag som beskrevet over med tykkelse på noen få meter og verdier mellom 20 og 25. Det antas at saltholdigheten videre innover i fjorden der det ikke er målt er lavere.





Hydrodynamisk spredningsmodell for lakselus og konsentrasjon av smittsomme kopepoditter langs Norskekysten – 2012 - 2017

Anne D. Sandvik, Lars Asplin, Jon Albretsen, Pål Arne Bjørn, Ingrid A. Johnsen, Jofrid Skarøhamar, Mari S. Myksvoll, Bjørn Ådlandsvik



Figur 1: NALO posisjoner 2015 (gul) og 2016 (blå), og alle 13 produksjonssonene.

Innhold

1. *Bakgrunn*
2. *Strømmodellsystem*
3. *Spredningsmodell for lakselus*
 - 3.1. *Kildeleddet*
4. *Modellresultater*
5. *Modellresultatvalidering*
6. *Modellprodukter*
 - 6.1. *Tidsutvikling av kopepoditter innen produksjonsområdene*
 - 6.2. *Geografisk fordeling av kopepoditter*
7. *Fakta om produksjonsområdene*
8. *Referanser*

1. Bakgrunn - hvorfor modellere?

Siden det er praktisk umulig å få en fullstendig oversikt over luseinfeksjoner på laksefisk langs hele kysten ved hjelp av tradisjonelle feltobservasjoner, har Havforskningsinstituttet utviklet en lakselusmodell som utfyller observasjonene, både i tid og rom. Les mer om overvåkning på

http://www.imr.no/temasider/parasitter/lus/lakselus/overvaking_av_lakselus_1/nb-no.

Lakselusmodellen er egentlig en sammenkopling av en rekke ulike modeller som først beregner utslipp av lakselus fra alle rapporteringspliktige oppdrettsanlegg i landet. Når luselarvene så er klekket direkte inn i vannmassene (representert ved spredningsmodellen) 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 larvene sprer seg i vannmassene, først som ikke smittsomme naupliene og videre som smittsomme kopepoditter. Sluttproduktet er tetthet av smittsomme lakseluslarver (kopepoditter) langs hele kysten en gang i timen.

Vi vet at tetthet av lakselusopepoditter er proporsjonal med sannsynligheten for smitte på villfisk og at lakselusa fordeler seg i vannmassene i fjord- og kystområdene på en svært variabel måte. Denne fordelingen varierer både over korte tidsperioder og små geografiske avstander (Asplin m.fl., 2014; Johnsen m.fl., 2014; Sandvik m.fl., 2016). Dette er en naturlig konsekvens av lakselusenes vertikale posisjonering i et varierende strømfelt (Johnsen m.fl., 2016). En rekke modellsimuleringer med likt utslipp av nauplier fra ulike anlegg har blitt utført (se for eksempel <http://www.imr.no/temasider/parasitter/lus/lakselus/90683/nb-no> og Asplin m.fl. 2014) og viser at en fullstendig beskrivelse av hvilken fordeling lakselusopepoditter har langs kysten, bare kan gjøres gjennom å modellere spredning med bruk av informasjon om realistisk strøm, saltholdighet og temperatur.

Modellresultater for kopepodittfordeling blir hele tiden vurdert mot lakseluspåslag på villfisk fra observasjoner i felt for å etablere så presise kvantitative relasjoner som mulig. Modellsystemet for spredning av lakselus baserer seg på eksisterende og veldokumenterte metoder, der modellene for strøm har mye til felles med værvarslings- og klimamodeller som har et omfattende vitenskapelig miljø for utvikling og validering, samt håndtering av usikkerhet.

En kan også anvende modellsimuleringer for å teste ulike scenarier, som for eksempel konektivitet mellom oppdrettsanlegg, effekten av tiltak (medisinske eller preventive) og lokalisering av oppdrettsanlegg.

2. Strømmodellsystem

http://www.imr.no/temasider/modeller/kystmodellen/kystmodellen_norkyst800/nb-no

Prinsippet for å skaffe informasjon om strøm er å inkludere en så fullstendig beskrivelse av de ulike fysiske prosessene og drivkrefter som vind, tidevann og ferskvannsavrenning som mulig. Dessuten trenger en geografisk informasjon om bunndyp i forhold til modellopløsningen. Modellsystemet beregner strøm, vannstand og hydrografi prognostisk ved hjelp av numeriske teknikker med et tre-dimensjonalt beregningsgitter, og strømmodellen vi anvender er for tiden Regional Ocean Modeling System (ROMS, www.myroms.org; Albretsen m.fl., 2011). Gitteroppløsningen er 800 m horisontalt, og vi må anvende spesielle tungregnemaskiner for å gjennomføre simuleringene. Vi kjører modeller med høyere romlig oppløsning (typisk 160 m) ved behov. Vertikalt benytter vi nå 35 nivåer med høy oppløsning i de øvre 10 m for å fange opp den vertikale dynamikken som intensiveres mot overflaten. Atmosfæriske drivkrefter (vind og stråling) henter vi fra en separat vindmodell (WRF, www.wrf-model.org, eller operasjonelle atmosfæreprognoser fra Meteorologisk institutt) og åpne grenseverdier mot havet tas fra havmodellresultater med større geografisk utstrekning og verdier minst hver time.

Strømmodellresultater valideres fortløpende mot observasjoner av strøm og hydrografi i den utstrekning disse finnes. Eksempler på dette kan finne i Asplin m.fl. (2014), Johnsen m.fl. (2014), Johnsen m.fl. (2016), Sandvik m.fl. (2016).

Resultater fra strømmodellen ligger i *Appendix II: Fysisk miljø*.

3. Spredningsmodell for lakselus

<http://www.imr.no/temasider/parasitter/lus/lakselus/90683/nb-no>

Vi har valgt å spre planktonisk lakselus som **partikler** og beregne spredningsprosessen, vekst, adferd og dødelighet basert på informasjon fra litteraturen og fra sensitivitetsstudier med modell (Asplin m.fl., 2011, Asplin m.fl., 2014, Johnsen m.fl., 2014, Johnsen m.fl., 2016). Horisontalt driver lakseluslarvene passivt med strømmen, men vertikalt er lakseluslarvene i stand til å posisjonere seg basert på miljøfaktorer som lys og saltholdighet. Lakselusene er i modellen gitt evnen til å plassere seg nær overflaten, når eksponert for lys, og å synke lenger ned i vannsøylen ved lave saltholdigheter. I tillegg vil den vertikale forflytningen inneholde småskala turbulent bevegelse.

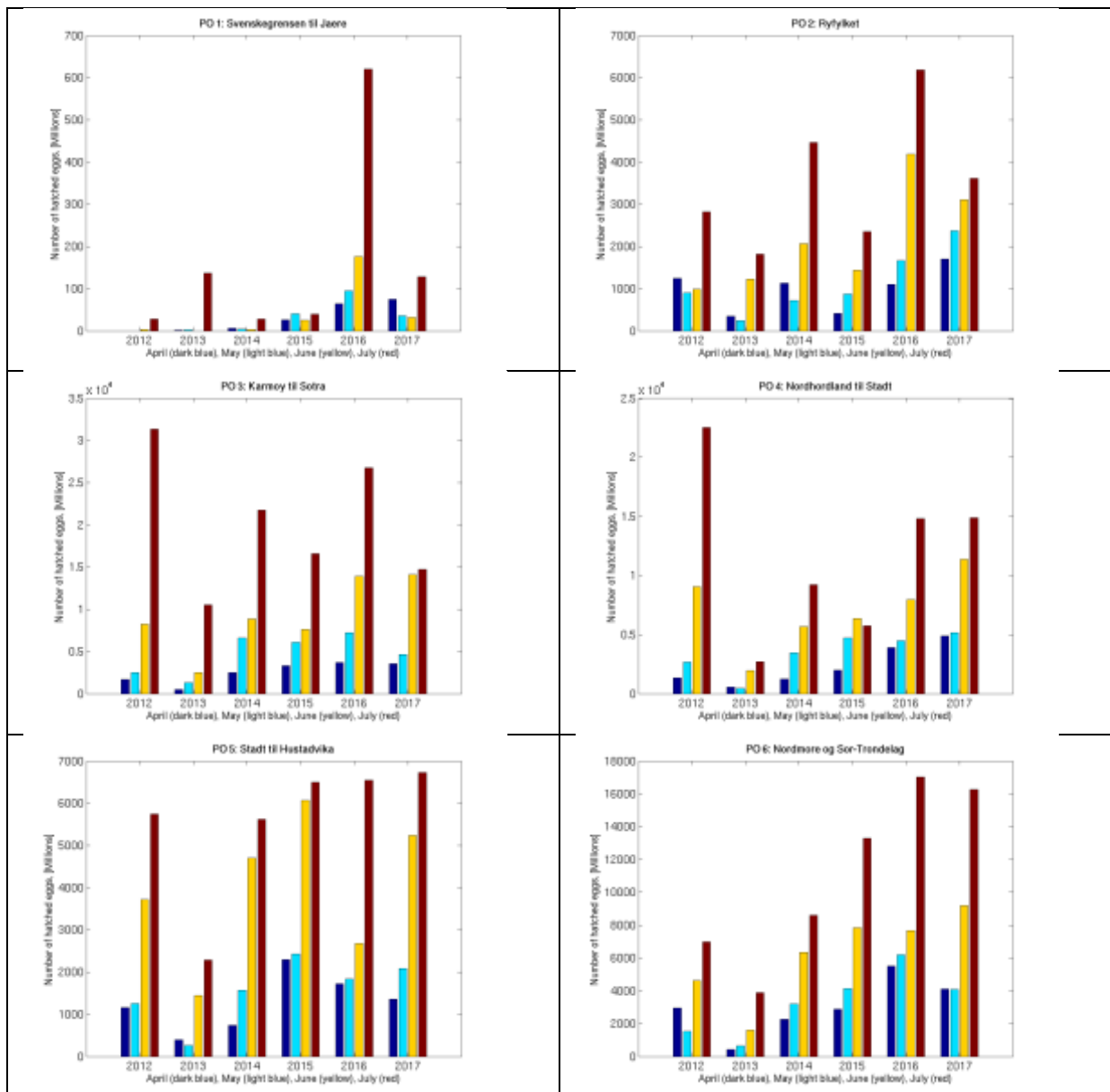
Lakselusa vil vokse og utvikle seg som en funksjon av temperatur, og vi modellerer dette ved å bruke døgngader som er tid multiplisert med omgivelsestemperatur. Grensene for når lakselusa er i de to første nauplie-stadiene og når det er i det smittsomme kopepodittstadiet angis i døgngader og er basert på laboratoriestudier. Det smittsomme kopepodittstadiet er antatt å være mellom 40 og 170 døgngader (Samsing m.fl., 2016). Ved høyere vanntemperatur vil altså lakselusa raskere bli kopepoditt samtidig som levetiden som kopepoditt er kortere.

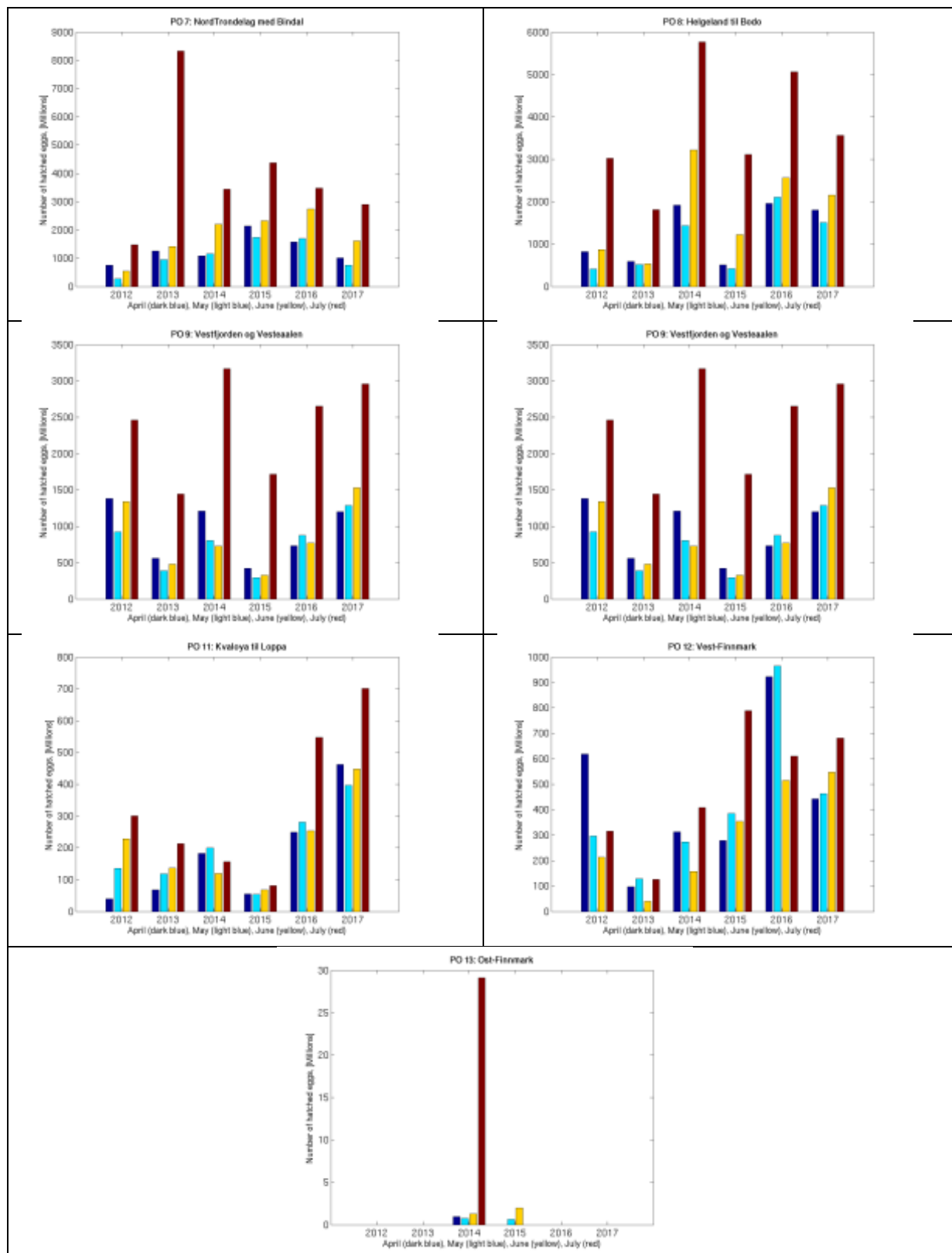
I forhold til kvantitative mål for lakseluskonsentrasjon vil dette hovedsaklig være avhengig av hvor mange nauplier som klekkes (kildeledd, hovedsaklig lus på oppdrettsfisk) og hvor stor dødeligheten er. Begge ledd inneholder i dag (og i overskuelig fremtid) usikkerheter, og selv om vi benytter best tilgjengelig kunnskap forventer vi at det er et potensiale for å forbedre

denne framover. Fordelingen av lakseluskoepoditter i rom og tid vil derimot rent kvalitativt bare i mindre grad påvirkes av detaljer i kildeledd eller dødelighet. Manglende kilder vil derimot kunne være av stor betydning.

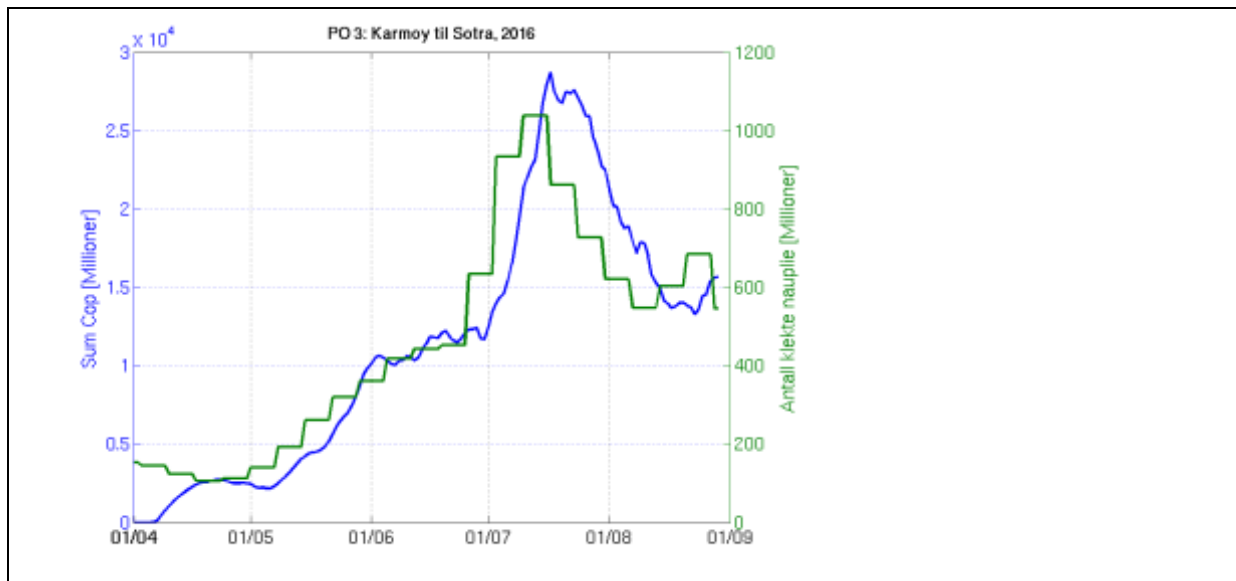
3.1 Kildeleddet

En detaljer beskrivelse av hvordan vi beregner kildeleddet er lagret i et google dokument <https://docs.google.com/document/d/1zjAG6jxURC7UwVAVdZJseRI3ZDRRfZkxYc9nyXEb46A/edit?ts=5880a9e5#heading=h.bz2blmmrwuqn>. Siden produksjonsområdene er plassert slik at det skal være minimal utveksling av partikler mellom områdene vil summen av antall infektive koepoditter følge klekkingen av nauplier med en tidsforsinkelse som er avhengig av temperaturen, som vi kan se av eksempelet i Figur 3. Informasjonen om antall infektive koepoditter er egentlig et bedre mål på den samlede tilstanden i produksjonsområdet, men fordelen med å plote antall klekte nauplier er at vi slipper å kjøre modellen. Her er summen (over måned) av antall klekte nauplier per produksjonsområde plottet år for år. Merk at skalaen på y-aksen varierer mellom produksjonsområdene.





Figur 2: Kildeleddet (antall klekte nauplier) integrert over produksjonsområde. Merk at skalaen på y-aksen varierer mellom produksjonsområdene.

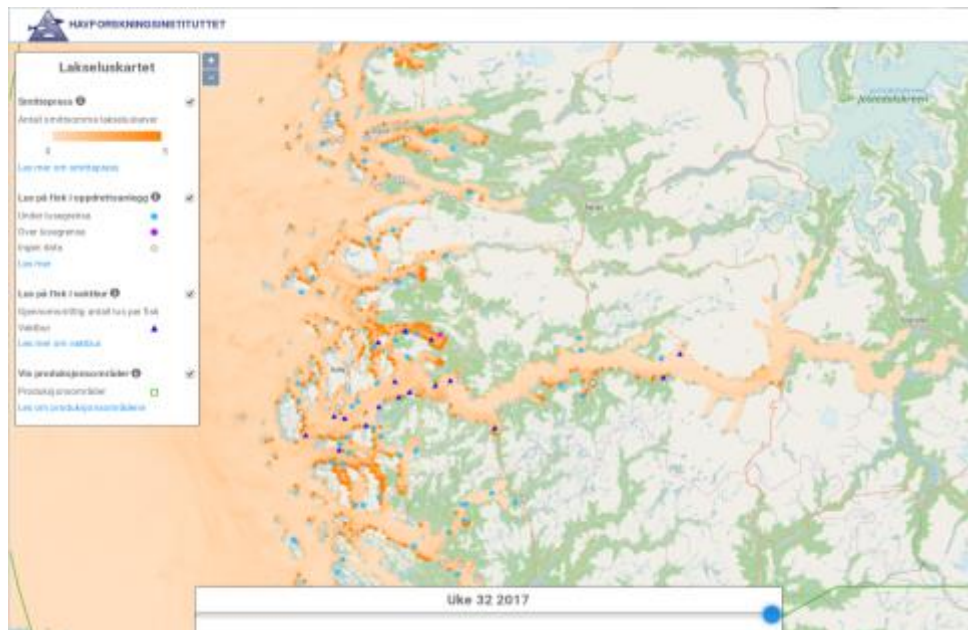


Figur 3: Sum over antall nyklekte nauplier (grønn) og sum over antall smittsomme kopepoditter (blå) i produksjonsområde 3. Kurvene følger hverandre, men kopepodittene ligger litt etter naupliene og har lavere verdi pga en konstant dødelighet på 17% per dag.

4. Modellresultater

Sluttproduktet fra lakselusmodellen er en geografisk fordeling av planktonisk lakselus (stadiefordelt på nauplier og kopepoditter) time for time for en tidsperiode. Dette summeres gjerne til konsentrasjon pr. m², eventuelt bare for den øvre delen av vannsøylen hvor vi antar at den ville fisken hovedsakelig oppholder seg.

Denne typen resultater kan produseres for en hvilken som helst periode der vi har modellresultater for strøm, samt reelle estimat på hvor mange lakselusnauplier som slippes ut. Dette siste får vi gjennom den rapporteringen industrien gir ukentlig for antall lus og månedlig for biomasse. Ideelt sett skulle denne informasjonen vært tilgjengelig hyppigere. I 2016 har Havforskningsinstituttet gjennomført operasjonelle simuleringer av lakseluskonsentrasjoner langs Norskekysten basert på rapporter fra alle oppdrettsanlegg i drift samt resultater fra Meteorologisk institutts operasjonelle simuleringer av strøm med modellen NorKyst800 (Figur 4). Resultatene lagres ukentlig som 10-dagers gjennomsnittsverdier på Havforskningsinstituttets webside (<http://webprod1.nodc.no:8080/smittepress/v1/>).



Figur 4. Eksempel på fordeling av smittsomme lakseluskopepoditter. Fordelingen gjelder for perioden 2-11. august 2017 og viser antall kopepoditter pr. m² i område rundt Sognefjorden. Figuren er hentet fra Havforskningsinstituttets operasjonelle lusesimulering (<http://hi.no/lakseluskart/html/lakseluskart.html>).

For områder av særskilt interesse eller der kystlinjen tilsier at vi trenger høyere romlig oppløsning enn NorKyst800 (800 m gitter), gjennomfører vi rutinemessig spredningssimuleringer med strømmodellresultater fra 50m til 160m (andre områder kan simuleres ved behov).

5. Modellresultatvalidering

Det er viktig å kunne bestemme i hvilken grad modellresultatene gir en realistisk beskrivelse av det smittetrykket de ville laksefiskene opplever. Validering av denne type modellsystem er imidlertid ingen enkel øvelse. For det første estimerer modellen antall smittsomme lakseluskopepoditter (smittedose), mens de aller fleste observasjoner er fra tellinger av lakselus (kopepoditter og andre stadier) som sitter på fisken (smitterespons). Vi trenger altså å etablere en sammenheng mellom antall kopepoditter i vannmassene og det antallet som fester seg på fisken. Det finnes noen studier som beskriver hvordan temperatur, saltholdighet og strøm påvirker smitteprosessen. Det er vist at smitteeffektiviteten er påvirket av temperatur, saltholdighet og strømhastighet (Tucker m.fl., 2000; Browman m.fl., 2004; Genna m.fl., 2005; Frenzl, 2014). Hvordan man skal representere denne smitteprosessen som en funksjon av flere variable er imidlertid enda ikke beskrevet i litteraturen, og som en første ordens tilnærming antar vi en lineær sammenheng mellom smittedose og smitterespons for individuell fisk. For det andre må vi finne en best mulig måte å sammenligne diskrete punktobservasjoner som har grov tidsoppløsning med modellresultater som har god oppløsning i både tid og rom. Dette er heller ikke rett frem og det er mulig å velge flere fremgangsmåter, samt ulike parametre som sier noe om kvaliteten på modellproduktet. En oversikt over litteraturen på dette feltet, samt de valg som er gjort for å sammenligne modellresultatene med observasjoner fra smoltbur i Hardangerfjorden er i beskrevet i Sandvik m. fl., 2016.

Resultatene fra Hardangerfjorden, som inkluderer fire år og mer enn 100 ulike datapunkt, viste at fordelingen av lakseluslarver estimert med modellen passet godt sammen med den

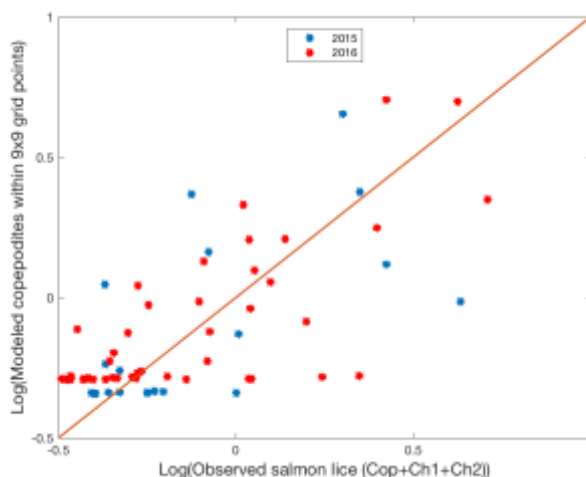
skjeve fordelingen som kom frem i det observerte datasettet, inndelt i infeksjonsklasser. Infeksjonsklassene er definert som under 1 lus i snitt på burfisk (abundans), 1-5 lus, 5-10 lus og mer enn 10 lus. I 78% av burobservasjonene var modellen i stand til å estimere riktig infeksjonsklasse, mens den i 18% av burobservasjonene underestimerte med en luseklasse, mens de resterende 4% ble over eller underestimert med 2 luseklasser. Det ble også vist at den høye treffsikkerheten til modellen er langt over det vi kunne ha oppnådd ved en ren tilfeldighet.

I et pågående arbeid har vi videre sammenlignet modellert fordeling av lakseluskoepoditter med observert mengde lus på villfanget ørret. Vi har kun sett på fisk som ble fanget i den første perioden av overvåkingen (Nilsen m.fl., 2017), siden denne best representerer forventet utvandringstidspunkt for laksesmolt i de ulike områdene. Vi har videre avgrenset til fisk som er mindre enn 150 gram. Perioden strekker seg fra 23. mai på Sørlandet til slutten av juni i Finnmark. Datagrunnlaget fra 2015 utgjør da 1088 fisk fordelt på 21 stasjoner og fra 2016 var det 1733 fisk fordelt på 44 stasjoner. Fra observasjonene har vi summert opp antall tidlige lus (koepoditter, chalimus 1+2) og beregnet totalt antall lus relativt til vekt (lus per gram kroppsvekt) i gjennomsnitt for hver stasjon. Fra modellen har vi beregnet antall koepoditter innenfor ulike radius fra observasjonspunktet (3x3, 5x5, 9x9 gridruter), midlet i rom og summert over en tre ukers periode som inkluderer de to ukene prøvefisket har foregått og en uke i forveien (Tabell 1, Figur 5).

Tabell 1: Spearman rank korrelasjon mellom observasjoner (tidlige stadier og relativt antall per gram) og modellresultater i ulike radius omkring observasjonspunktet (3x3, 5x5, 9x9 gridpunkter).

2015/2016	Tidlige stadier	Totalt antall (lus/gr)
3x3 gridruter	0,61/0,57	0,63/0,67
5x5 gridruter	0,61/0,64	0,62/0,69
9x9 gridruter	0,71/0,69	0,73/0,72

Når man slår sammen de to ulike årene til en lang serie blir korrelasjonen 0,675 for tilfellet med tidlige stadier og 9x9 gridpunkter (0,71/0,69). Ellers er tidsseriene holdt separat fordi antall observasjoner er cirka dobbelt så mange i 2016 sammenlignet med 2015 og stasjonene er ikke nødvendigvis de samme mellom år. 2016 var også det første året med observasjoner i alle produksjonsområder.



Figur 5. Sammenheng mellom observerte lusepåslag (tidlige stadier) og modellert konsentrasjon av kopepoditter (9x9 gridruter) for 2015 (blå) og 2016 (rød), tidsseriene er standardisert og plottet på logaritmisk skala for sammenligning.

Sammenligningen viser at modellen viser høy korrelasjon mellom modellert og observert smittepress i hele landet. Kvaliteten på modellresultatene anses derfor som svært god og man kan dermed konkludere at modellen beregner realistisk smittepress i alle produksjonsområdene, både høye og lave verdier.

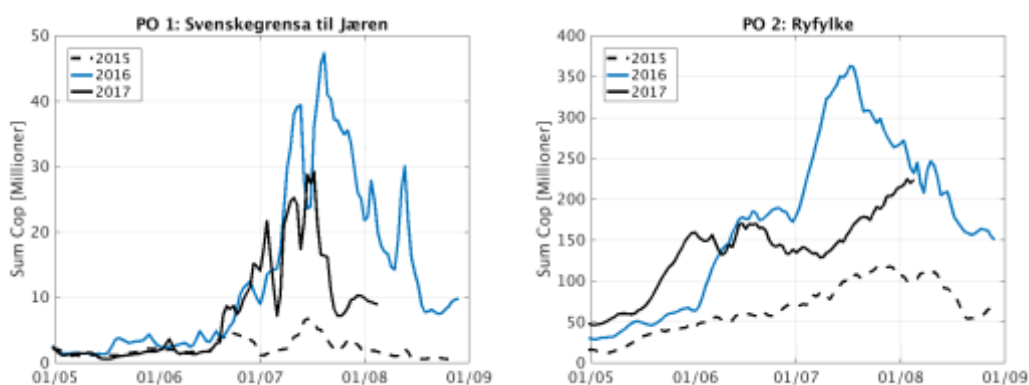
6. Modellprodukter

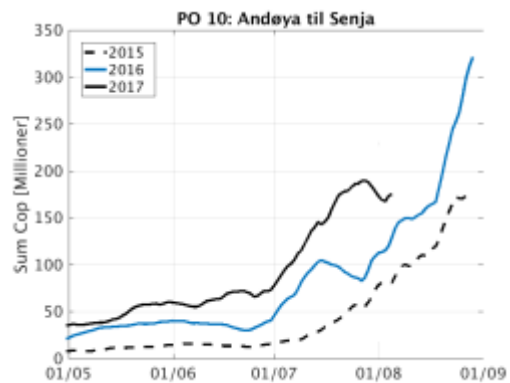
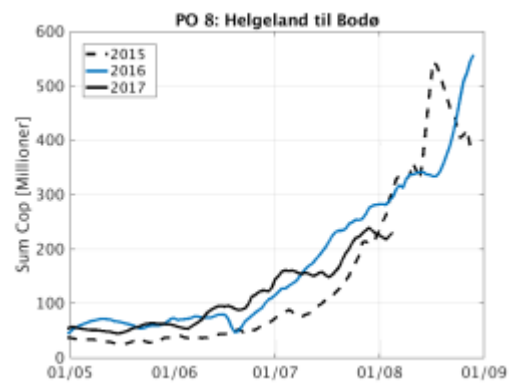
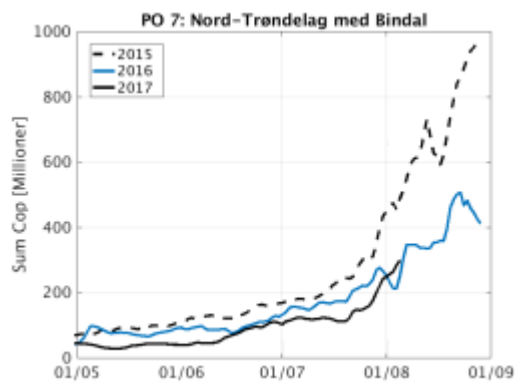
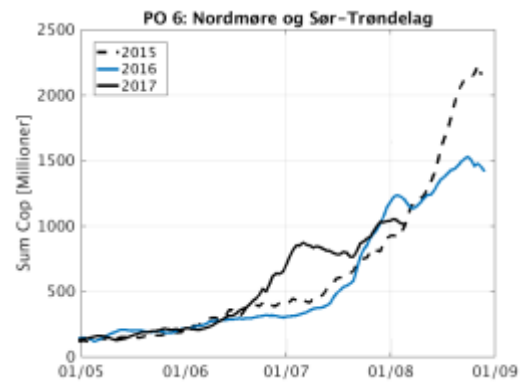
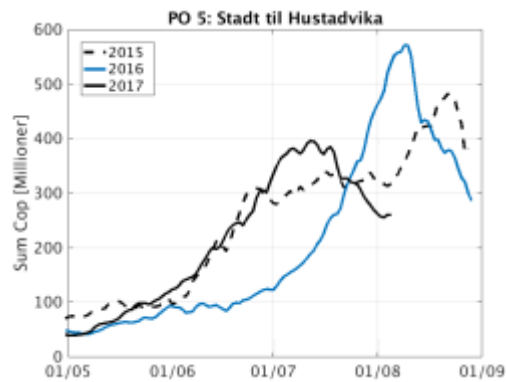
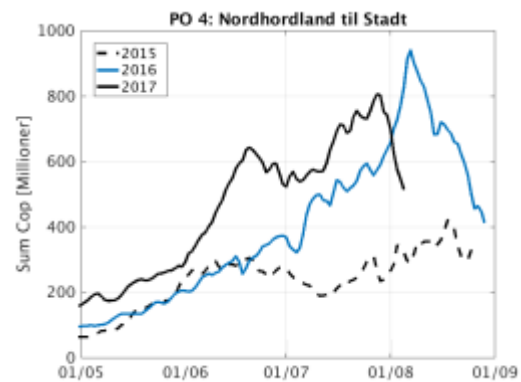
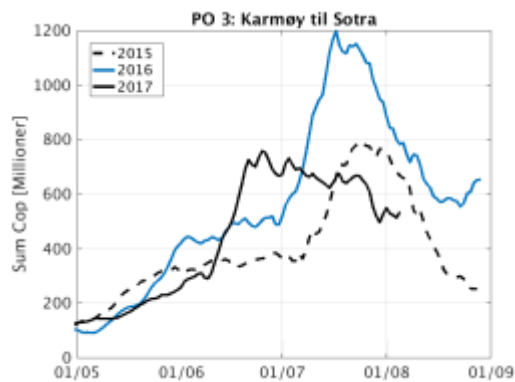
Sluttproduktet fra lakselusmodellen er antallet smittsomme kopepoditter i produksjonsområdene til enhver tid. Summen over hvert produksjonsområde er vist som tidsserier for 2015 og 2016 under.

6.1 Tidsutvikling av kopepoditter innen produksjonsområdene

Gitt at den modellerte fordelingen av smittsomme lakseluscopepoditter i rom og tid er en realistisk beskrivelse av det reelle smittepresset for villfisk, og gitt at sammenhengen mellom smittedose og smitterespons er tilnærmet lineær, kan vi estimere individuell smitte på den villfisken som befinner seg i modellområdet. Vi trenger da å kjenne hvor fisken er og når den er der for å sammenholde med den modellerte kopepodittkonsentrasjonen. Med denne bakgrunnen har vi definert to ulike produkter som søker å relatere modellresultatene til dødelighet på villfisk i produksjonsområdene: *Smittepresskart* og *Virtuell smoltutvandring*. Disse produktene er beskrevet i Appendix V og VI sammen med resultater for 2015 og 2016.

Figurer med tidsutviklingen av antall smittsomme kopepoditter i hvert produksjonsområde for 2015 og 2016 som beregnet med spredningsmodellen for lakselus. Siden den tillatte biomassen, og dermed mulig antall klekte nauplier, varierer mye mellom de ulike produksjonsområdene, har figurene ulik skala på y-aksen.





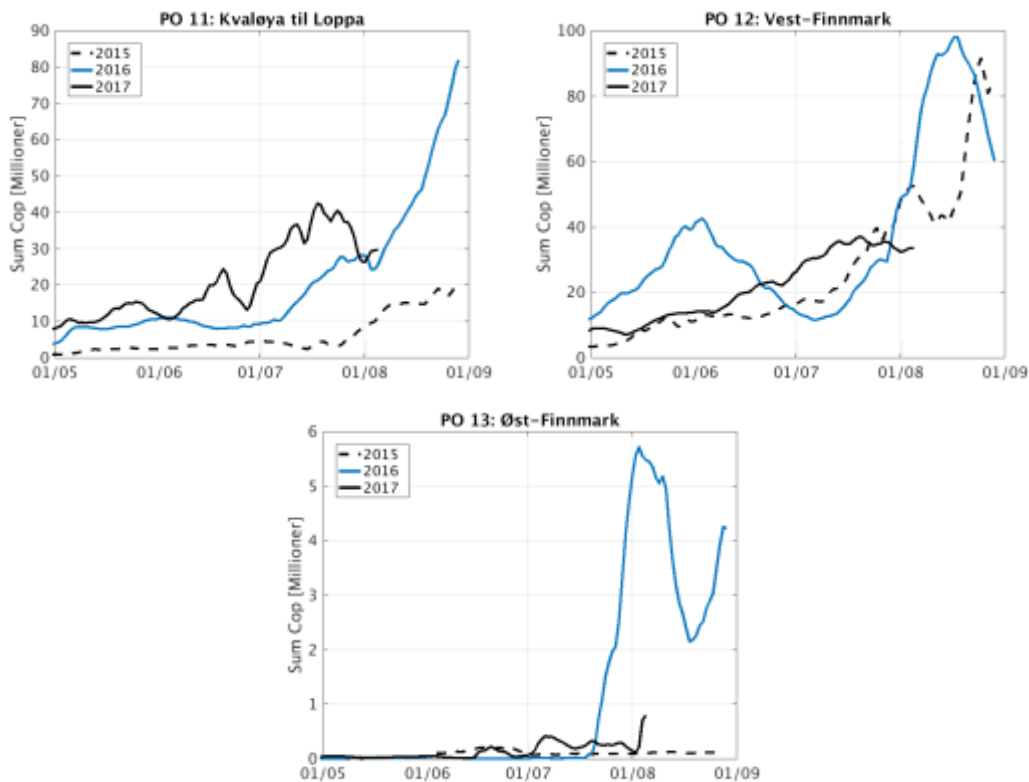
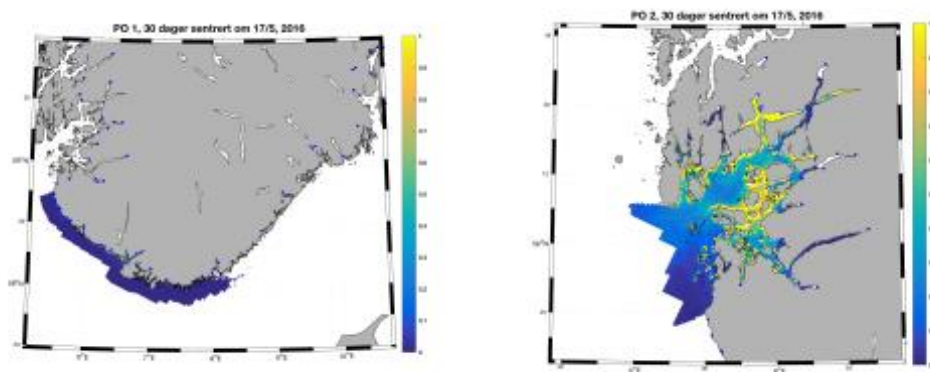
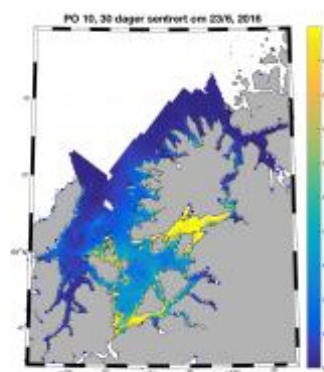
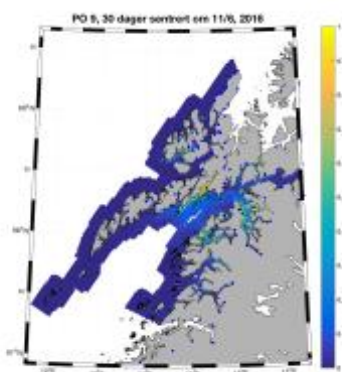
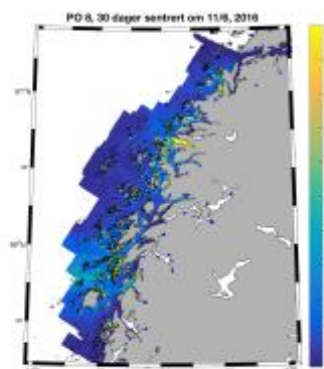
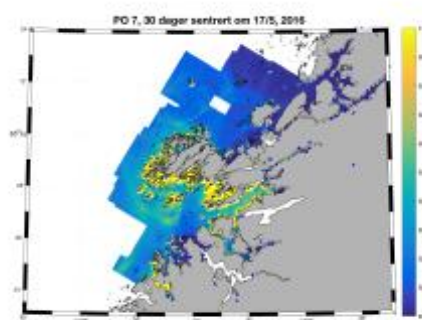
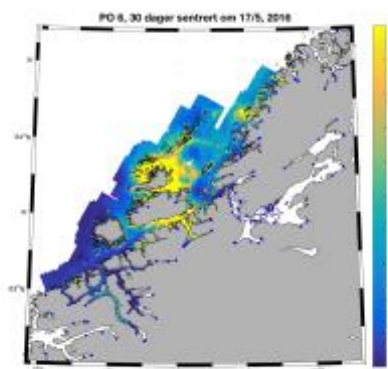
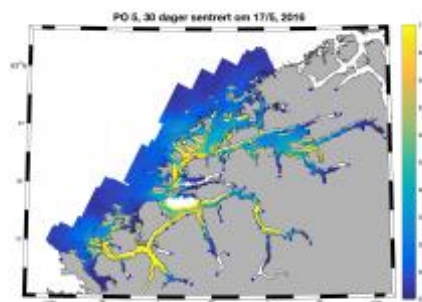
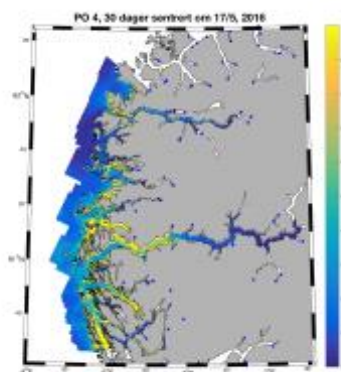
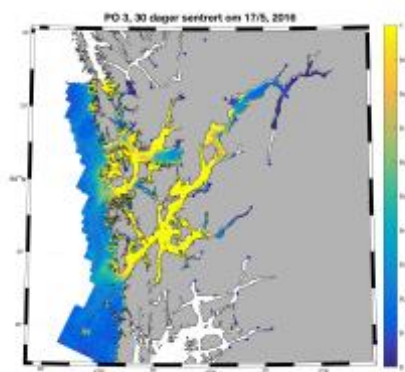


Figure 6. Tidsutviklingen av antall smittsomme kopepoditter i hvert produksjonsområde for 2015, 2016 og 2017 som beregnet med den hydrodynamiske spredningsmodellen for lakselus. Siden den tillatte biomassen, og dermed mulig antall klekte nauplier, varierer mye mellom de ulike produksjonsområdene, har figurene ulik skala på y-aksen.

6.2 Geografisk fordeling av kopepoditter

Sluttproduktet fra lakselusmodellen er antallet smittsomme kopepoditter i produksjonsområdene til enhver tid. Summen over 30 dager omkring den datoen det er estimert at 50% av smolten vandrer fra elv til hav er vist som horisontale kart under (2016 og 2017), og viser relative forskjeller innen de ulike produksjonsområdene. Estimert for utvandring fra over 400 elever er summert i Appendix VI.





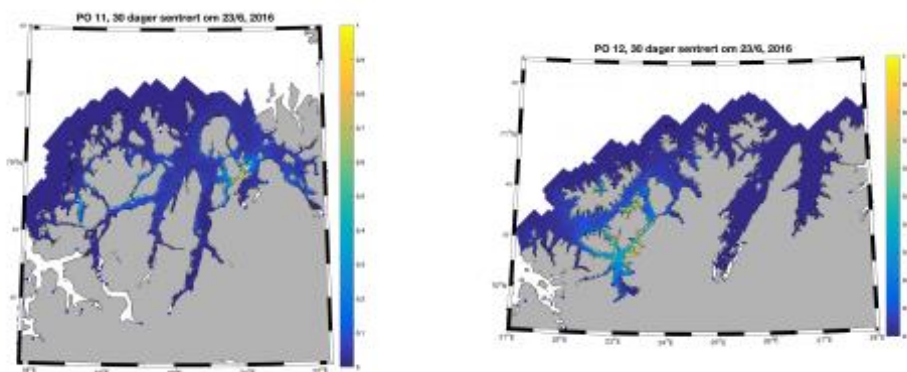
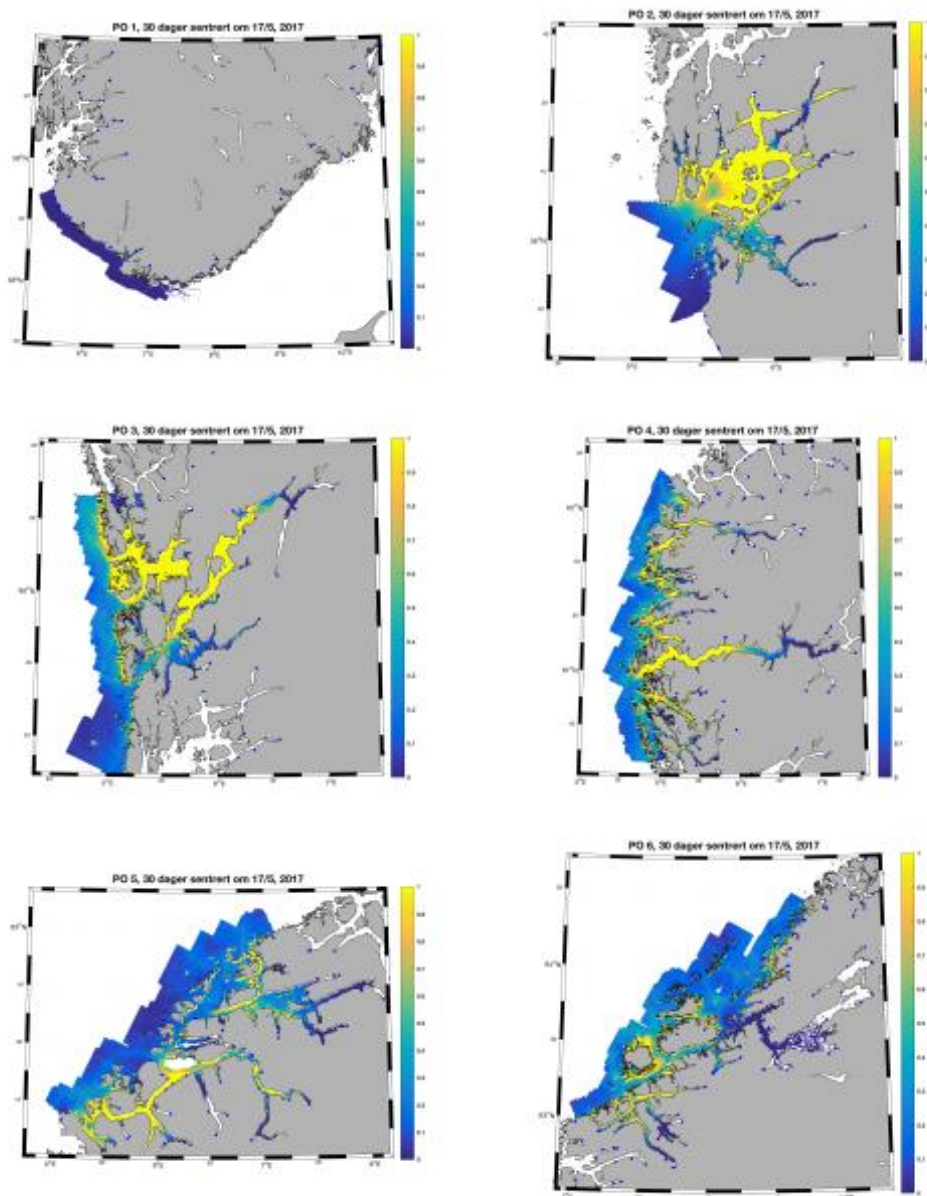


Figure 7a. Tetthet av smittsomme kopepoditter i 2016. Figurene viser antall per kvadratmeter, beregnet med den hydrodynamiske spredningsmodellen for lakselus.



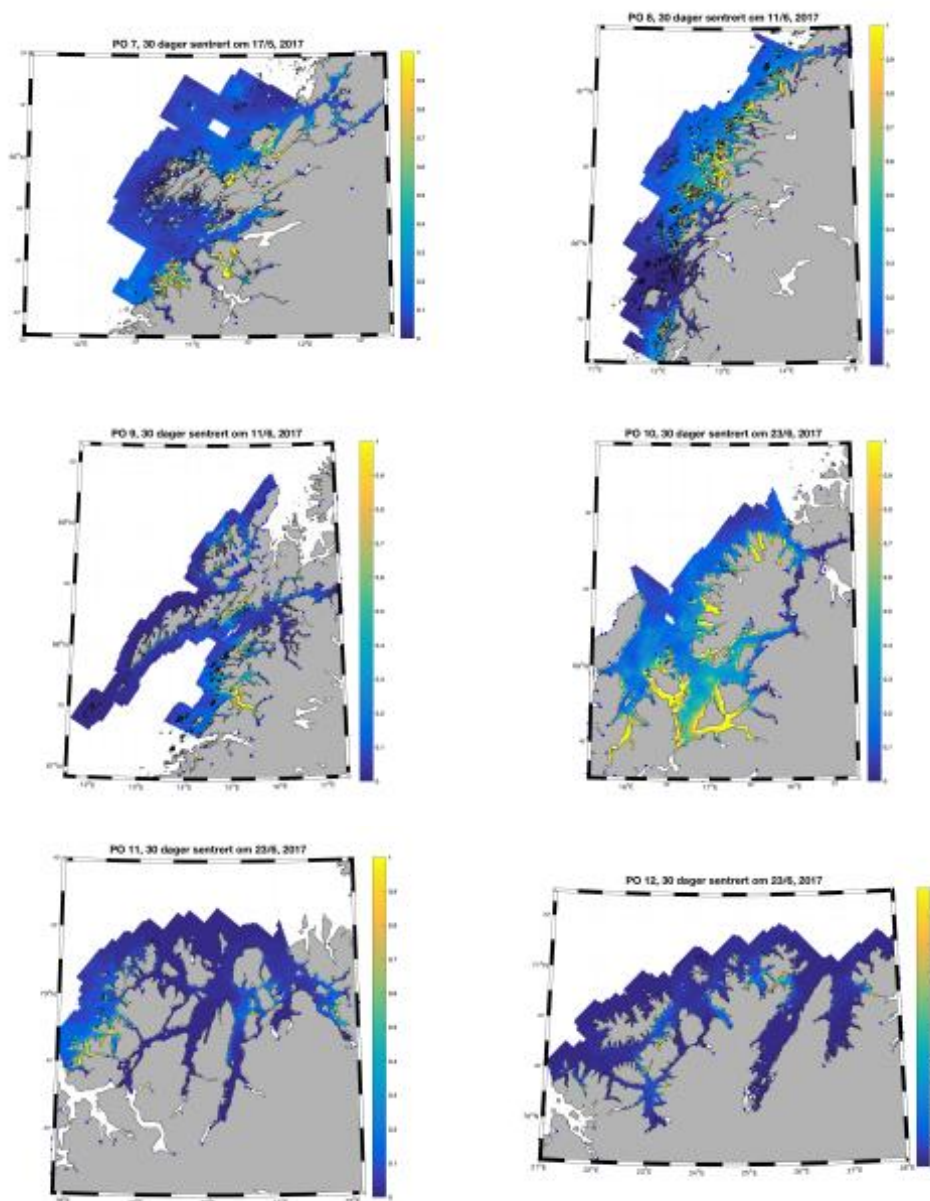


Figure 7b. Tetthet av smittsomme kopepoditter i 2017. Figurene viser antall per kvadratmeter, beregnet med den hydrodynamiske spredningsmodellen for lakselus.

7 Fakta om produksjonsområdene

Basert på konnektivitet mellom anlegg (Ådlandsvik 2015), er det bestemt at kysten deles inn i 13 produksjonsområder, som vist i figur 1. Se også <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/forskrift-om-produksjonsomrader-for-akvakultur-av-matfisk-i-sjo-av-laks-orret-og-regnbueorret-produksjonsomradeforskriften/id2527418/> Når tilstanden i de ulike produksjonsområdene skal beskrives kan det være nyttig å sette opp noen faktiske tall for hvert område, f. eks i tabellen under

	Antall anlegg	MTB	Antall gridruter (800mx800m)
PO 1	10	29770	79562

PO 2	43	127670	27908
PO 3	130	346325	33618
PO 4	116	319685	64334
PO 5	35	115025	34209
PO 6	110	425917	59115
PO 7	41	170825	34177
PO 8	62	196610	50079
PO 9	65	200078	59589
PO 10	54	214615	23088
PO 11	31	128940	33152
PO 12	47	173078	55218
PO 12	4	14160	31370

Tabell 2. Liste over produksjonsområder med antall anlegg, maksimal tillatt biomasse og areal. PO 1: Svenskegrensen til Jæren, PO 2: Ryfylket, PO 3: Karmøy til Sotra, PO 4: Nordhordaland til Stadt, PO 5: Stadt til Hustadvika, PO 6: Nordmøre og Sør-Trøndelag, PO 7: Nord-Trøndelag med Bindal, PO 8: Helgeland til Bodø, PO 9: Vestfjorden og Vesteålen, PO 10: Andøya til Senja, PO 11: Kvaløya til Loppa, PO 12: Vest-Finnmark, PO13: Øst-Finnmark. Antall anlegg i området vil variere noe fra år til år og gjennom året avhengig av slakt/brakklegging og utsett av ny fisk (tallene her er fra 2016). Maksimalt tillatt biomasse delt på vekt gir totalt antall fisk som er tillatt i produksjonsområdet.

8 Referanser

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

Asplin, L., Boxaspen, K.K. & Sandvik, A.D. 2011. Modeling the distribution and abundance of planktonic larval stages of *Lepeophtheirus salmonis* in Norway. In S.R.M. Jones and R.J. Beamish (eds.) *Salmon Lice: An integrated approach to understanding parasite abundance and distribution*. Wiley-Blackwell, Hoboken, New Jersey, pp. 31-50.

Asplin, L., Johnsen, I.A., Sandvik, A.D., Albretsen, J., Sundfjord, V., Aure, J. & K.K. Boxaspen. 2014. Dispersion of salmon lice in the Hardangerfjord. *Marine Biology Research*, 10:3, 216-225, DOI:10.1080/17451000.2013.810755.

Browman, H., Boxaspen, K.K., Kuhn, P., 2004. The effect of light on the settlement of the salmon louse, *Lepeophtheirus salmonis*, on Atlantic salmon, *Salmo salar* L., *Journal of Fish Disease*, 27, 701-706.

Frenzl, B., 2014. Understanding key factors associated with the infection of farmed Atlantic salmon by the salmon louse *Lepeophtheirus salmonis*. PhD avhandling ved Institute of Aquaculture, University of Sterling, Skottland. 165 sider.

Genna, R.L., Mordue, W., Pike, A.W., Mordue (Luntz), A.J., 2005. Light intensity, salinity, and host velocity influence presettlement intensity and distribution on hosts by copepodids of sea lice, *Lepeophtheirus salmonis*, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 62, 2675-2682.

Johnsen, I.A., Fiksen, Ø., Sandvik, A.D., Asplin, L., 2014. Vertical salmon lice behaviour as a response to environmental conditions and its influence on regional dispersion in a fjord system, *Aquaculture Environment Interactions*, 5, 127-141. DOI: 10.3354/aei00098.

Johnsen, IA., Asplin, L., Sandvik, AD., Serra-Llinares, RM., 2016. Salmon lice dispersion in a northern Norwegian fjord system and the impact of vertical movements. *Aquaculture Environment Interactions*, 8: 99-116, DOI: 10.3354/aei00162.

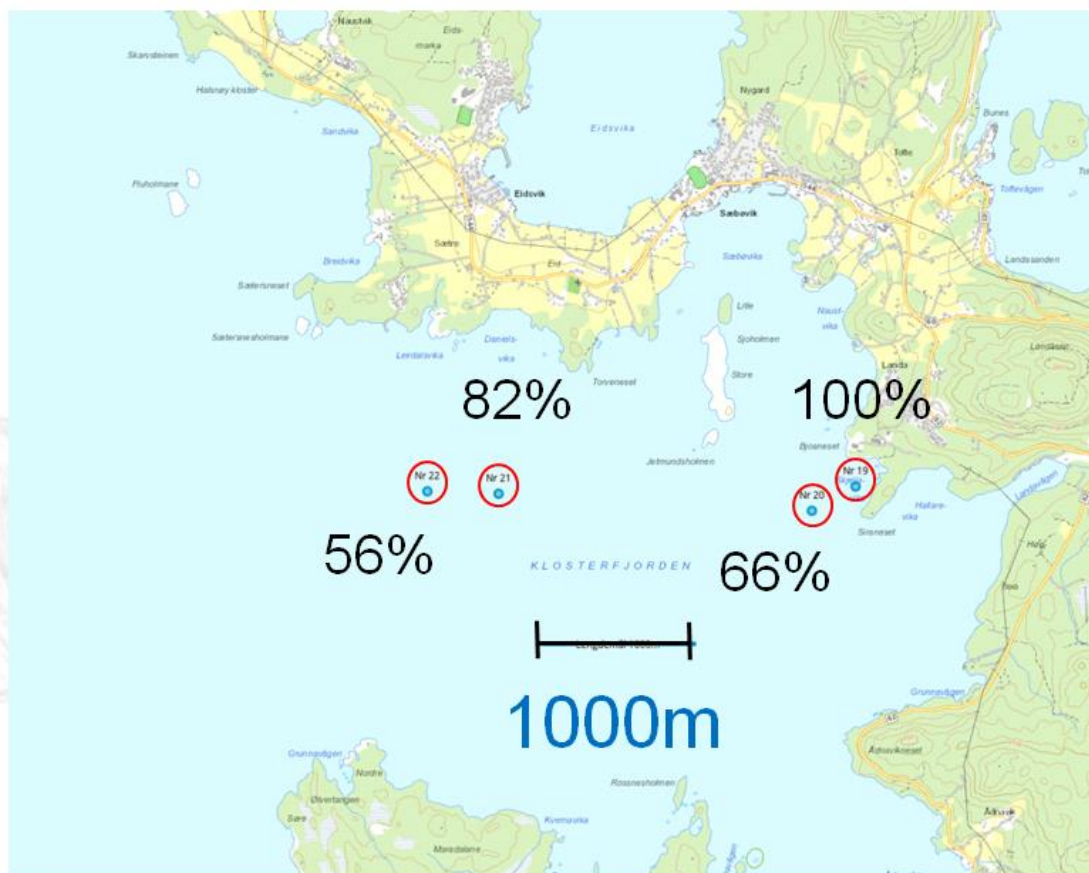
Nilsen, R. m.fl., 2017. Lakselusinfestasjon på vill laksefisk langs norskekysten i 2016, Rapport fra Havforskningen, Nr1-2017, 56 sider.

Sandvik, A.D., Bjørn, P.A., Ådlandsvik, B., Asplin, L., Skarðhamar, Johnsen, I.A., Myksvoll, M., Skogen, M.D., 2016. Toward a model-based prediction system for salmon lice infestation pressure. *Aquaculture Environment Interactions*, 8: 527-542, doi:10.3354/aei00193.

Sandvik, A.D., Skagseth, Ø., Skogen M.D., 2016. Model validation: Issues regarding comparisons of point measurements and high-resolution modeling results, *Ocean Modelling*, 106, 68-73.

Smittepress fra lakselus på vill laksefisk - estimert fra luselarvefelt med stor variabilitet

Anne D. Sandvik, Lars Asplin, Pål Arne Bjørn, Ingrid A. Johnsen, Jofrid Skarøhamar,
Mari S. Myksvoll, Bjørn Ådlandsvik, Morten Skogen
31.mars 2017 (rev 17.august 2017)



Variasjon i middelverdi av lus på smolt i bur som stod relativt tett i Hardangerfjorden
23mai -8. juni 2016.



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Innhold

1. BAKGRUNN.....	3
2. METODE	3
3. RESULTAT.....	4
3.1 PO 1: SVENSKEGRENSA TIL JÆREN.....	5
3.2 PO 2: RYFYLKE	6
3.3 PO 3: KARMØY TIL SOTRA.....	7
3.4 PO 4: NORDHORDLAND TIL STADT.....	8
3.5 PO 5: STADT TIL HUSTADVIKA.....	9
3.6 PO 6: NORDMØRE OG SØR-TRØNDELAG	10
3.7 PO 7: NORD-TRØNDELAG MED BINDAL	11
3.8 PO 8: HELGELAND TIL BODØ.....	12
3.9 PO 9: VESTFJORDEN OG VESTERÅLEN	13
3.10 PO 10: ANDØYA TIL SENJA.....	14
3.11 PO 11: KVALØYA TIL LOPPA	15
3.12 PO 12: VEST-FINNMARK.....	16
3.13 PO 13: ØST-FINNMARK.....	17
4. REFERANSER.....	32

1. Bakgrunn

Havforskningsinstituttet modellerer konsentrasjonen av smittsomme lakseluskoepoditter med høy oppløsning i tid og rom for hele landet basert på rapportert mengde lakselus i oppdrettsanlegg og de reelle strømforholdene. Denne informasjonen kan benyttes til å se på relative forskjeller mellom områder og år, men kan være vanskelig å tolke i forhold til hvor og når lusmengden er så stor at den vil gjøre skade på de ville laksefiskene. Vi har derfor utarbeidet **to** produkt som er en **tolkning** av koepodittkonsentrasjonen. Et vi kaller *virtuell smoltutvandring* som er beskrevet i et eget notat (Appendix VI), og et vi kaller *kalibrert smittepresskart (ROC)* som er beskrevet i dette notatet.

Smittepresskartet som vises er en kalibrering av den modellerte koepodittkonsentrasjonen der vi bruker informasjon fra observert lakselupåslag på fisk i smoltbur. Metoden er beskrevet under og i Sandvik m.fl. (2016).

De kalibrerte smittepresskartene kan tolkes som at villfisken som oppholder seg i områder med høy klasse i løpet av den perioden smittepresskartet gjelder for, trolig vil få på seg mer enn 10 lus, mens fisk som oppholder seg i områder med lav smitteklasse vil få på seg mindre enn 1 lus. I områder med middels smittepress vil den ville laksefisken få på seg mellom 1 og 10 lus. For en liten fisk (20g) vil 10 lus være en dødelig dose, mens fisk som får på seg færre lus vil være noe påvirket, uten at det fører til direkte død. Indirekte død på grunn av økt risiko for andre sykdommer, samt redusert vekst og kondisjon vil ikke være usannsynlig. Grenseverdiene (1 og 10 lus) er satt på bakgrunn av konservativ empiri, slik at vi skal være rimelig sikre på effektene over og under disse.

2. Metode

Som et ledd i overvåkingen har Havforskningsinstituttet hver vår siden 2004 benyttet blant annet smoltbur til å estimere hvor mye lakselus som finnes i Hardangerfjorden. Smoltburene, også kalt vaktbur, er små bur med ca 30 laksesmolt (oppdrettet) per bur som står ute på forskjellige steder i fjorden i en kortere periode (to - tre uker). I løpet av denne perioden vil det kunne feste seg lakselus på denne smolten, og i skrivende stund tror vi dette er det beste estimatet vi kan oppnå av lusepresset for vill fisk ved hjelp av observasjoner. Fra 2012 – 2015 utgjorde alle smoltburdata fra Hardangerfjorden en serie med 122 observasjoner. Les mer om overvåking av lakselus i felt på http://www.imr.no/temasider/parasitter/lus/lakselus/overvaking_av_lakselus_1/nb-no

Antall lus som blir observert per fisk kan av flere årsaker variere til dels mye innen et bur. Vi har derfor valgt å benytte oss av middelverdien for hvert bur når vi skal sammenligne med tilsvarende data fra modellen. Basert på erfaring og publiserte tall (Holst m. fl., 2003 og Finstad & Bjørn, 2011) er det rimelig å anta at dersom middelverdien i buret er over 10 lus per fisk er smittepresset så høyt at vill laksefisk som befinner seg i området vil bli påført stor skade (omfang avhengig av størrelsen på fisken), og for en liten laksesmolt vil denne dosen trolig være dødelig. Videre antar vi at dersom middelverdien er mindre enn 1 lus per fisk vil lusepresset i fjorden være så lavt at det blir ingen eller liten skade på fisken.

For et forvaltningssystem vil det viktigste være å kartlegge de områdene langs kysten som har et forhøyet smittepress. Smoltburdataene fra 2012-2015 ble derfor delt i 2 kategorier (over og under 10 lus per fisk) og ble videre benyttet til kalibrering av den modellerte koepodittkonsentrasjonen til to smittepressklasser. Metoden er beskrevet i Sandvik m.fl. (2016) og benytter seg av et areal (3x3 gridceller) rundt smoltburposisjonen når smittepresset skal beregnes. Denne metoden kunne i prinsippet ha blitt utvidet til å inkludere flere luseklasser. Vi har imidlertid foreløpig valgt å gjenta prosedyren for å bestemme hvilke områder som var uten påvirkning fra oppdrett, nå ved å dele datasettet inn i bur med over og under 1 lus per fisk. Områdene som ligger mellom kan da klassifiseres til å ha middels høyt smittepress.

Definisjonen på om en posisjon har høyt smittepress eller ikke er om mer enn 80% av arealet i nærområdet til smoltburet (3x3 gridceller) har mer enn 1.5 lus per kvadratmeter. Middels smittepress

er definert som at mer enn 40% av arealet i nærområdet har mer enn 0.3 lus per kvadratmeter. Resten av områdene har lavt smittepress.

Vi har valgt å kalle det nye produktet for kalibrert smittepresskart eller ROC (Relative Operating Characteristic) etter metoden som er benyttet til kalibrering. Dette er altså en kalibrering av kopepodtettetheten, der høyt smittepress tilsvarer mer enn 10 lus i gjennomsnitt på smoltburfisk, lavt smittepress tilsvarer mindre enn 1 lus i gjennomsnitt på smoltburfisk og midlere smittepress tilsvarer mellom 1 og 10 lus i gjennomsnitt per fisk. Dette kan tolkes som at villfisken som oppholder seg i områder med høyt smittepress i løpet av den angitte perioden smittepresskartet gjelder for vil få på seg mer enn 10 lus, mens fisk som oppholder seg i områder med lavt smittepress vil få på seg mindre enn 1 lus.

For de fleste problemstillinger vil slike kart være et nyttig verktøy for den som skal si noe om lakselusen sin påvirkning på vill laksefisk i et gitt område. Når problemstillingen blir at man skal gi ett enkelt svar som skal gjelde for hele produksjonsområdet må vi se på mer integrerte verdier (tid og rom).

Hvordan kommer vi oss fra kalibrerte smittepresskart til estimert dødelighet (eller sannsynlighet for høyt påslag) innen hvert enkelt produksjonsområde? Horisontale kart viser den geografiske utbredelsen av lavt, middels og høyt kalibrert smittepress. For å kunne si noe om tidsutvikling og i hvor stor del av produksjonsområdet det vil være forhøyet (dødelig), moderat og lavt smittepress har vi beregnet en glidende 30 dagers sum, vektet mot størrelsen på arealet som er avgrenset av en linje som ligger 9,6 km fra land. Videre har vi antatt at dødeligheten (sannsynligheten for høyt påslag) innen området med middels smittepress er 50%. Et samlet estimat for sannsynligheten av høyt påslag (dødelighetsestimat) for hele området kan da grovt beregnes som: sum areal med høyt smittepress + 50% multiplisert med areal med middels smittepress. Verdien i kolonnen ”HI smittepress” er satt på bakgrunn av en samlet vurdering: horisontalt smittepresskart, tidsutvikling og sannsynlighet for høyt påslag (estimert dødelighet) for hele området rundt datoen (30 dager) som er satt som den mest sannsynlige for smoltutvandringen.

3. Resultat 2016

Størrelsen på arealet med høyt, middels og lavt kalibrert smittepress vil avhenge av den tiden vi integrer over. For å få en best mulig oversikt over det kalibrerte smittepresset i den perioden smolten vandrer ut har vi i figurene under summert over 30 dager rundt datoen for 50% utvandring (se Appendix VI for detaljer om utvandring) og plottet det som horisontale kart i 3 kategorier.

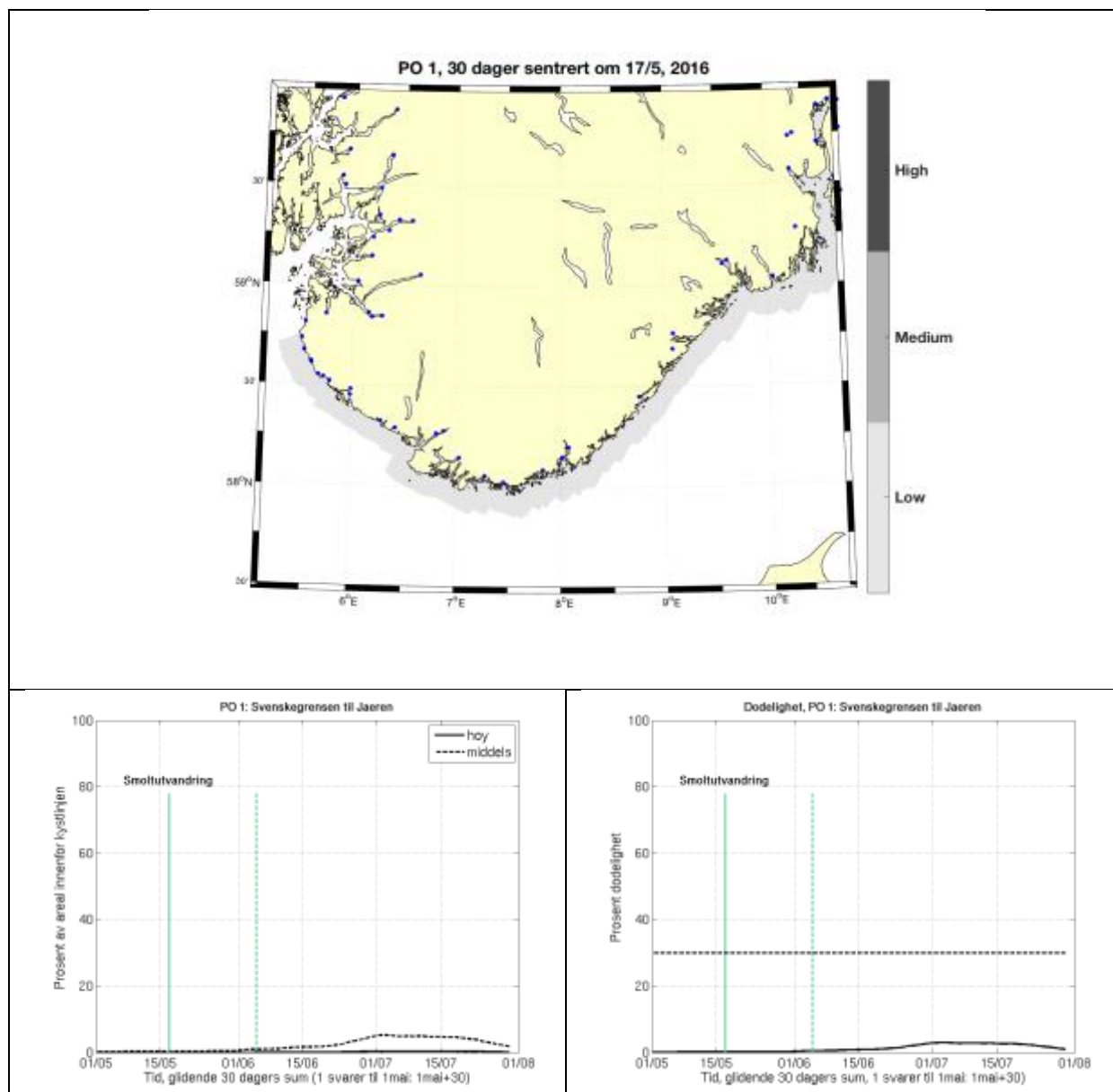
Videre har vi beregnet størrelsen på arealet med høyt og middels kalibrert smittepress som en glidende 30 dagers sum fra 1. mai. Dette arealet er plottet som fraksjon av arealet i forhold til totalarealet i produksjonsområdet innenfor en egendefinert kystlinje (definert siden produksjonsområdene strekker seg forholdsvis langt til havs). Kystlinjen er definert som alle sjøpunkt som ikke ligger mer enn 9,6 km fra land. I tillegg er det plottet to tynne linjer som viser det relative arealet med høyt smittepress i en tenkt situasjon der grenseverdien mellom høy og middels henholdsvis økte og avtok med 25%.

Et estimat av smoltutvandringsperioden for de ulike produksjonsområdene er indikert som vertikale linjer på disse plottene. De stiplede linjene viser tidspunkt for første og siste utvandringsdato, mens den heltrukne indikerer tidspunktet for når halvparten av smolten har vandret ut. Nøyaktige tidspunkt for hver elv kan finnes i Appendix VI. Til sist er sannsynligheten for høyt påslag (estimert prosent dødelighet) i hele området plottet. Dersom denne kommer over 30% blir området klassifisert som sterkt påvirket, 10-30% middels påvirket og under 10% lite påvirket.

For alle områdene gjelder det at smittepresset øker utover sommeren. Villfisk som står senere på året i fjorden (sjørret og sjørøye) vil derfor være mye mer utsatt for skade pga av lakselus enn smolten som vandrer ut i havet tidligere.

3.1 (2016) PO 1: Svenskegrensa til Jæren

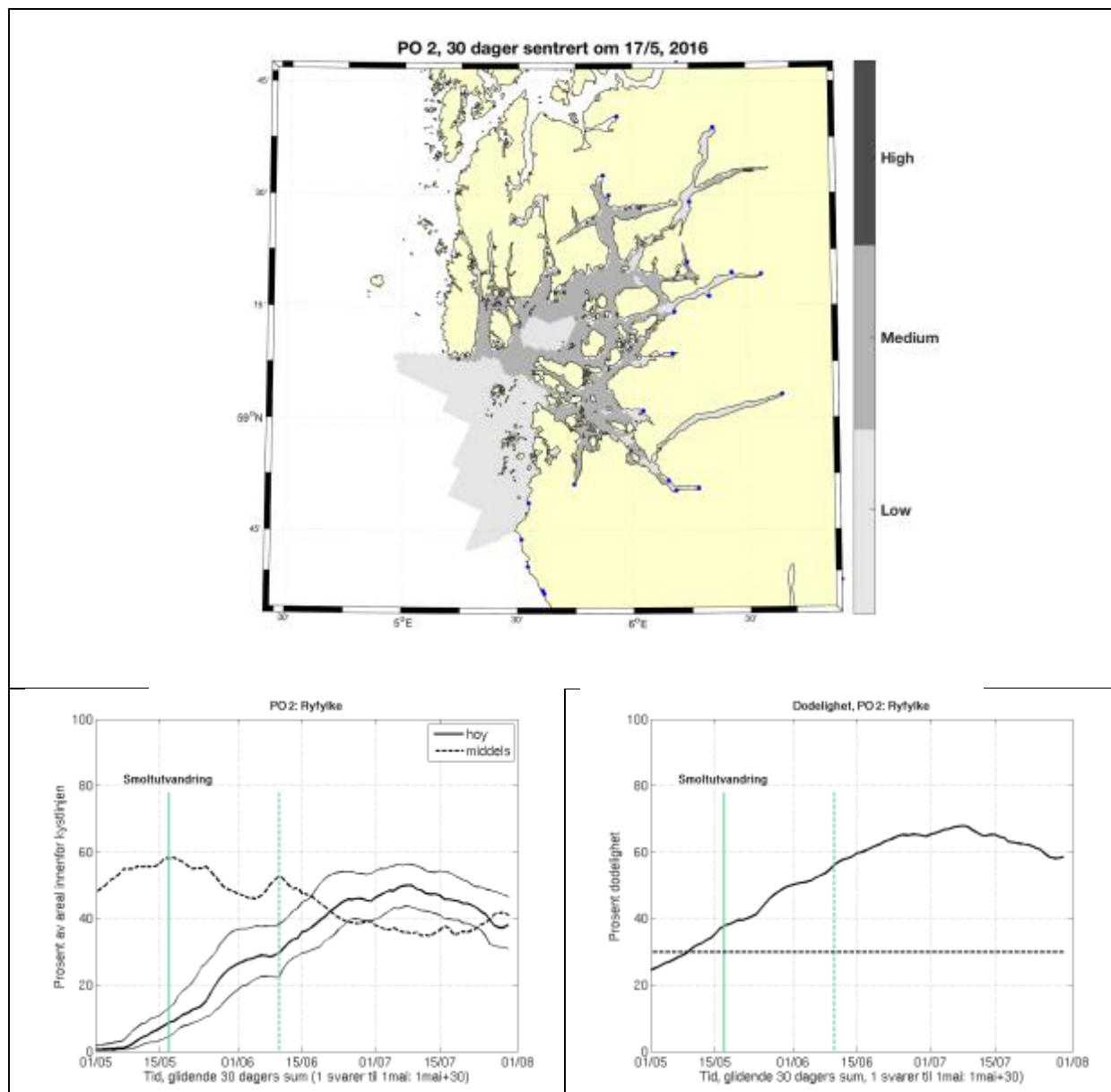
I dette produksjonsområdet vandrer hovedvekten av smolten ut rundt midten av mai. Smittepresset er lavt i hele området, og laksesmolten som vandrer ut vil trolig ikke bli påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene.



Figur 1. Øverst: kalibrert smittepresskart som viser områder med lavt, middels og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager sentrert rundt tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Nede til venstre: Hel og stiplede linje viser andel av arealet som har henholdsvis høy og middels smittepress. Nede til høyre: Estimert dødelighet, basert på figuren til venstre og antagelsen om at midlere smittepress svarer til 50% dødelighet.

3.2 (2016) PO 2: Ryfylke

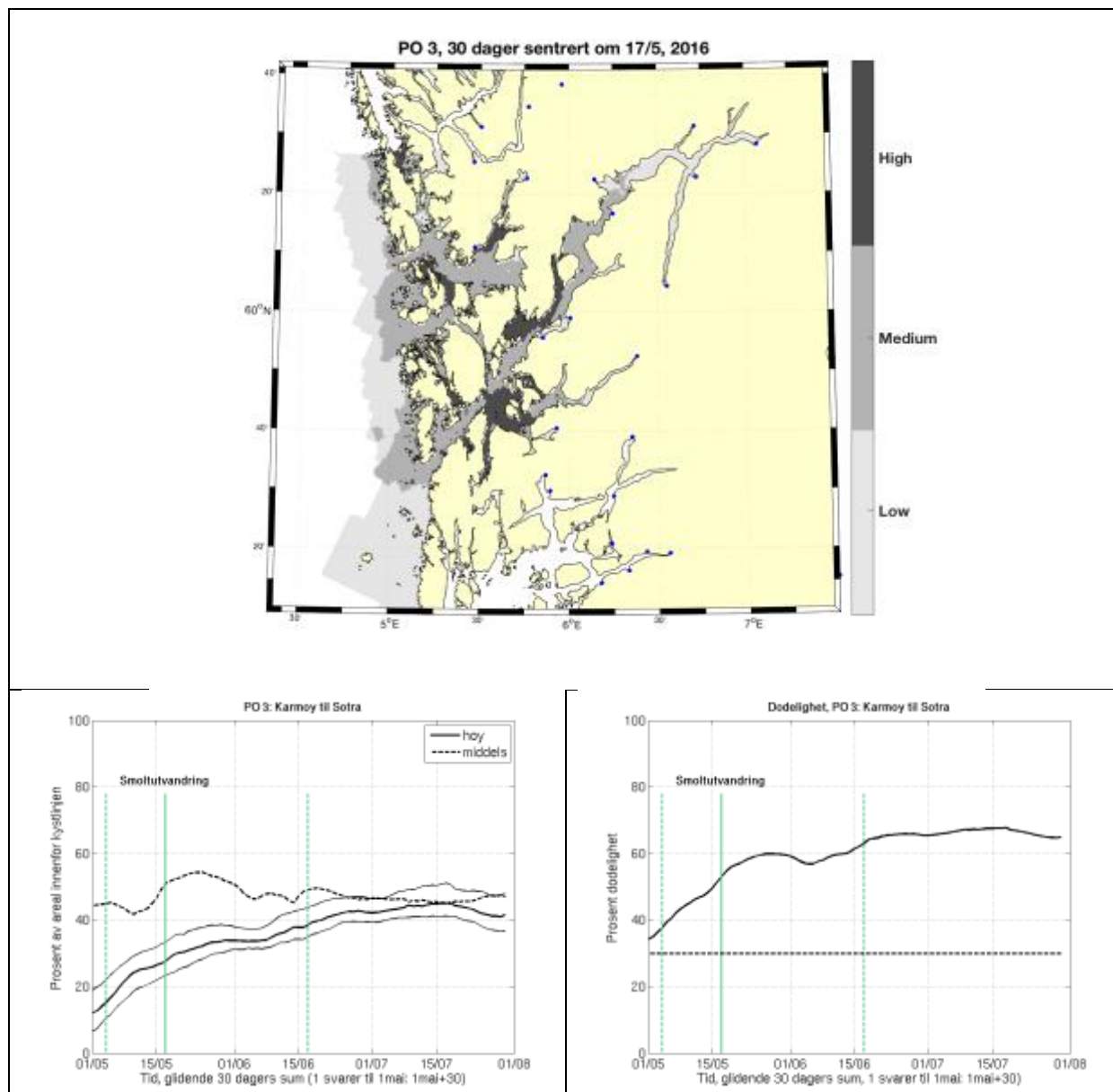
I dette produksjonsområdet vandrer hovedvekten av smolten ut rundt midten av mai. Det kalibrerte smittepresset er moderat til høyt i store deler av området, og laksesmolten som vandrer ut vil bli betydelig påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Dødelighetsestimatet (sannsynlighet for høyt påslag) ved 50 % utvandring er 35-40% (dvs. at i 35-40% av produksjonsområdet er smittepresset så høyt at fisk som befinner seg der i 30 dager vil få på seg en dødelig dose).



Figur 2. Øverst: smittepresskart som viser områder med lavt, middels og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager sentrert rundt tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Nede til venstre: Hel og stiplede linje viser andel av arealet som har henholdsvis høy og middels smittepress. Nede til høyre: Estimert dødelighet, basert på figuren til venstre og antagelsen om at midlere smittepress svarer til 50% dødelighet.

3.3 (2016) PO 3: Karmøy til Sotra

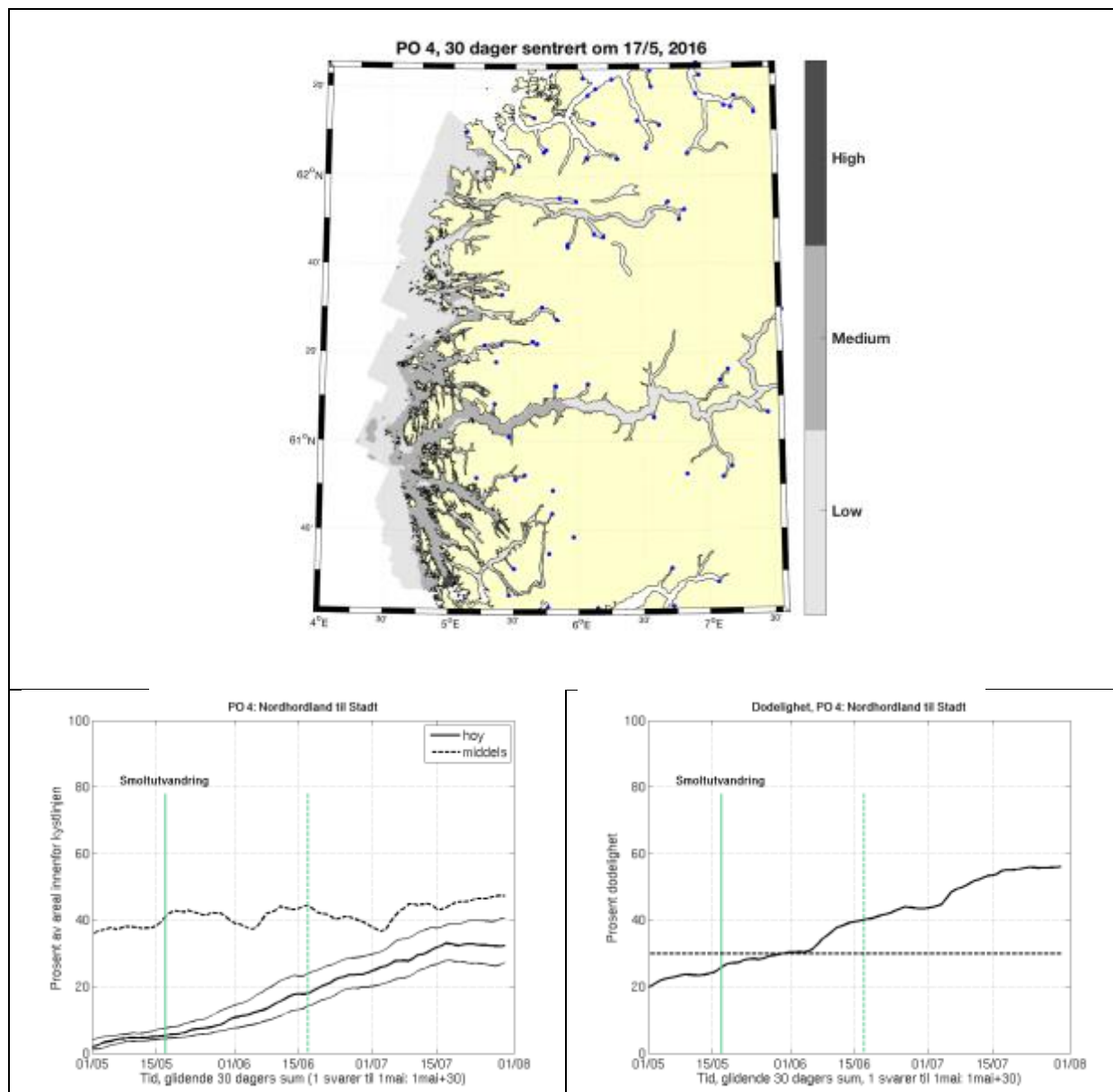
I dette produksjonsområdet vandrer hovedvekten av smolten ut rundt midten av mai. Det kalibrerte smittepresset er moderat til høyt i store deler av området, og laksesmolten som vandrer ut vil bli betydelig påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Dødelighetsestimatet (sannsynlighet for høyt påslag) ved 50 % utvandring er ca 50 % (dvs. at i 50 % av produksjonsområdet er smittepresset så høyt at fisk som befinner seg der i 30 dager vil få på seg en dødelig dose).



Figur 3. Øverst: smittepresskart som viser områder med lavt, middels og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager sentrert rundt tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Nede til venstre: Hel og stiplede linje viser andel av arealet som har henholdsvis høy og middels smittepress. Nede til høyre: Estimert dødelighet, basert på figuren til venstre og antagelsen om at midlere smittepress svarer til 50% dødelighet.

3.4 (2016) PO 4: Nordhordland til Stadt

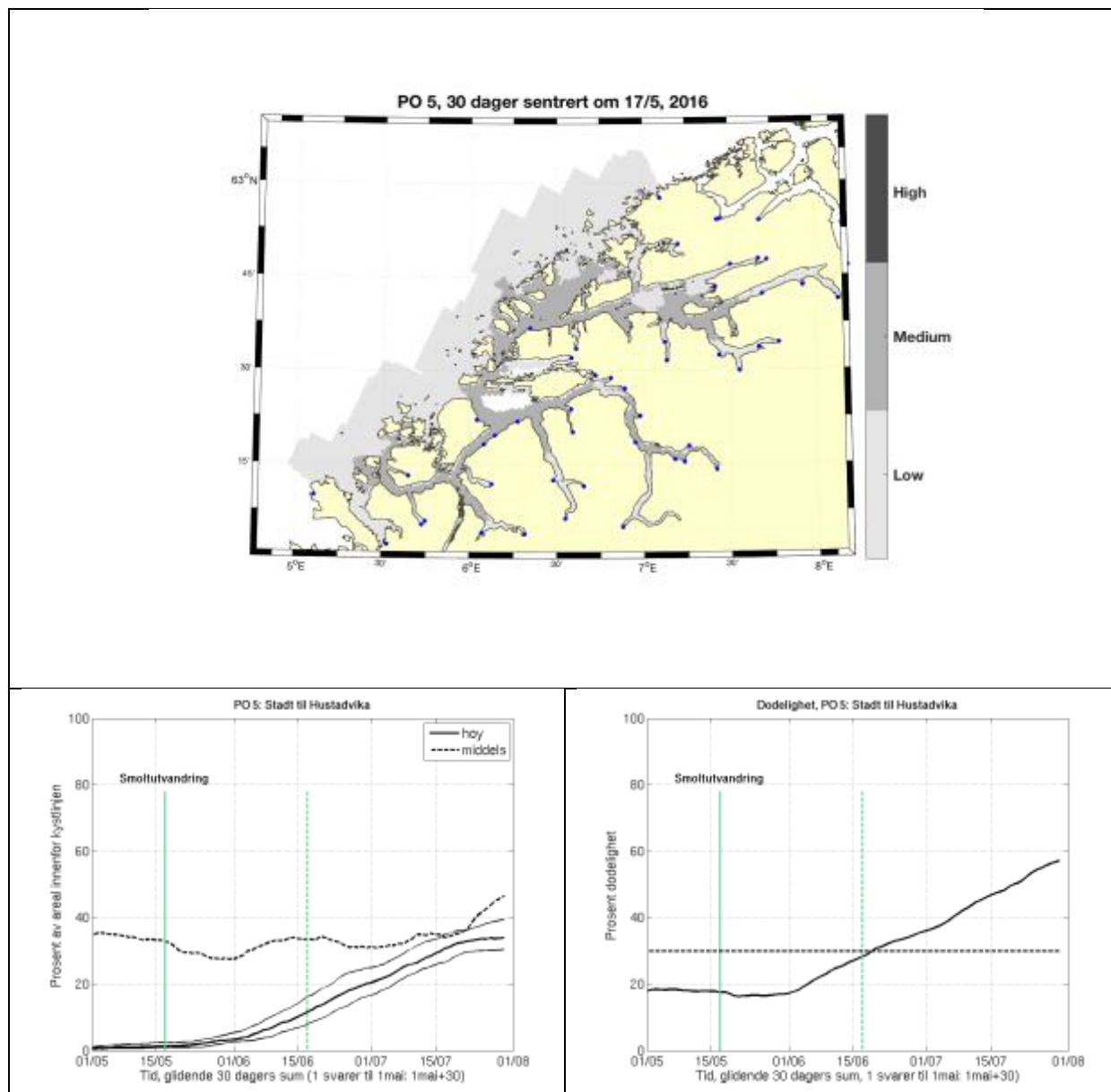
I dette produksjonsområdet vandrer hovedvekten av smolten ut rundt midten av mai. Det kalibrerte smittepresset er moderat til høyt i store deler av området (høyest i sør), og laksesmolten som vandrer ut vil bli betydelig påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Dødelighetsestimatet (sannsynlighet for høyt påslag) ved 50 % utvandring er ca 25 % (dvs. at i 23 % av produksjonsområdet er smittepresset så høyt at fisk som befinner seg der i 30 dager vil få på seg en dødelig dose).



Figur 4. Øverst: smittepresskart som viser områder med lavt, middels og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager sentrert rundt tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Nede til venstre: Hel og stiplede linje viser andel av arealet som har henholdsvis høy og middels smittepress. Nede til høyre: Estimert dødelighet, basert på figuren til venstre og antagelsen om at midlere smittepress svarer til 50% dødelighet.

3.5 (2016) PO 5: Stadt til Hustadvika

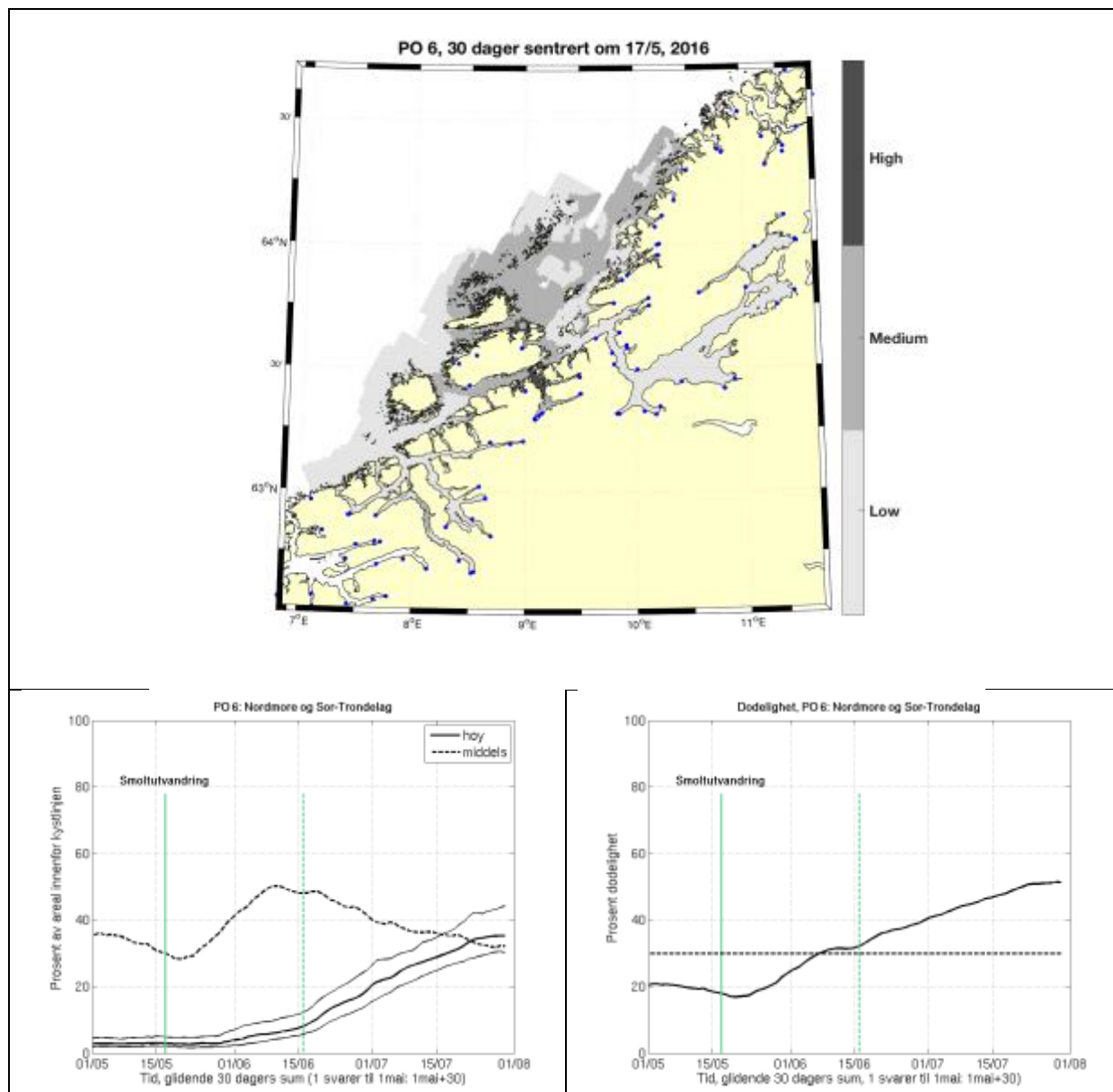
I dette produksjonsområdet vandrer hovedvekten av smolten ut rundt midten av mai. Det kalibrerte smittepresset er moderat i store deler av området, og laksesmolten som vandrer ut vil bli betydelig påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Dødelighetsestimatet (sannsynlighet for høyt påslag) ved 50 % utvandring er ca 18 % (dvs. at i 18 % av produksjonsområdet er smittepresset så høyt at fisk som befinner seg der i 30 dager vil få på seg en dødelig dose).



Figur 5. Øverst: smittepresskart som viser områder med lavt, middels og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager sentrert rundt tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Nede til venstre: Hel og stiplede linje viser andel av arealet som har henholdsvis høy og middels smittepress. Nede til høyre: Estimert dødelighet, basert på figuren til venstre og antagelsen om at midlere smittepress svarer til 50% dødelighet.

3.6 (2016) PO 6: Nordmøre og Sør-Trøndelag

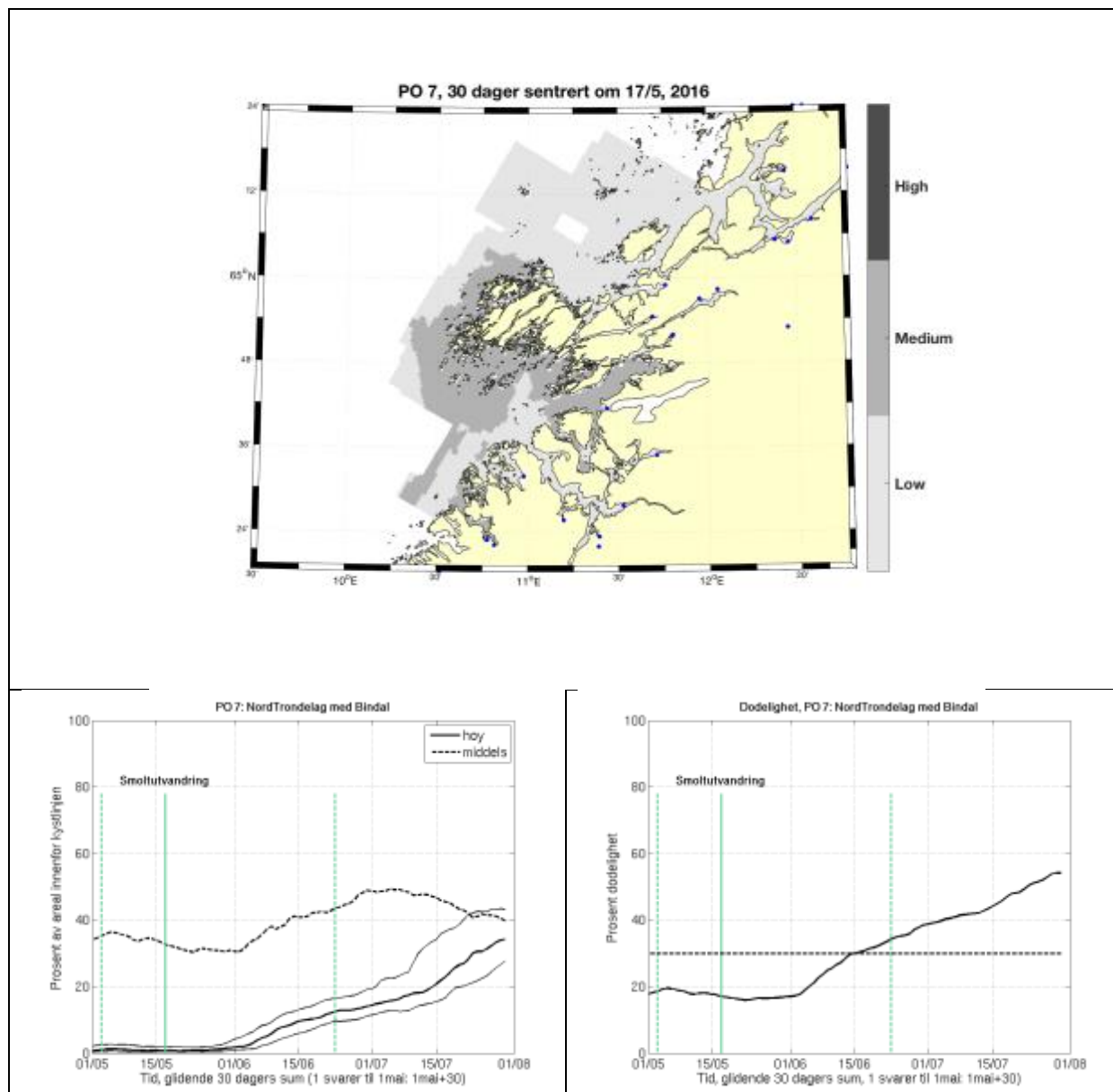
I dette produksjonsområdet vandrer hovedvekten av smolten ut rundt midten av mai. Det kalibrerte smittepresset er moderat i store deler av området, og laksesmolten som vandrer ut vil bli betydelig påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Dødelighetsestimater (sannsynlighet for høyt påslag) ved 50 % utvandring er ca 18 % (dvs. at i 18 % av produksjonsområdet er smittepresset så høyt at fisk som befinner seg der i 30 dager vil få på seg en dødelig dose).



Figur 6. Øverst: smittepresskart som viser områder med lavt, middels og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager sentrert rundt tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Nede til venstre: Hel og stiplede linje viser andel av arealet som har henholdsvis høy og middels smittepress. Nede til høyre: Estimert dødelighet, basert på figuren til venstre og antagelsen om at midlere smittepress svarer til 50% dødelighet.

3.7 (2016) PO 7: Nord-Trøndelag med Bindal

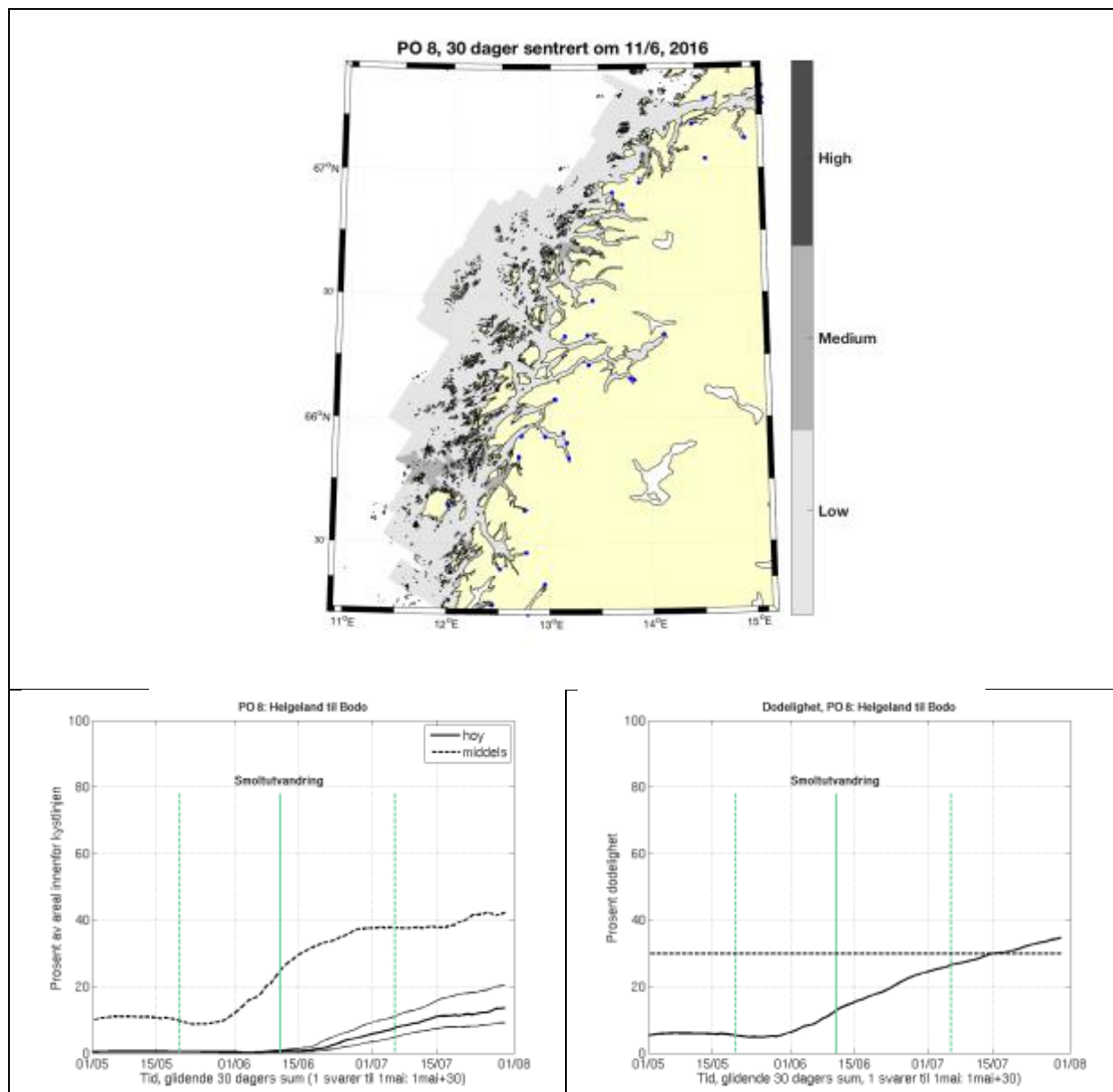
I dette produksjonsområdet vandrer hovedvekten av smolten ut rundt midten av mai. Det kalibrerte smittepresset er moderat i store deler av området, og laksesmolten som vandrer ut vil bli betydelig påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Dødelighetsestimater (sannsynlighet for høyt påslag) ved 50 % utvandring er ca 18 % (dvs. at i 18 % av produksjonsområdet er smittepresset så høyt at fisk som befinner seg der i 30 dager vil få på seg en dødelig dose).



Figur 7. Øverst: smittepresskart som viser områder med lavt, middels og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager sentrert rundt tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Nede til venstre: Hel og stiplede linje viser andel av arealet som har henholdsvis høy og middels smittepress. Nede til høyre: Estimert dødelighet, basert på figuren til venstre og antagelsen om at midlere smittepress svarer til 50% dødelighet.

3.8 (2016) PO 8: Helgeland til Bodø

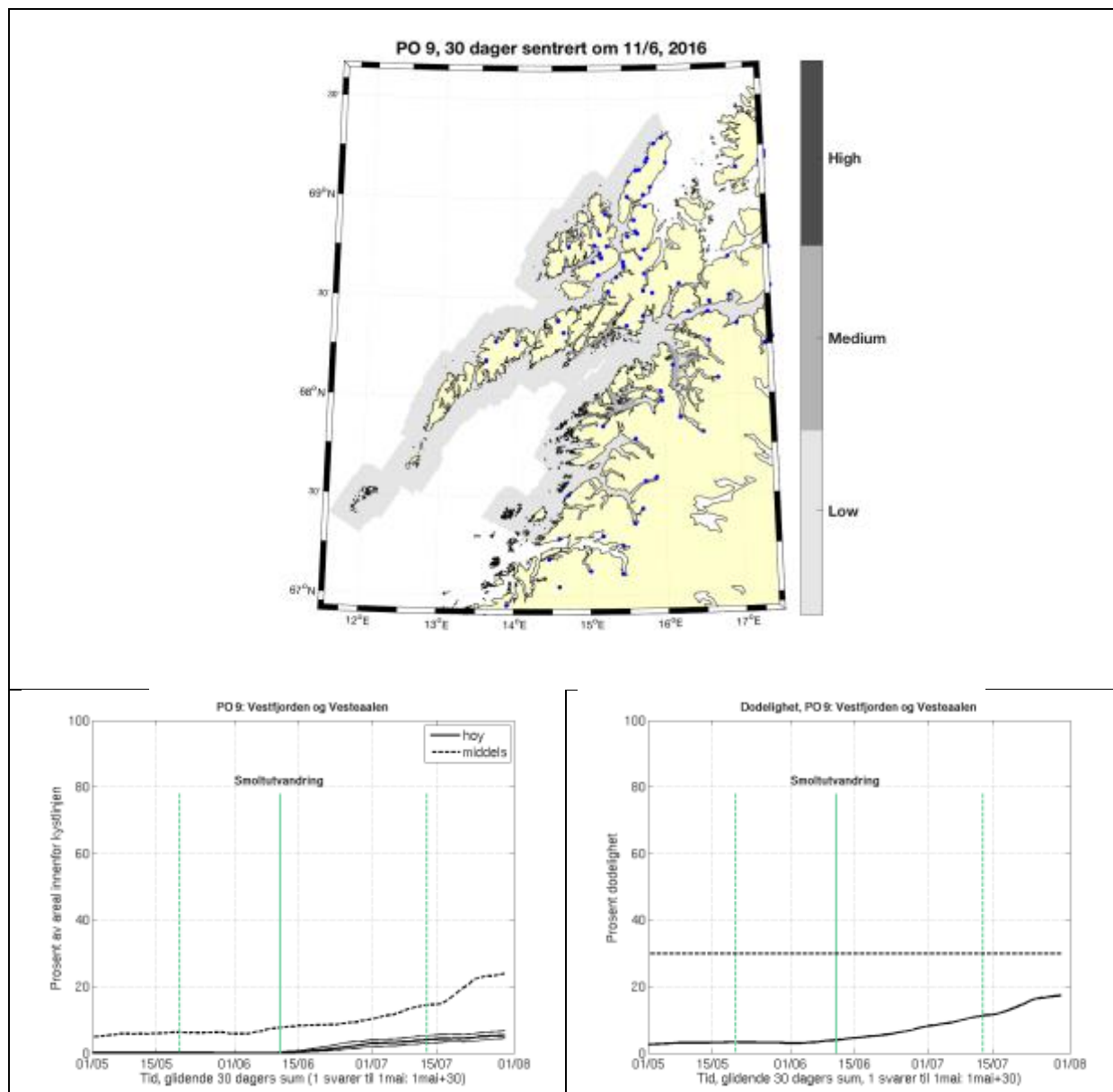
I dette produksjonsområdet vandrer hovedvekten av smolten ut rundt midten av juni. Det kalibrerte smittepresset er lavt til moderat i området, og laksesmolten som vandrer ut vil bli lite til moderat påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Dødelighetsestimater (sannsynlighet for høyt påslag) ved 50 % utvandring er ca 15 % (dvs. at i 15 % av produksjonsområdet er smittepresset så høyt at fisk som befinner seg der i 30 dager vil få på seg en dødelig dose).



Figur 8. Øverst: smittepresskart som viser områder med lavt, middels og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager sentrert rundt tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Nede til venstre: Hel og stiplede linje viser andel av arealet som har henholdsvis høy og middels smittepress. Nede til høyre: Estimert dødelighet, basert på figuren til venstre og antagelsen om at midlere smittepress svarer til 50% dødelighet.

3.9 (2016) PO 9: Vestfjorden og Vesterålen

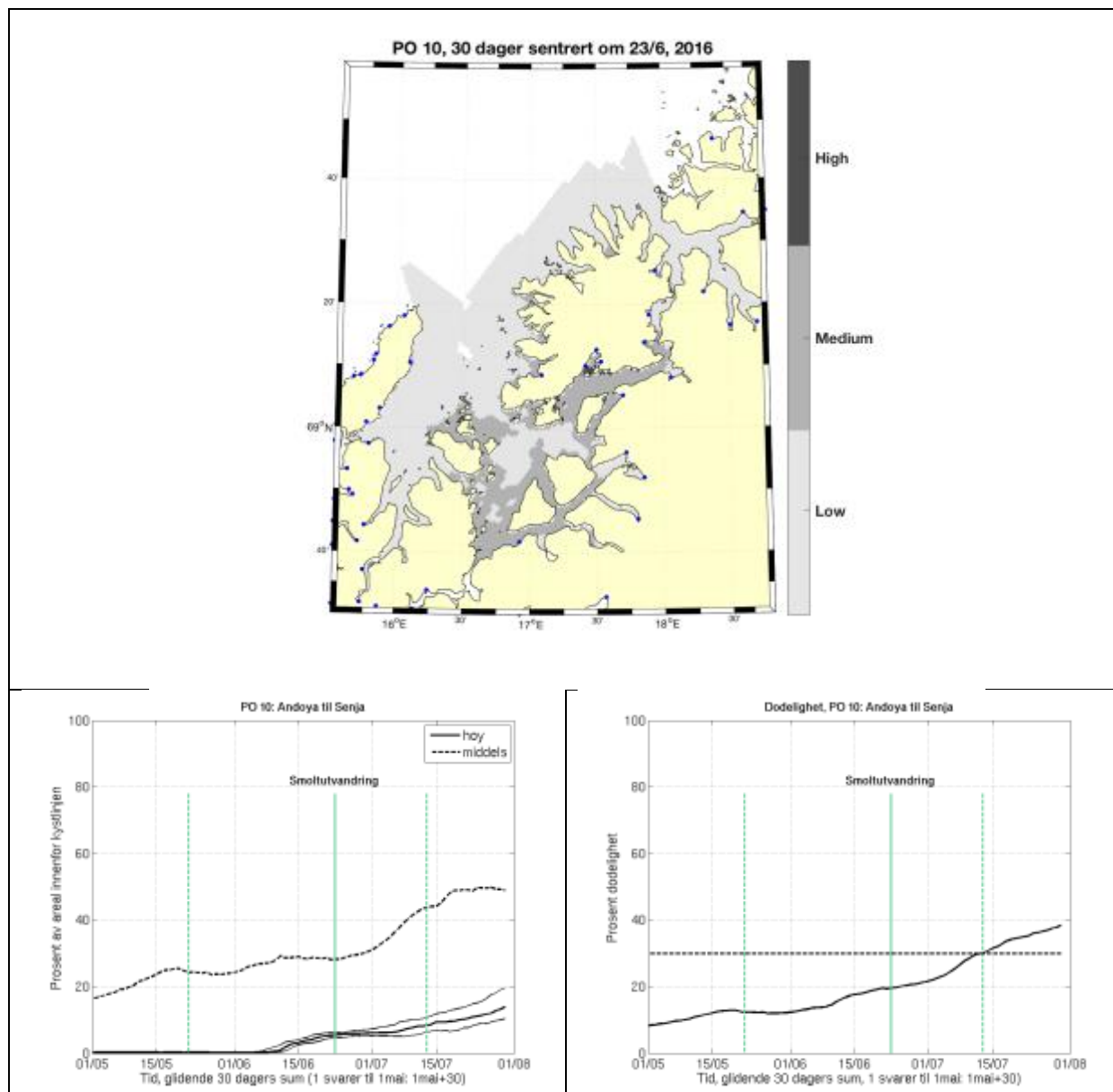
I dette produksjonsområdet vandrer hovedvekten av smolten ut rundt midten av juni. Det kalibrerte smittepresset er lavt i det meste av området, og laksesmolten som vandrer ut vil trolig bli lite påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Dødelighetsestimatet (sannsynlighet for høyt påslag) ved 50 % utvandring er under 10 % (dvs. at i ca 10 % av produksjonsområdet er smittepresset så høyt at fisk som befinner seg der i 30 dager vil få på seg en dødelig dose).



Figur 9. Øverst: smittepresskart som viser områder med lavt, middels og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager sentrert rundt tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Nede til venstre: Hel og stiplede linje viser andel av arealet som har henholdsvis høy og middels smittepress. Nede til høyre: Estimert dødelighet, basert på figuren til venstre og antagelsen om at midlere smittepress svarer til 50% dødelighet.

3.10 (2016) PO 10: Andøya til Senja

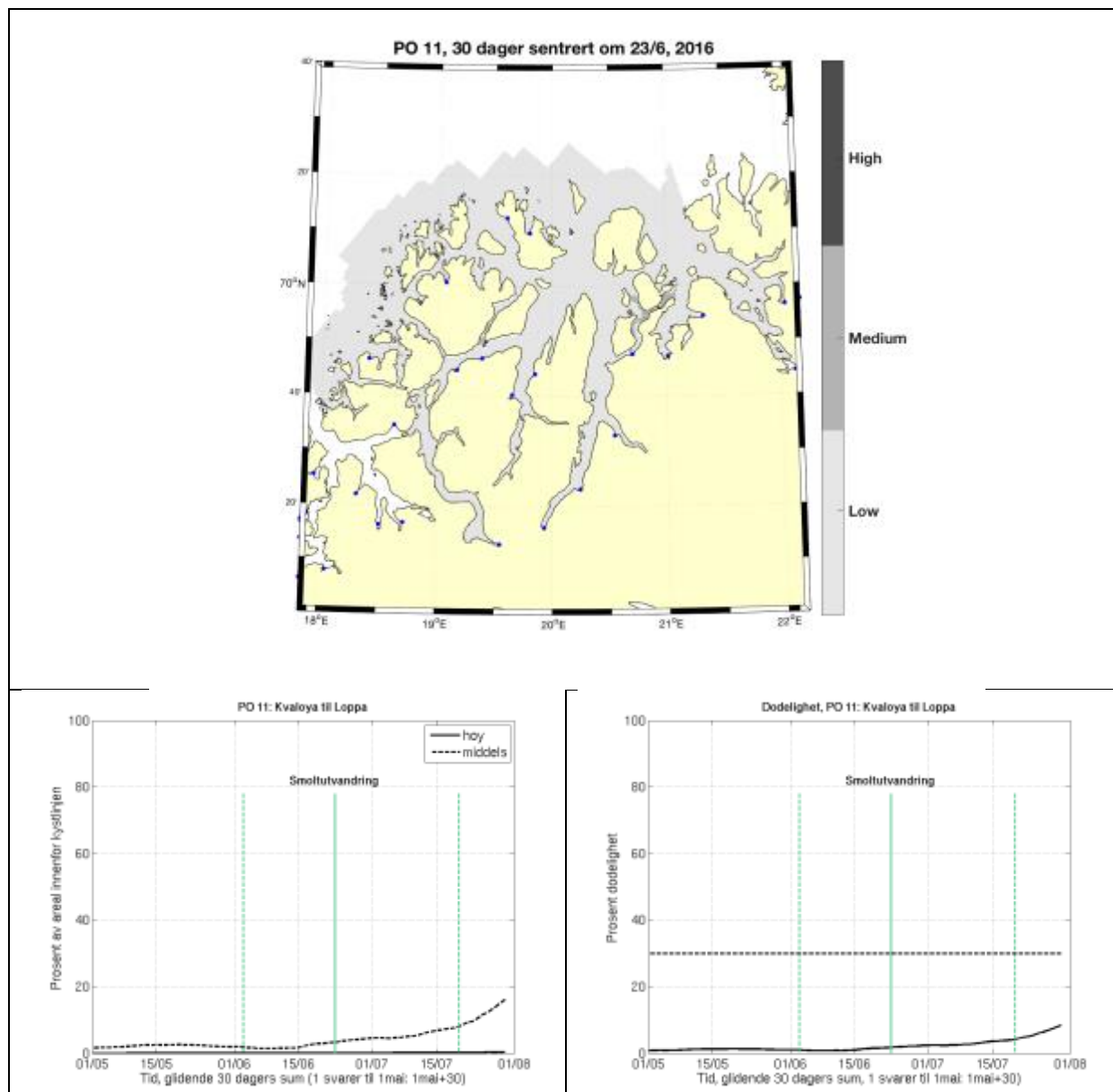
I dette produksjonsområdet vandrer hovedvekten av smolten ut rundt andre halvdel av juni. Det kalibrerte smittepresset er lavt til moderat i området, og laksesmolten som vandrer ut vil trolig bli moderat påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Dødelighetsestimatet (sannsynlighet for høyt påslag) ved 50 % utvandring er under 20 % (dvs. at i ca 20 % av produksjonsområdet er smittepresset så høyt at fisk som befinner seg der i 30 dager vil få på seg en dødelig dose).



Figur 10. Øverst: smittepresskart som viser områder med lavt, middels og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager sentrert rundt tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Nede til venstre: Hel og stiplede linje viser andel av arealet som har henholdsvis høy og middels smittepress. Nede til høyre: Estimert dødelighet, basert på figuren til venstre og antagelsen om at midlere smittepress svarer til 50% dødelighet.

3.11 (2016) PO 11: Kvaløya til Loppa

I dette produksjonsområdet vandrer hovedvekten av smolten ut rundt andre halvdel av juni. Det kalibrerte smittepresset er lavt i det meste av området, og laksesmolten som vandrer ut vil trolig bli lite påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Dødelighetsestimater (sannsynlighet for høyt påslag) ved 50 % utvandring er godt under 10 % (dvs. at i en svært liten del av produksjonsområdet er smittepresset så høyt at fisk som befinner seg der i 30 dager vil få på seg en dødelig dose).

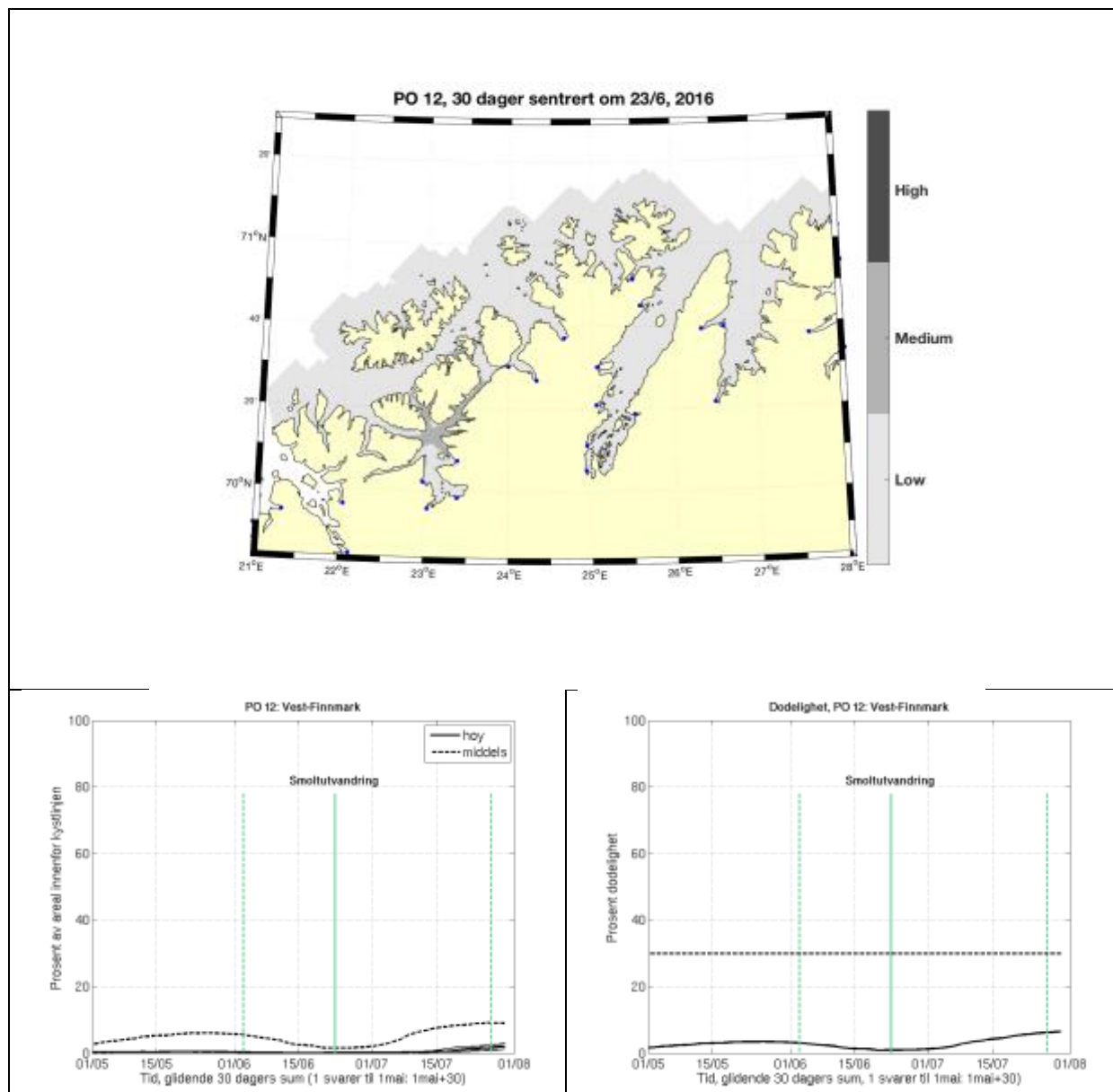


Figur 11. Øverst: smittepresskart som viser områder med lavt, middels og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager sentrert rundt tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Nede til venstre: Hel og stiplede linje viser andel av arealet som har henholdsvis høy og middels smittepress. Nede til høyre: Estimert dødelighet, basert på figuren til venstre og antagelsen om at midlere smittepress svarer til 50% dødelighet.

3.12 (2016) PO 12: Vest-Finnmark

I dette produksjonsområdet vandrer hovedvekten av smolten ut rundt andre halvdel av juni. Det kalibrerte smittepresset er lavt i det meste av området (moderat i Alta området), og laksesmolten som vandrer ut vil trolig bli lite påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene.

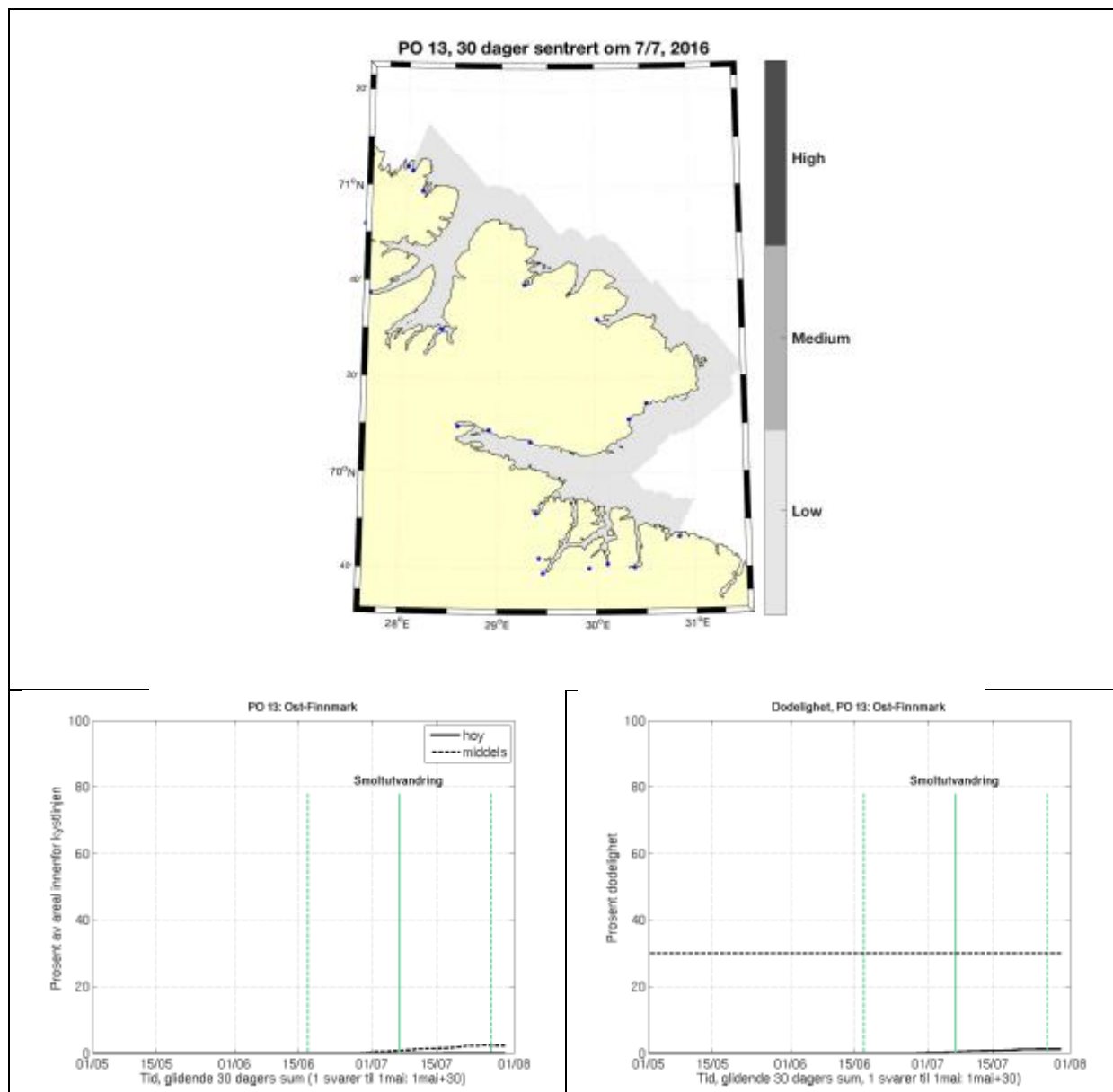
Dødelighetsestimatet (sannsynlighet for høyt påslag) ved 50 % utvandring er godt under 10 % (dvs. at i en svært liten del av produksjonsområdet er smittepresset så høyt at fisk som befinner seg der i 30 dager vil få på seg en dødelig dose).



Figur 12. Øverst: smittepresskart som viser områder med lavt, middels og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager sentrert rundt tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Nede til venstre: Hel og stiplede linje viser andel av arealet som har henholdsvis høy og middels smittepress. Nede til høyre: Estimert dødelighet, basert på figuren til venstre og antagelsen om at midlere smittepress svarer til 50% dødelighet.

3.13 (2016) PO 13: Øst-Finnmark

I dette produksjonsområdet vandrer hovedvekten av smolten ut rundt første halvdel av juli. Det kalibrerte smittepresset er lavt i det meste av området, og laksesmolten som vandrer ut vil trolig bli lite påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Dødelighetsestimater (sannsynlighet for høyt påslag) ved 50 % utvandring er godt under 10 % (dvs. at i en svært liten del av produksjonsområdet er smittepresset så høyt at fisk som befinner seg der i 30 dager vil få på seg en dødelig dose).



Figur 13. Øverst: smittepresskart som viser områder med lavt, middels og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager sentrert rundt tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Nede til venstre: Hel og stiplede linje viser andel av arealet som har henholdsvis høy og middels smittepress. Nede til høyre: Estimert dødelighet, basert på figuren til venstre og antagelsen om at midlere smittepress svarer til 50% dødelighet.

4. Resultat 2017

Størrelsen på arealet med høyt, middels og lavt kalibrert smittepress vil avhenge av den tiden vi integrer over. For å få en best mulig oversikt over det kalibrerte smittepresset i den perioden smolten vandrer ut har vi i figurene under summert over 30 dager rundt datoen for 50% utvandring (se Appendiks VI for detaljer om utvandring) og plottet det som horisontale kart i 3 kategorier.

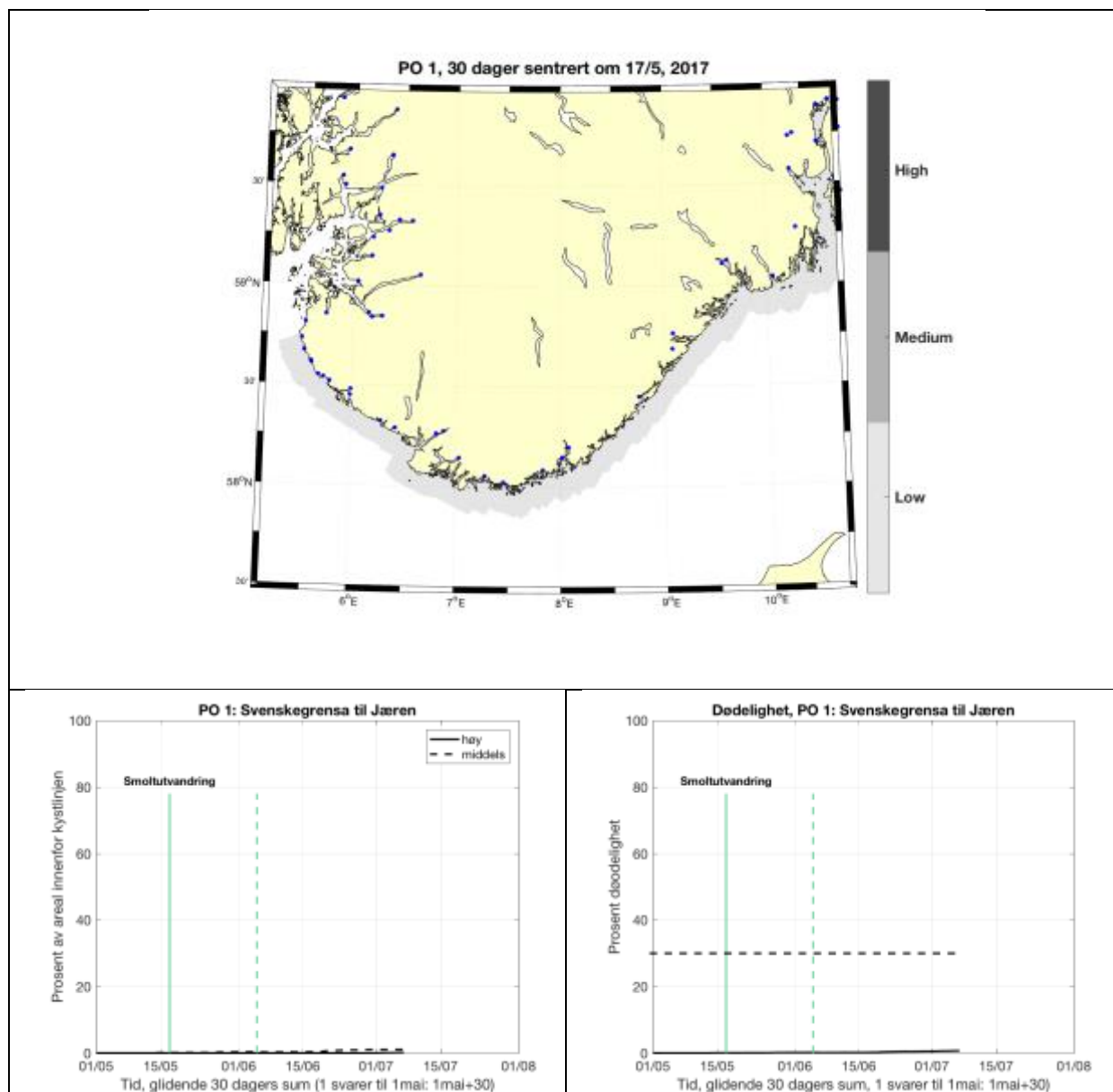
Videre har vi beregnet størrelsen på arealet med høyt og middels kalibrert smittepress som en glidende 30 dagers sum fra 1. mai. Dette arealet er plottet som fraksjon av arealet i forhold til totalarealet i produksjonsområdet innenfor en egendefinert kystlinje (definert siden produksjonsområdene strekker seg forholdsvis langt til havs). Kystlinjen er definert som alle sjøpunkt som ikke ligger mer enn 9,6 km fra land. I tillegg er det plottet to tynne linjer som viser det relative arealet med høyt smittepress i en tenkt situasjon der grenseverdien mellom høy og middels henholdsvis økte og avtok med 25%.

Et estimat av smoltutvandringsperioden for de ulike produksjonsområdene er indikert som vertikale linjer på disse plottene. De stiplede linjene viser tidspunkt for første og siste utvandringsdato, mens den heltrukne indikerer tidspunktet for når halvparten av smolten har vandret ut. Nøyaktige tidspunkt for hver elv kan finnes i Appendiks VI. Til sist er sannsynligheten for høyt påslag (estimert prosent dødelighet) i hele området plottet. Dersom denne kommer over 30% blir området klassifisert som sterkt påvirket, 10-30% middels påvirket og under 10% lite påvirket.

For alle områdene gjelder det at smittepresset øker utover sommeren. Villfisk som står senere på året i fjorden (sjørret og sjørøye) vil derfor være mye mer utsatt for skade pga av lakselus enn smolten som vandrer ut i havet tidligere.

4.1 (2017) PO 1: Svenskegrensa til Jæren

I dette produksjonsområdet vandrer hovedvekten av smolten ut rundt midten av mai. Det kalibrerte smittepresset er lavt i hele området, og laksesmolten som vandret ut i 2017 ble trolig ikke påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene.

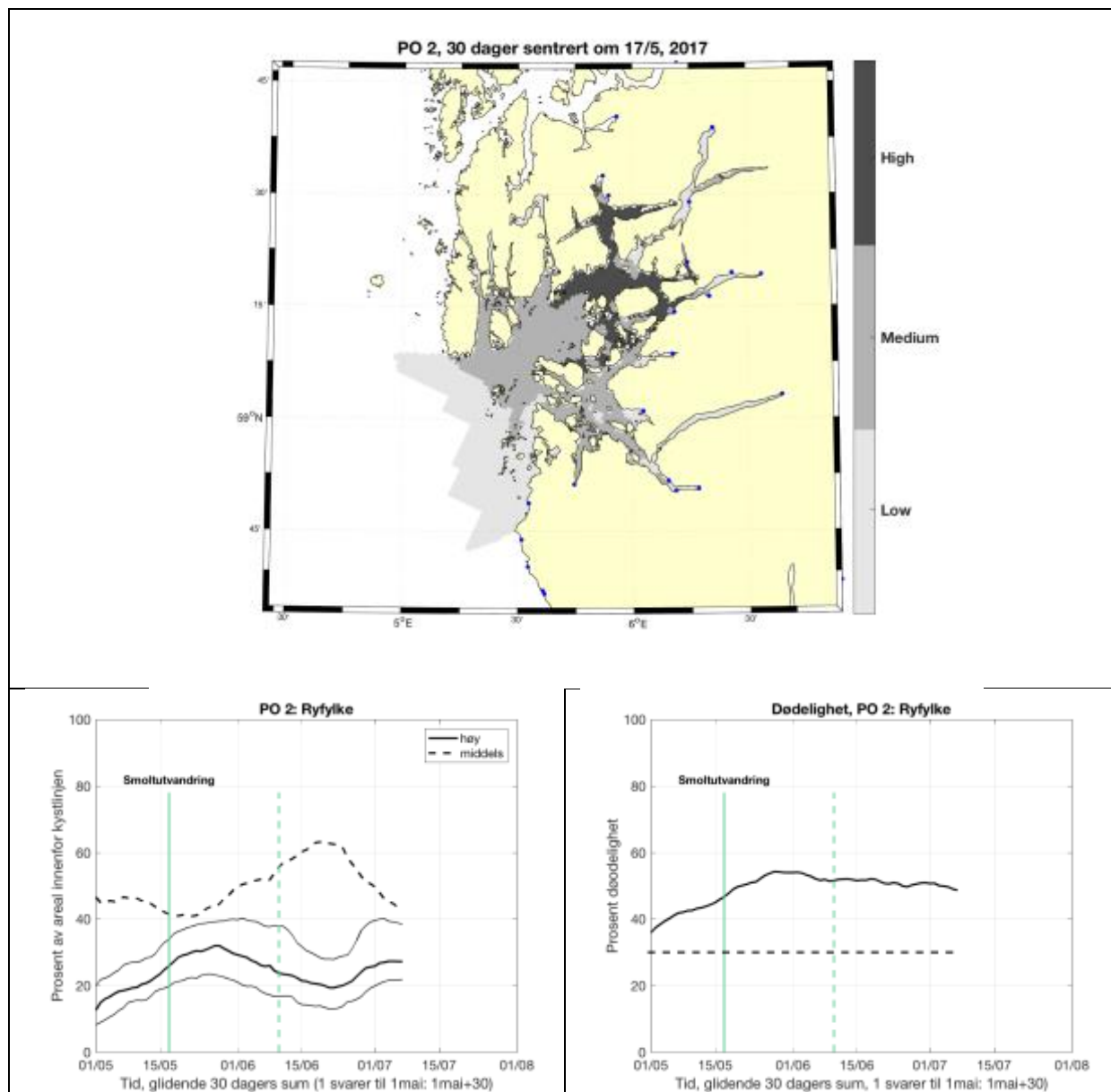


Figur 14. Øverst: smittepresskart som viser områder med lavt, middels og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager sentrert rundt tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Nede til venstre: Hel og stiplede linje viser andel av arealet som har henholdsvis høy og middels smittepress. Nede til høyre: Estimert dødelighet, basert på figuren til venstre og antagelsen om at midlere smittepress svarer til 50% dødelighet.

4.2 (2017) PO 2: Ryfylke

I dette produksjonsområdet vandrer hovedvekten av smolten ut rundt midten av mai. Det kalibrerte smittepresset var moderat til høyt i store deler av området, og laksesmolten som vandret ble trolig (avhengig av vandringsrute) betydelig påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene.

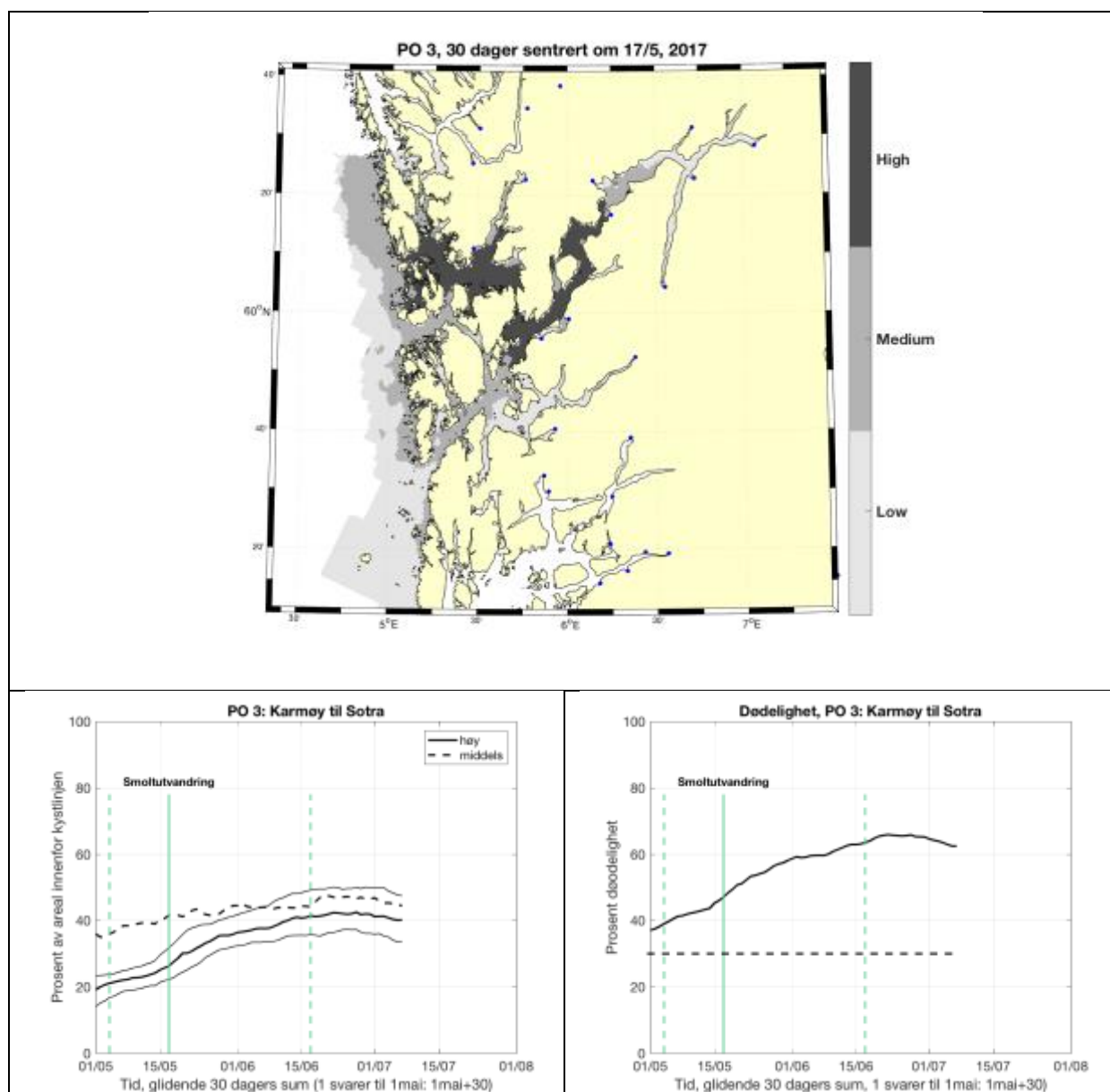
Dødelighetsestimatet (sannsynlighet for høyt påslag) ved 50 % utvandring er 46% (dvs. at i 46% av produksjonsområdet er smittepresset så høyt at fisk som befinner seg der i 30 dager vil få på seg en dødelig dose).



Figur 15. Øverst: smittepresskart som viser områder med lavt, middels og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager sentrert rundt tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Nede til venstre: Hel og stiplede linje viser andel av arealet som har henholdsvis høy og middels smittepress. Nede til høyre: Estimert dødelighet, basert på figuren til venstre og antagelsen om at midlere smittepress svarer til 50% dødelighet.

4.3 (2017) PO 3: Karmøy til Sotra

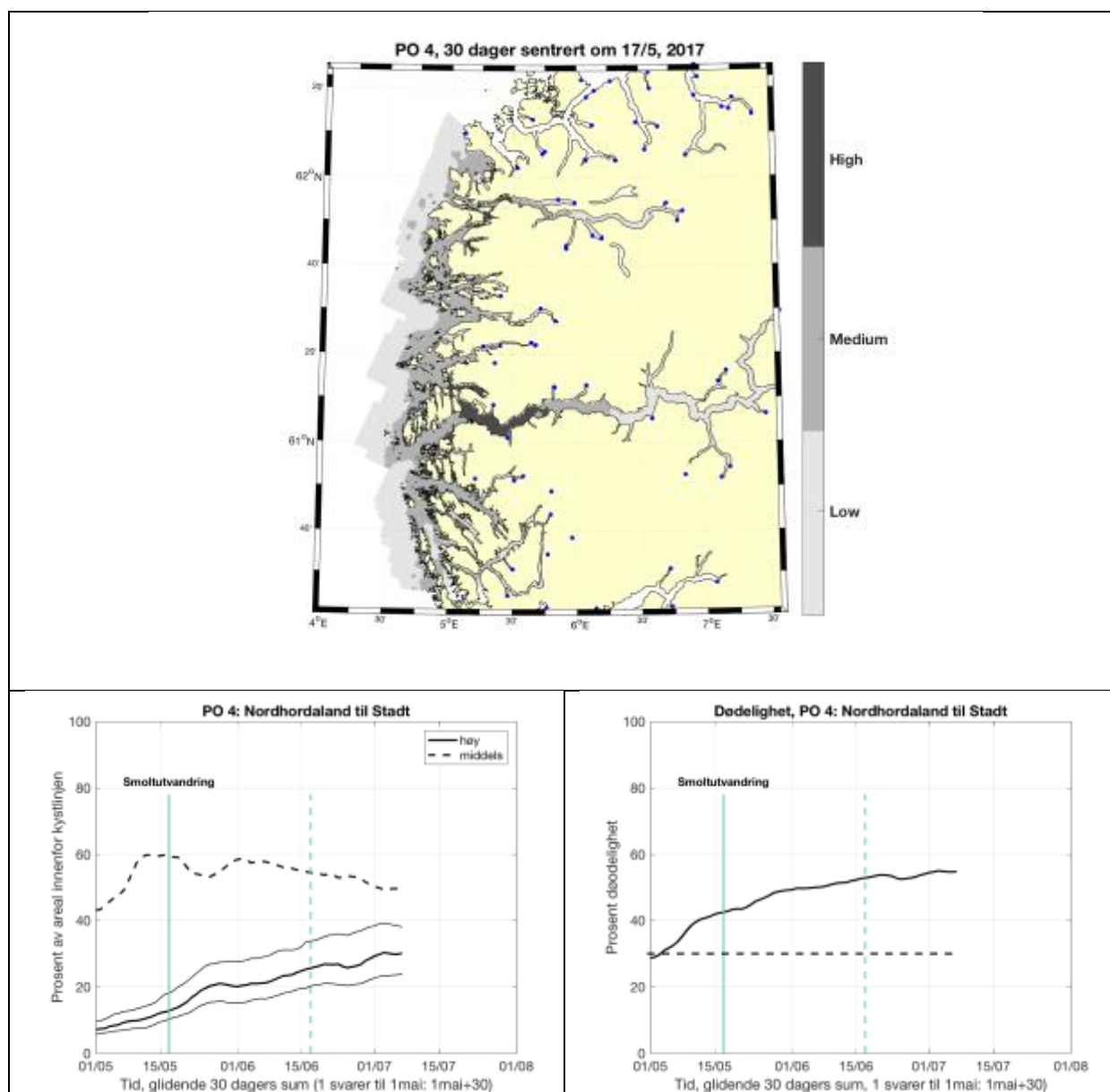
I dette produksjonsområdet vandrer hovedvekten av smolten ut rundt midten av mai. Det kalibrerte smittepresset var moderat til høyt i store deler av området, og laksesmolten som vandret ble trolig (avhengig av vandringsrute) betydelig påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Dødelighetsestimatet (sannsynlighet for høyt påslag) ved 50 % utvandring er 47 % (dvs. at i 47 % av produksjonsområdet er smittepresset så høyt at fisk som befinner seg der i 30 dager vil få på seg en dødelig dose).



Figur 16. Øverst: smittepresskart som viser områder med lavt, middels og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager sentrert rundt tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Nede til venstre: Hel og stiplede linje viser andel av arealet som har henholdsvis høy og middels smittepress. Nede til høyre: Estimert dødelighet, basert på figuren til venstre og antagelsen om at midlere smittepress svarer til 50% dødelighet.

4.4 (2017) PO 4: Nordhordland til Stadt

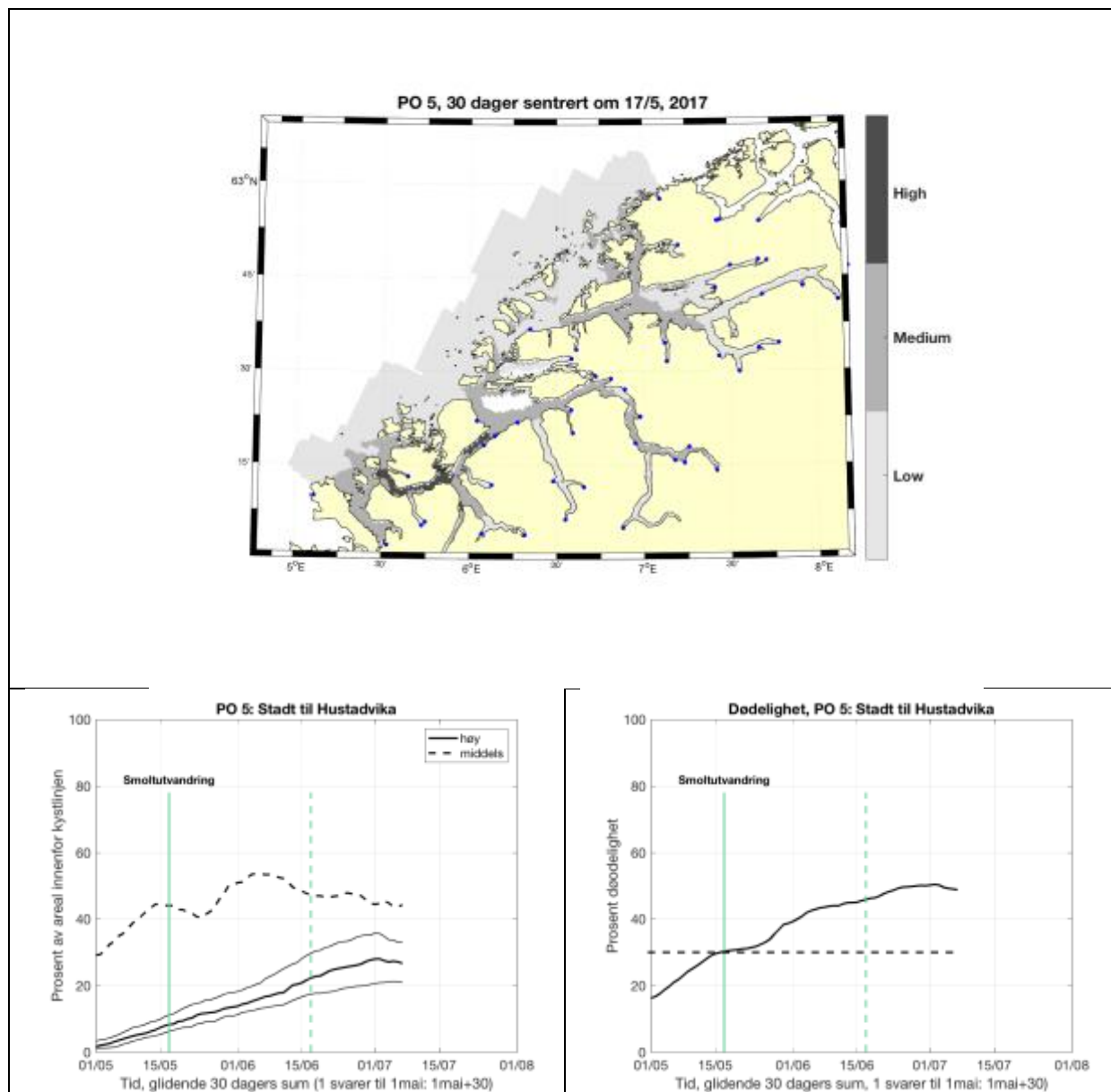
I dette produksjonsområdet vandrer hovedvekten av smolten ut rundt midten av mai. Det kalibrerte smittepresset var moderat til høyt i store deler av området (høyest i ytre del av Sognefjorden), og laksesmolten som vandret ut ble trolig betydelig påvirket (avhengig av vandringsrute) av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Dødelighetsestimatet (sannsynlighet for høyt påslag) ved 50 % utvandring er ca 42 % (dvs. at i 42 % av produksjonsområdet er smittepresset så høyt at fisk som befinner seg der i 30 dager vil få på seg en dødelig dose).



Figur 17. Øverst: smittepresskart som viser områder med lavt, middels og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager sentrert rundt tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Nede til venstre: Hel og stiplede linje viser andel av arealet som har henholdsvis høy og middels smittepress. Nede til høyre: Estimert dødelighet, basert på figuren til venstre og antagelsen om at midlere smittepress svarer til 50% dødelighet.

4.5 (2017) PO 5: Stadt til Hustadvika

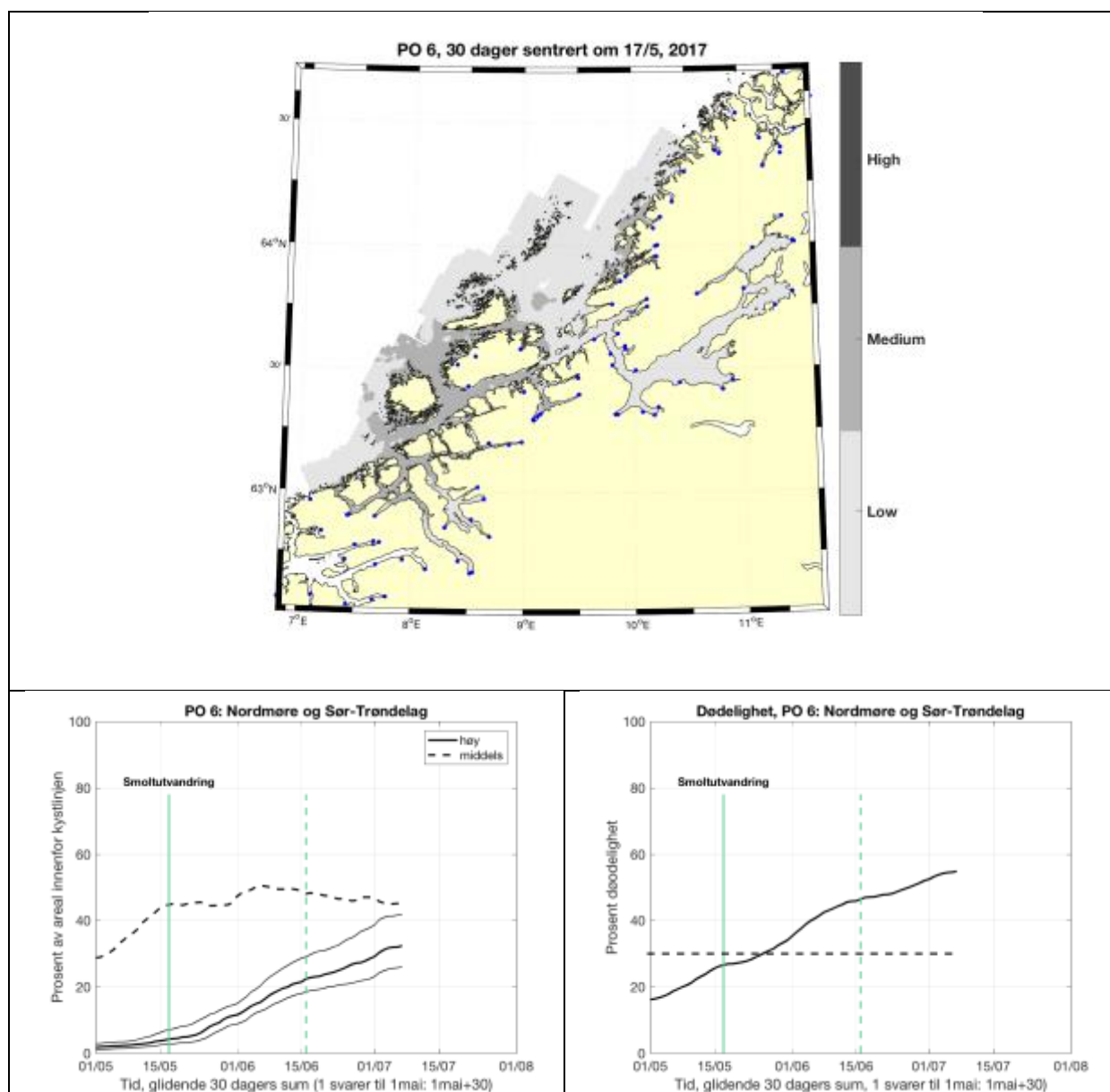
I dette produksjonsområdet vandrer hovedvekten av smolten ut rundt midten av mai. Det kalibrerte smittepresset var moderat i store deler av området, og laksesmolten som vandret ut ble trolig (avhengig av vandringsrute) betydelig påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Dødelighetsestimatet (sannsynlighet for høyt påslag) ved 50 % utvandring er ca 30 % (dvs. at i 30 % av produksjonsområdet er smittepresset så høyt at fisk som befinner seg der i 30 dager vil få på seg en dødelig dose).



Figur 18. Øverst: smittepresskart som viser områder med lavt, middels og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager sentrert rundt tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Nede til venstre: Hel og stiplede linje viser andel av arealet som har henholdsvis høy og middels smittepress. Nede til høyre: Estimert dødelighet, basert på figuren til venstre og antagelsen om at midlere smittepress svarer til 50% dødelighet.

4.6 (2017) PO 6: Nordmøre og Sør-Trøndelag

I dette produksjonsområdet vandrer hovedvekten av smolten ut rundt midten av mai. Det kalibrerte smittepresset var moderat i store deler av området, og laksesmolten som vandret ut ble trolig (avhengig av vandringsrute) betydelig påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Dødelighetsestimatet (sannsynlighet for høyt påslag) ved 50 % utvandring er ca 27 % (dvs. at i 27 % av produksjonsområdet er smittepresset så høyt at fisk som befinner seg der i 30 dager vil få på seg en dødelig dose).

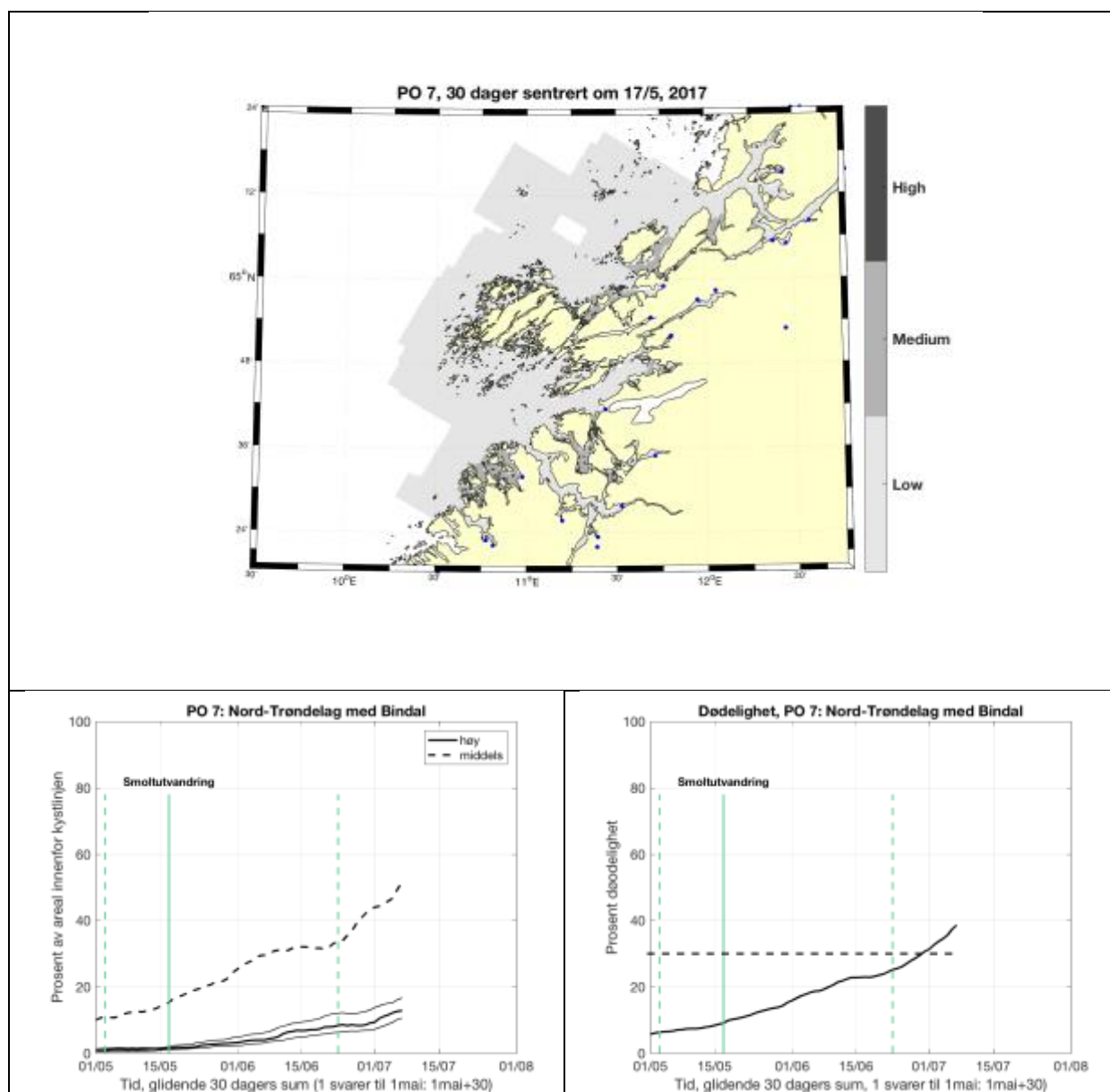


Figur 19. Øverst: smittepresskart som viser områder med lavt, middels og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager sentrert rundt tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Nede til venstre: Hel og stiplede linje viser andel av arealet som har henholdsvis høy og middels smittepress. Nede til høyre: Estimert dødelighet, basert på figuren til venstre og antagelsen om at midlere smittepress svarer til 50% dødelighet.

4.7 (2017) PO 7: Nord-Trøndelag med Bindal

I dette produksjonsområdet vandrer hovedvekten av smolten ut rundt midten av mai. Det kalibrerte smittepresset var lavt til moderat i store deler av området, og laksesmolten som vandret ble trolig (avhengig av vandringsrute) lite påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene.

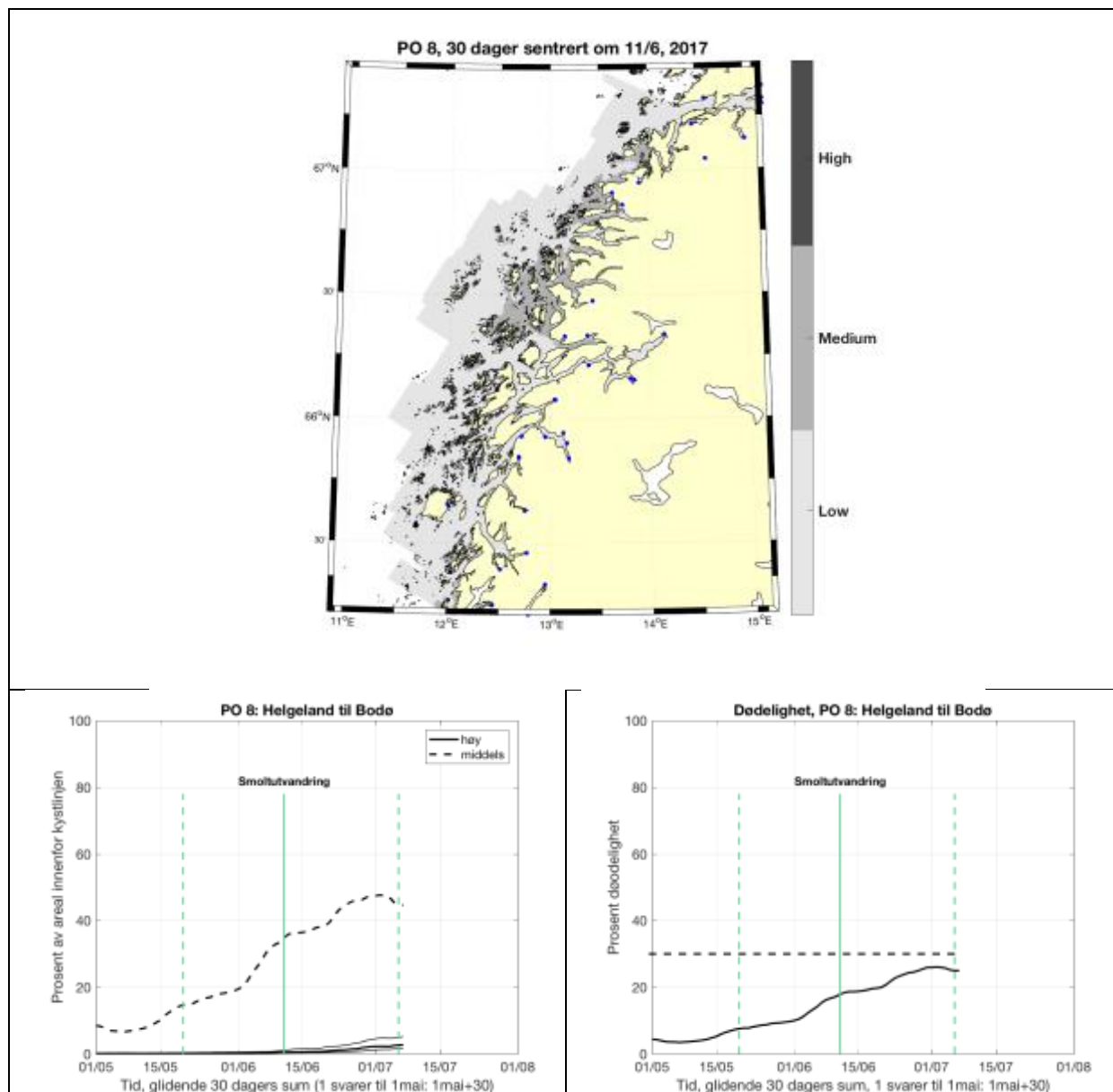
Dødelighetsestimatet (sannsynlighet for høyt påslag) ved 50 % utvandring er 9 % (dvs. at i 9 % av produksjonsområdet er smittepresset så høyt at fisk som befinner seg der i 30 dager vil få på seg en dødelig dose).



Figur 20. Øverst: smittepresskart som viser områder med lavt, middels og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager sentrert rundt tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Nede til venstre: Hel og stiplede linje viser andel av arealet som har henholdsvis høy og middels smittepress. Nede til høyre: Estimert dødelighet, basert på figuren til venstre og antagelsen om at midlere smittepress svarer til 50% dødelighet.

4.8 (2017) PO 8: Helgeland til Bodø

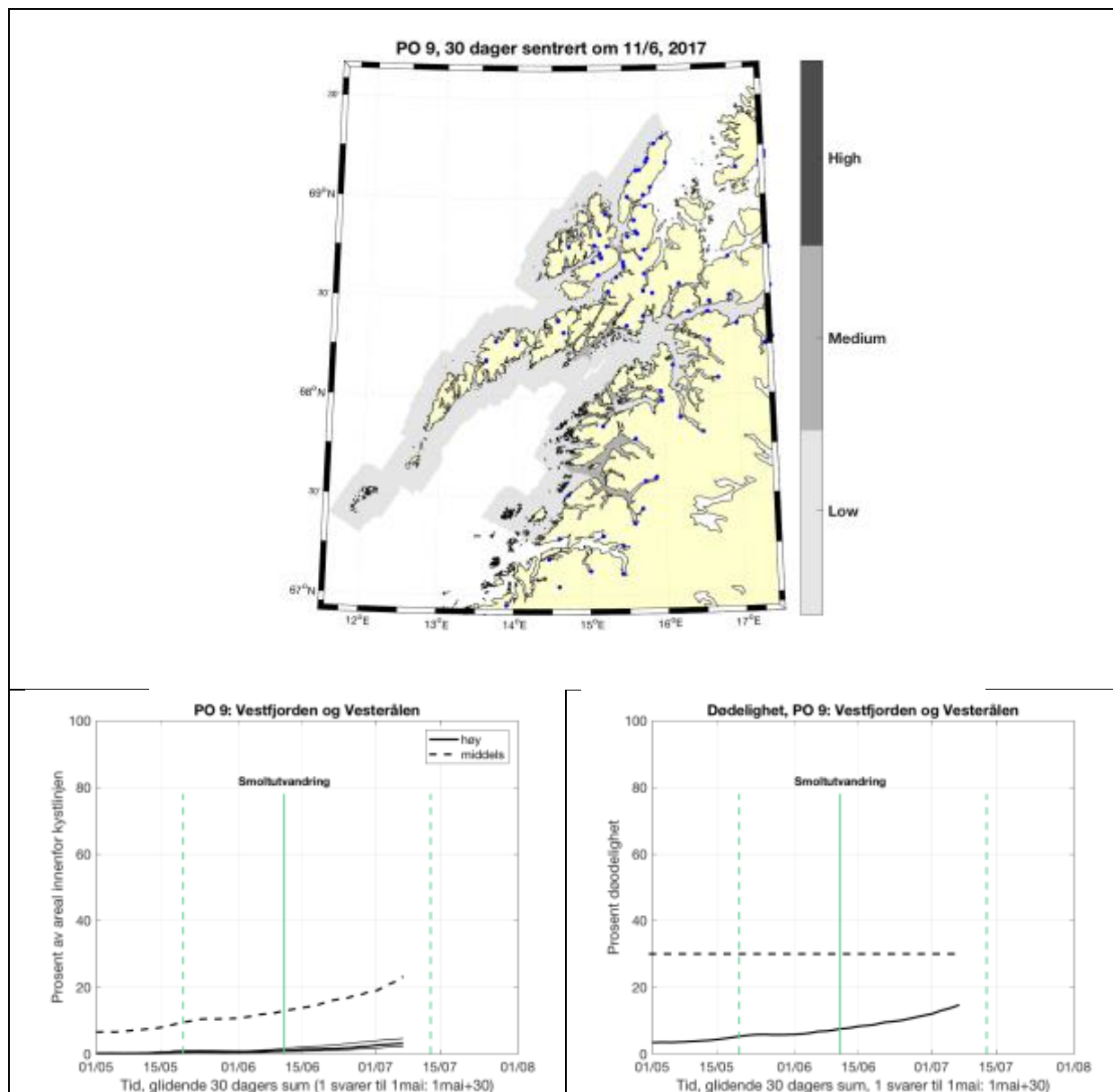
I dette produksjonsområdet vandrer hovedvekten av smolten ut rundt midten av juni. Det kalibrerte smittepresset var lavt til moderat i området, og laksesmolten som vandrer ut ble trolig (avhengig av vandringsrute) moderat påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Dødelighetsestimatet (sannsynlighet for høyt påslag) ved 50 % utvandring er 18 % (dvs. at i 18 % av produksjonsområdet er smittepresset så høyt at fisk som befinner seg der i 30 dager vil få på seg en dødelig dose).



Figur 21. Øverst: smittepresskart som viser områder med lavt, middels og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager sentrert rundt tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Nede til venstre: Hel og stiplede linje viser andel av arealet som har henholdsvis høy og middels smittepress. Nede til høyre: Estimert dødelighet, basert på figuren til venstre og antagelsen om at midlere smittepress svarer til 50% dødelighet.

4.9 (2017) PO 9: Vestfjorden og Vesterålen

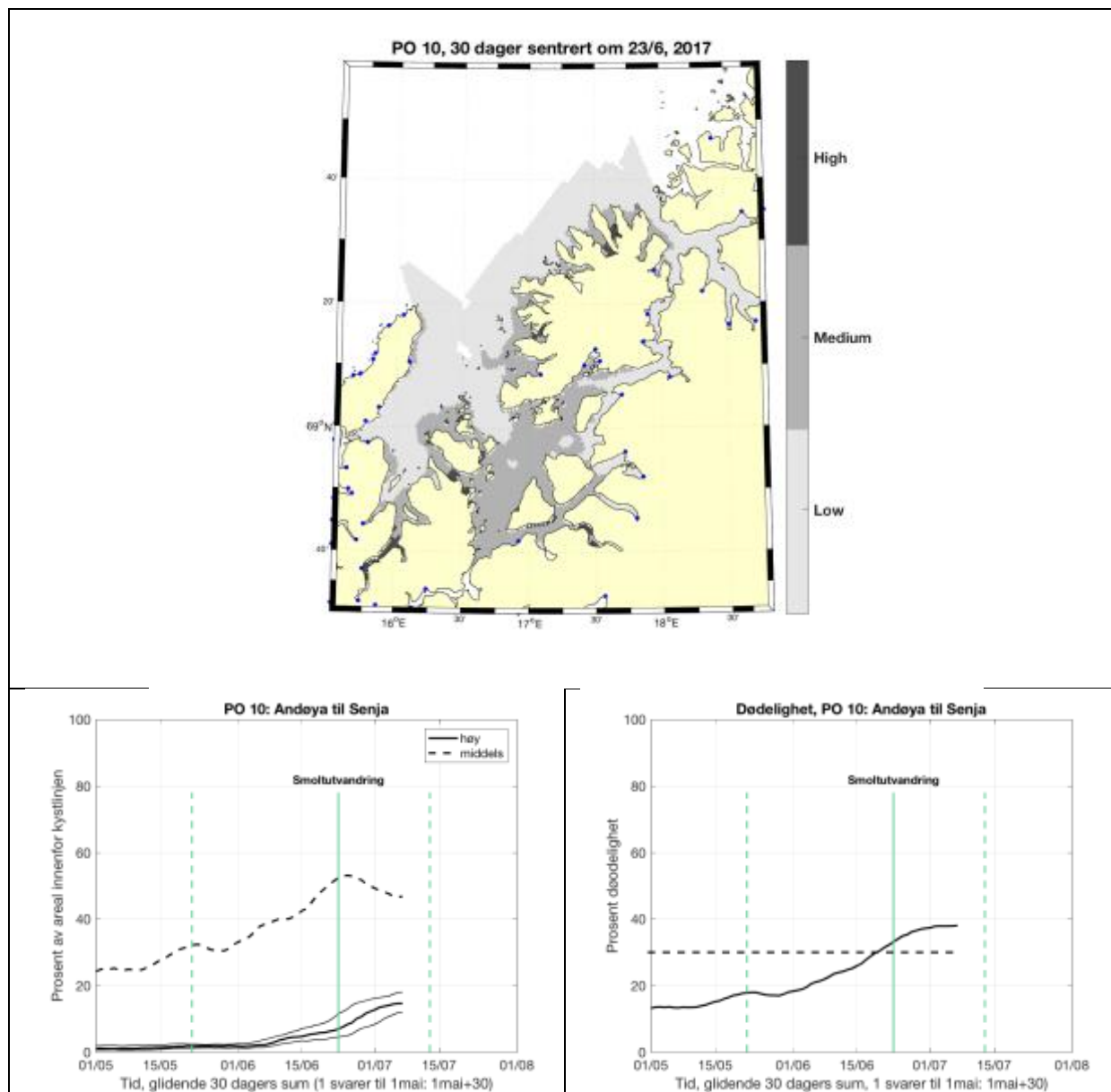
I dette produksjonsområdet vandrer hovedvekten av smolten ut rundt midten av juni. Det kalibrerte smittepresset var lavt i det meste av området, og laksesmolten som vandret ut ble trolig lite påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Dødelighetsestimatet (sannsynlighet for høyt påslag) ved 50 % utvandring er under 10 % (dvs. at i ca 10 % av produksjonsområdet er smittepresset så høyt at fisk som befinner seg der i 30 dager vil få på seg en dødelig dose).



Figur 22. Øverst: smittepresskart som viser områder med lavt, middels og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager sentrert rundt tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Nede til venstre: Hel og stiplede linje viser andel av arealet som har henholdsvis høy og middels smittepress. Nede til høyre: Estimert dødelighet, basert på figuren til venstre og antagelsen om at midlere smittepress svarer til 50% dødelighet.

4.10 (2017) PO 10: Andøya til Senja

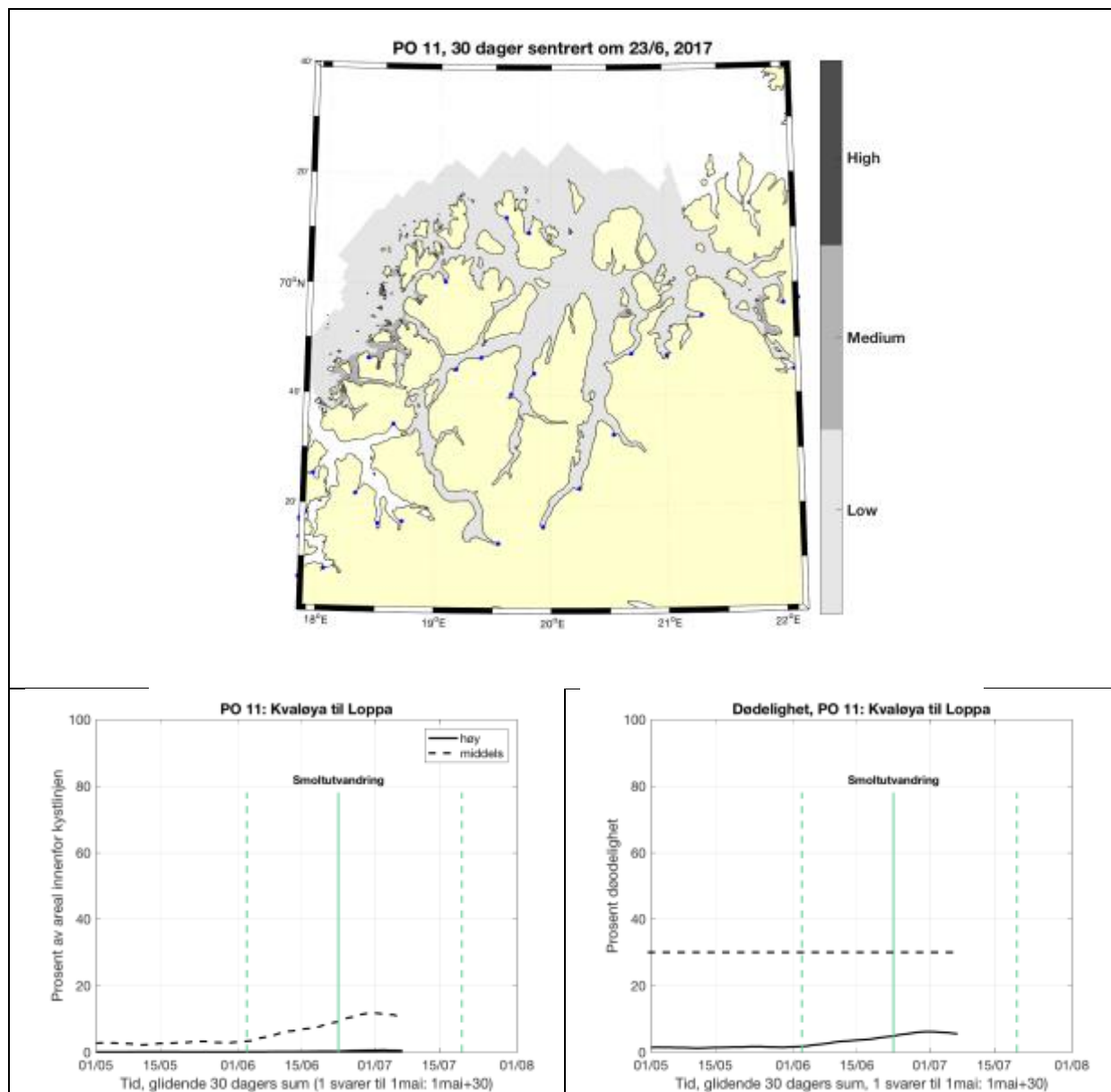
I dette produksjonsområdet vandrer hovedvekten av smolten ut rundt andre halvdel av juni. Det kalibrerte smittepresset varierte fra lavt til høyt i området, og laksesmolten som vandret ut ble trolig moderat påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Dødelighetsestimatet (sannsynlighet for høyt påslag) ved 50 % utvandring er 33 % (dvs. at i 33 % av produksjonsområdet er smittepresset så høyt at fisk som befinner seg der i 30 dager vil få på seg en dødelig dose).



Figur 23. Øverst: smittepresskart som viser områder med lavt, middels og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager sentrert rundt tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Nede til venstre: Hel og stiplede linje viser andel av arealet som har henholdsvis høy og middels smittepress. Nede til høyre: Estimert dødelighet, basert på figuren til venstre og antagelsen om at midlere smittepress svarer til 50% dødelighet.

4.11 (2017) PO 11: Kvaløya til Loppa

I dette produksjonsområdet vandrer hovedvekten av smolten ut rundt andre halvdel av juni. Det kalibrerte smittepresset er lavt i det meste av området, og laksesmolten som vandrer ut vil trolig bli lite påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Dødelighetsestimatet (sannsynlighet for høyt påslag) ved 50 % utvandring er 5 % (dvs. at i en bare i en liten del av produksjonsområdet er smittepresset så høyt at fisk som befinner seg der i 30 dager vil få på seg en dødelig dose).

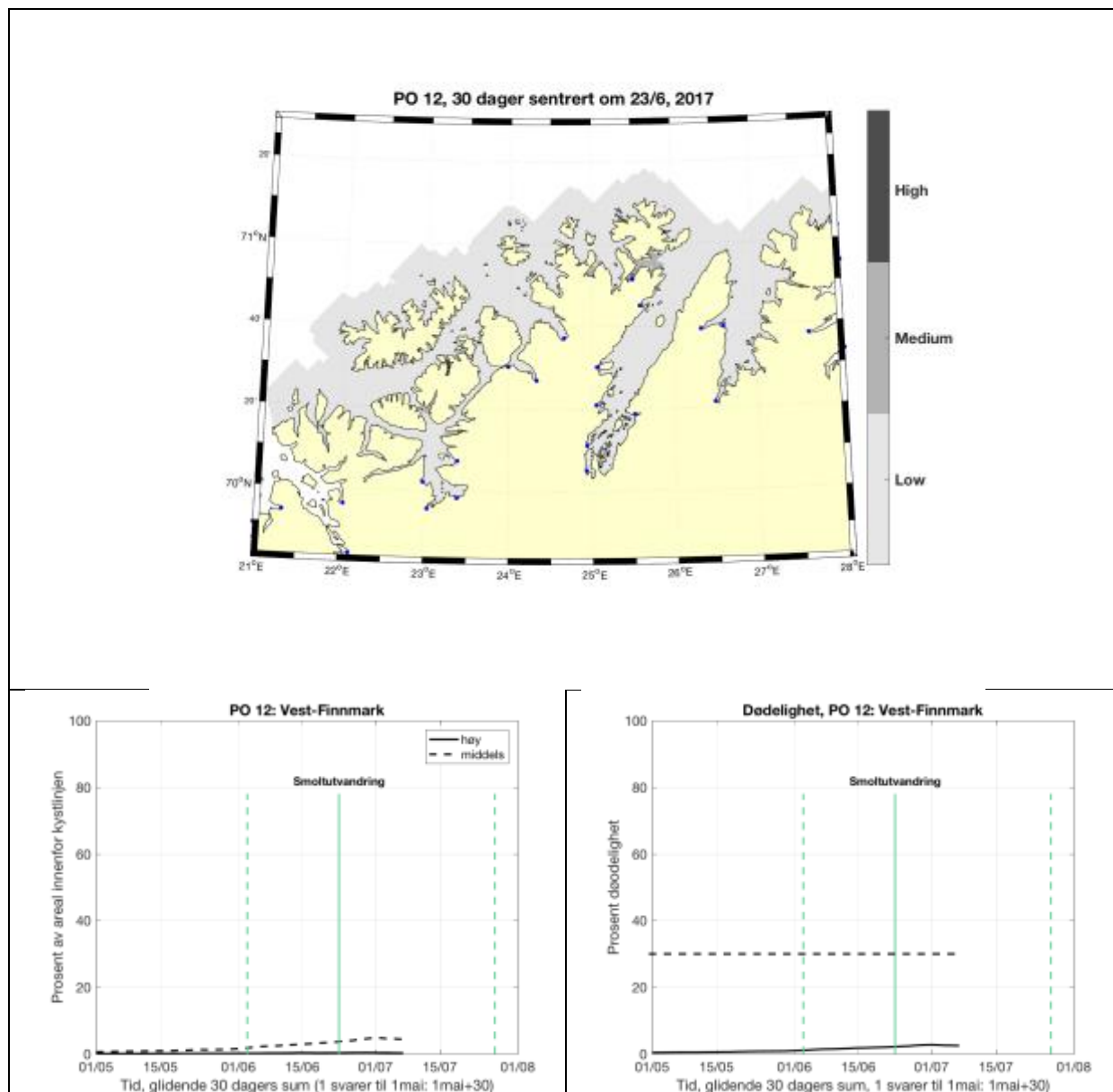


Figur 24. Øverst: smittepresskart som viser områder med lavt, middels og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager sentrert rundt tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Nede til venstre: Hel og stiplede linje viser andel av arealet som har henholdsvis høy og middels smittepress. Nede til høyre: Estimert dødelighet, basert på figuren til venstre og antagelsen om at midlere smittepress svarer til 50% dødelighet.

4.12 (2017) PO 12: Vest-Finnmark

I dette produksjonsområdet vandrer hovedvekten av smolten ut rundt andre halvdel av juni. Det kalibrerte smittepresset er lavt i det meste av området (moderat i Alta området), og laksesmolten som vandrer ut vil trolig bli lite påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene.

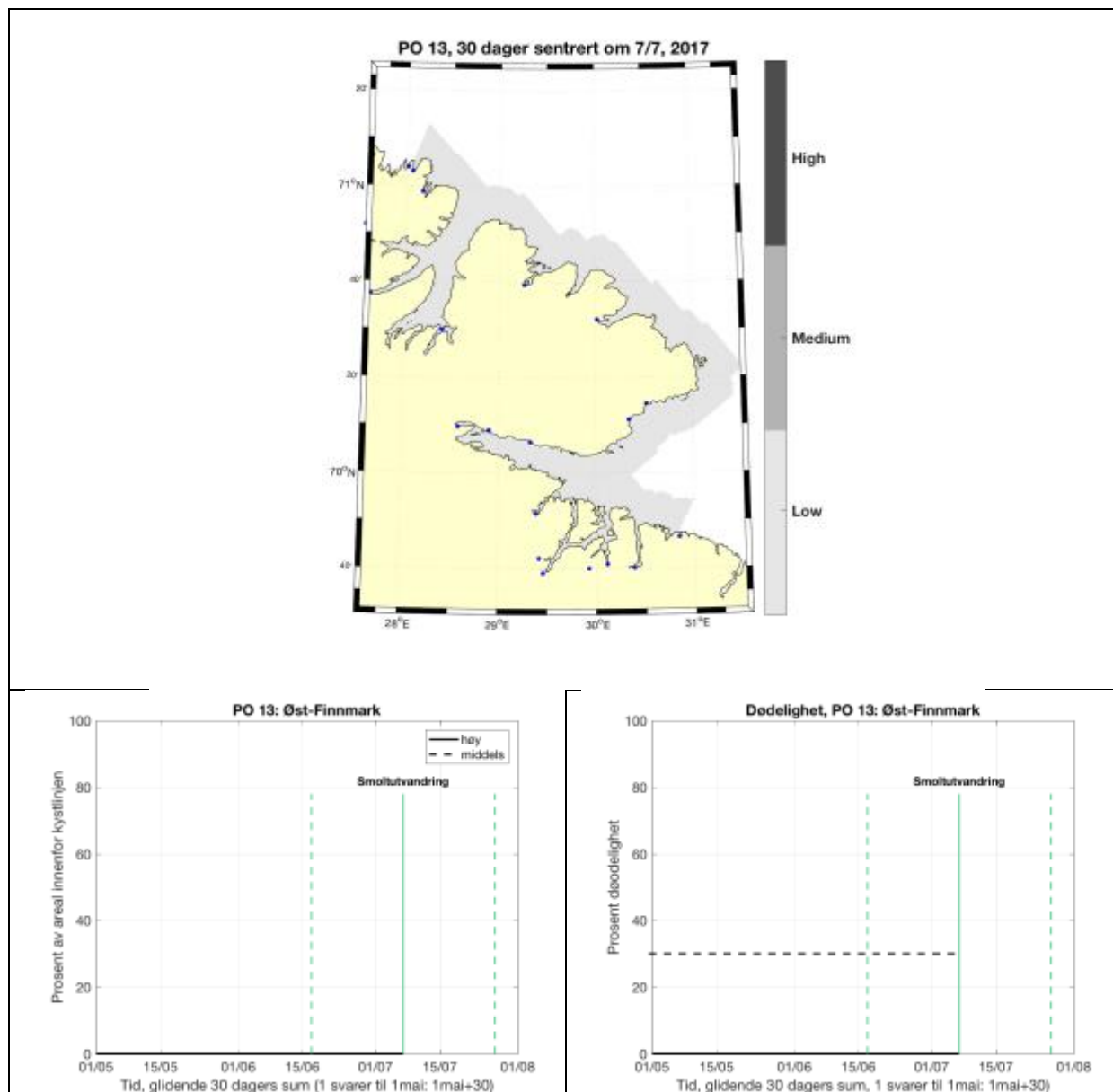
Dødelighetsestimatet (sannsynlighet for høyt påslag) ved 50 % utvandring er 2 % (dvs. at i en svært liten del av produksjonsområdet er smittepresset så høyt at fisk som befinner seg der i 30 dager vil få på seg en dødelig dose).



Figur 25. Øverst: smittepresskart som viser områder med lavt, middels og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager sentrert rundt tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Nede til venstre: Hel og stiplede linje viser andel av arealet som har henholdsvis høy og middels smittepress. Nede til høyre: Estimert dødelighet, basert på figuren til venstre og antagelsen om at midlere smittepress svarer til 50% dødelighet.

4.13 (2017) PO 13: Øst-Finnmark

I dette produksjonsområdet vandrer hovedvekten av smolten ut rundt første halvdel av juli. Det kalibrerte smittepresset er lavt i hele området, og laksesmolten som vandret ut vil trolig ikke påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Dødelighetsestimatet (sannsynlighet for høyt påslag) ved 50 % utvandring er godt under 0 % (dvs. at i ingen deler av produksjonsområdet er smittepresset så høyt at fisk som befinner seg der i 30 dager vil få på seg en dødelig dose).



Figur 26. Øverst: smittepresskart som viser områder med lavt, middels og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager sentrert rundt tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Nede til venstre: Hel og stiplede linje viser andel av arealet som har henholdsvis høy og middels smittepress. Nede til høyre: Estimert dødelighet, basert på figuren til venstre og antagelsen om at midlere smittepress svarer til 50% dødelighet.

5. Referanser

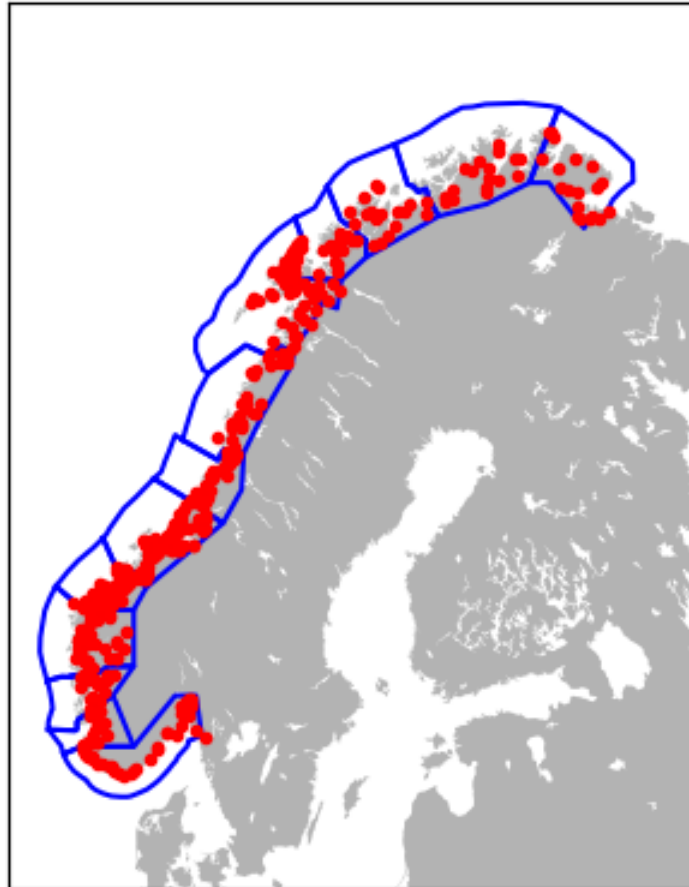
Finstad B, Bjørn PA (2011) Present status and implications of salmon lice on wild salmonids in Norwegian coastal zones. In: Jones S, Barnes R (eds) *Salmon lice: an integrated approach to understanding parasite abundance and distribution*. Wiley-Blackwell, Oxford, 281–305

Holst JC, Jakobsen P, Nilsen F, Holm M, Asplin L and Aure J (2003) Mortality of Seaward-Migrating Post-Smolts of Atlantic Salmon Due to Salmon Lice Infection in Norwegian Salmon Stocks. In: Mills (ed) *Salmon at the Edge*, Blackwell Science Ltd., Oxford, UK. doi: 10.1002/9780470995495.ch11

Sandvik, A.D., Bjørn, P.A., Ådlandsvik, B., Asplin, L., Skarðhamar, Johnsen, I.A., Myksvoll, M., Skogen, M.D., 2016. Toward a model-based prediction system for salmon lice infestation pressure. *Aquaculture Environment Interactions*, 8: 527-542, doi:10.3354/aei00193.

Virtuell utvandring av postsmolt 2017

Ingrid Askeland Johnsen og Bjørn Ådlandsvik



Innhold:

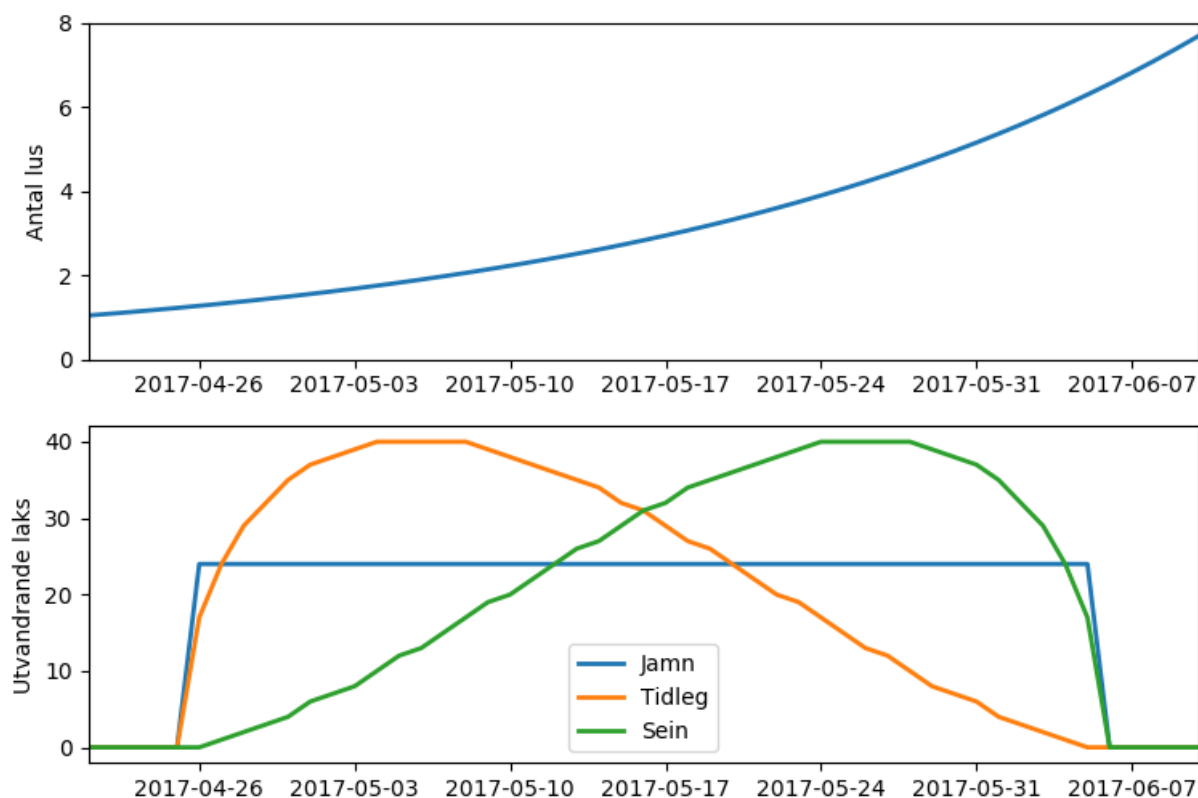
Metodebeskriving	4
Tidsrom for utvandring	4
Vandringsmodellen	4
Kalibrert lusepåslag	7
Resultat	9
Produksjonsområde 1: Svenskegrensen til Jæren	10
Produksjonsområde 2: Ryfylke	13
Produksjonsområde 3: Karmøy til Sotra	15
Produksjonsområde 4: Nordhordland til Stadt	17
Produksjonsområde 5: Stadt til Hustadvika	20
Produksjonsområde 6: Nordmøre til Sør-Trøndelag	23
Produksjonsområde 7: Nord-Trøndelag med Bindal	27
Produksjonsområde 8: Helgeland til Bodø	29
Produksjonsområde 9: Vestfjorden og Vesterålen	32
Produksjonsområde 10: Andøya til Senja	36
Produksjonsområde 11: Kvaløya til Loppa	38
Produksjonsområde 12: Vest-Finnmark	40
Produksjonsområde 13: Øst-Finnmark	42

Metodebeskriving

Ein vandringsmodell som følgjer virtuell postsmolt frå laks frå elv til hav er dei seinare år utvikla ved Havforskningsinstituttet. Vandringsmodellen er utvikla for å talfesta kva den simulerte fordelinga av lakselus har å seie for postsmolt som sym frå elv til hav. Modellen er kjørt for alle lakseførande elver i Norge, og estimerer påslag av lakselus på den vandrane postsmolten. Vandringsmodellen er kjørt på same gitter som den landsdekkjande lusemodellen med 800 m x 800 m horisontal oppløysing. Postsmolten er sluppen i elveposisjon kvar time i et gitt tidsrom. Tidsrom for utvandring er estimert av Norsk institutt for naturforskning (NINA). Utsleppsposisjon og -tidsrom for elvene er gitt i Appendiks I.

Tidsrom for utvandring

Tidsrommet for utvandring er angitt med ulike intervall for dei ulike elvene (sjå Appendiks I). I røynda varierer tidsutviklinga for utvandring både mellom elver, og mellom år. Ettersom tid for utvandring for dei fleste elver er ukjent, har me antatt jamn utvandring i eit intervall (lik blå linje nedst i Figur 1). Som hovudregel vil mengda lakselus sleppt frå oppdrettsanlegg auke med aukande temperaturar i løpet av våren (som skissert øvst i Figur 1). Dersom den faktiske utvandringa frå ei elv er skeivt fordelt mot tidligare utvandring (oransje linje i Figur 1) vil modellen då underestimere det reelle lusepåslaget. Likeeins; dersom den faktiske utvandringa frå ei elv er skeivt fordelt mot seinare utvandring (grøn linje i Figur 1) vil modellen underestimere det reelle lusepåslaget.

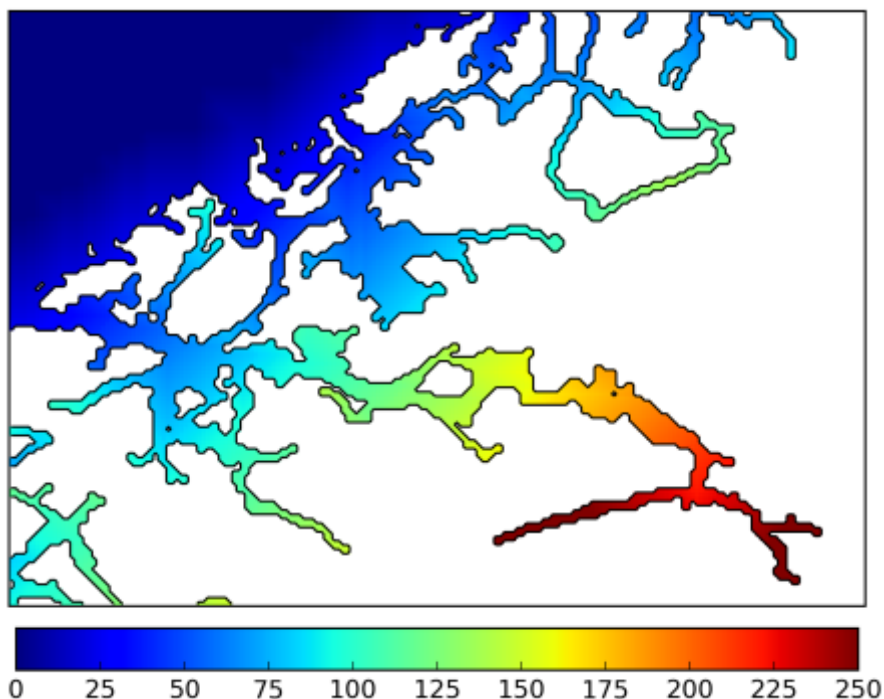


Figur 1: Skissert tidsutvikling av antal lakselus i vassmassane (øvt) og eksemplifisert timing for utvandring av lakse postsmolt (nedst).

Vandringsmodellen

Vandringsmodellen simulerer ei forenkla vandring, der den virtuelle postsmolten alltid sym mot ope hav. For å implementere dette trenger med ein *fjord-indeks* som er et mål på sjøavstanden til ope

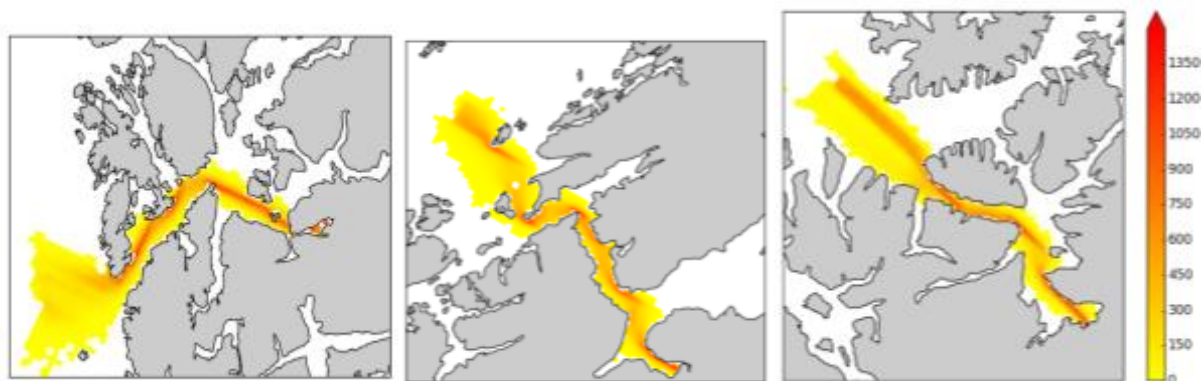
hav. Me tar utgangspunkt i 800 meters griddet i NorKyst-800. Ei gridcelle der heile blokka på 25x25 gridceller (20 km) omkring defineres som ope hav og får fjord-indeks null. Dei andre er foreløpig udefinert. Sjøcellenes verdi defineres rekursivt ved at dei får verdien til definert nabocelle pluss ein. Dette gir ein indeks med aukande verdi innover i fjordane. Som et eksempel er fjord-indeksen for Hardangerfjorden vist i Figur 2.



Figur 2: Fjord-indeks i Hardangerfjorden

Kvar virtuell postsmolt starter i gridcella nærast elvemunningen. Rørsla herifrå er stokastisk, men med bias mot ope hav. Meir spesifikt; det er fem gongar større sannsyn for at fisken beveger seg mot ein lågare fjord-indeks enn at den går mot ei anna nabocelle. Det er lagt inn ei sperre for at den ikkje skal gå tilbake til cella den kom ifrå. Tidssteget er ein time, noko som gir den virtuelle fisken maksimumfart på 22 cm s^{-1} (0.8 km/t). På grunn av det stokastiske elementet med tilfeldig bevegelse mellom gridcellene, blir effektiv fart i retning mot havet noko lågare: $13.2 - 19.8 \text{ cm s}^{-1}$. Observasjonar på symjehastegheit varierer ein del, med gjennomsnittlig hastighet på ca $14 - 24 \text{ cm s}^{-1}$ (Thorstad et al. 2004, Finstad et al. 2005, Økland et al. 2006, Davidsen et al. 2009, Plantalech Mantella et al. 2009).

Postsmoltens utvandningsruter er i røynda mest sannsynleg eit resultat av respons til ei heil rekke miljøvariablar (Thorstad et al. 2012). Den virtuelle vandringsmodellen er ein forenkla modell der postsmolten sym meir eller mindre kortaste veg mot havet, utan å ta høgde for saltinnhald i vatnet eller straum. Lengre vandringsruter og lengre opphald i fjordane kan gje sterkare eksponering for lakselus, slik at det estimerte lusepåslaget representerer lusepåslag ved minimums eksponering. Val av kortaste rute kan føra til at utvandningsrutene ikkje er korrekte for alle elver i alle år, spesielt der det finnes fleire naturlige val. Vidare utvikling og endringar i modellen kan skje i løpet av dei neste åra, for å oppnå størst mogleg grad av realisme i symjehastegheit og -retning. Eksempel på symjerute og gjennomsnittlig utvandringstid for 100 fisk frå Etne, Gaula og Alta er gitt i Figur 3 og Tabell 1. I Figur 3 viser raud farge den migrasjonsruta som flest postsmolt har brukt, og gul farge viser område med færre postsmolt. Tala i Figur 3 og Tabell 1 er rekna basert på 100 vilkårlige modellfisk, og vil variere noko mellom modellkjøringar.



Figur 3: Eksempel på utvandringsruter for postsmolt frå elvene Etne, Gaula og Alta

Tabell 1: Gjennomsnittlig, standard avvik, minimum og maksimums utvandringstid frå 100 fisk 3 elver: Etne, Gaula og Alta

ELV	GJ.SNITT	STD
ETNE	6,7 d	0,7 d
GAULA	8,5 d	0,8 d
ALTA	9,6 d	1.0 d

Den virtuelle vandringsmodellen er kopla til det simulerte konsentrasjonsfeltet av kopepoditter, som gir tettheten av lakselus per volum. Me har i dette arbeidet brukt gjennomsnittlig lakseluskonsentrasjon i dei øvre 2 meter. Det er urealistisk å anta at ein fisk er eksponert for alle lus i ei 800 m x 800 m stor modell-celle. Me har difor antatt at ein modellfisk kvar time er eksponert for et sub-volum i modelgriddet den befinn seg i. I observasjonar er det vist at lakselus kan detektera ein fisk på 3 cm avstand (Heuch et al. 2007). Me har antatt at fisken sym rett gjennom modelgriddet, og at lus innan 3 cm avstand kan detektera fisken. Dette svarer til et sub-volum på $(\sqrt{0.03} \cdot 800) \sim 2.26 \text{ m}^3$. Kor mange av lusene innan dette volumet som er faktisk er i stand til å sette seg på ein fisk, er usikkert. For å estimere sannsynlig lusepåslag har me gjort noen statistiske berekningar basert på både modellresultat og observasjonar, meir grundig beskrive i følgjande kapittel: Estimert lusepåslag. Det antatte sannsynet for luseinfeksjon følgjer ei Poissonfordeling og postsmoltens forflytting, luseinfeksjon og totalt antal lakselus på kvar virtuell postsmolt er berekna og oppdatert kvar time. Når ei lakselus har infisert ein virtuell postsmolt vil den forbli på fisken.

Når den virtuelle postsmolten når eit punkt 4 km frå næraste landpunkt, er fisken antatt å ha nådd havet og er utanfor interesseområdet. Me tel så opp kor mange lus kvar individuell postsmolt har fått på seg. Ved å telja antal lus på all virtuell fisk, finner me ei fordeling av antal lus på postsmolt frå kvar elv. Basert på sannsynet for overleving ved ulik infeksjonsklasse (Taranger et al. 2015) og antakelsen at all modellfisk er 20 g (Rikardsen et al. 2004) har me rekna dødelegheit for fisken (Tabell 2).

Tabell 2: Antatt dødelegheit for postsmolt med gitt antal lus.

ANTAL LUS FISK ⁻¹	ANTATT DØDELEGHEIT
< 2	0 %
2 ≤ 4	20 %
4 ≤ 6	50 %
> 6	100 %

Modellestimert infeksjonspress og dødelegheit vil av fleire grunnar avvike frå det den ville fisken opplever. Verken tidsutviklinga for den faktiske utvandringa, reell symje-hastigheit eller -rute er fullt kartlagt, og kan avvike frå den antakingane i vår modell. Postsmolten kan legge seg i eit brakkvasslag på veg ut fjorden, som hindrar luseinfeksjonar. Individuell variasjon i mottagelegheit og tålegrense for lus finnes også. Sjølv om modellresultata ikkje alltid samsvarer til det faktiske lusepåverknaden på vill fisk, kan modellresultata sjåast på som den potensielle påverknaden frå akvakultur på vill utvandrande postsmolt. For at modellresultata skal samsvare i best mogleg grad med observasjonar, har me kalibrert modellresultata med lusenivå funne på vill postsmolt.

Kalibrert lusepåslag

For å vurdere kor stor del av lusa frå det antatte sub-volumet som faktisk set seg på fisken har me vurdert lusepåslag på modellfisk med observasjonar. Her har me bruka resultat frå trålt postsmolt i 2015, 2016 og 2017 (sjå Tabell 3). Me har samanlikna estimert lusemengde på virtuell postsmolt i same område som tråltrekk er tatt med det observerte nivået på trålt fisk.

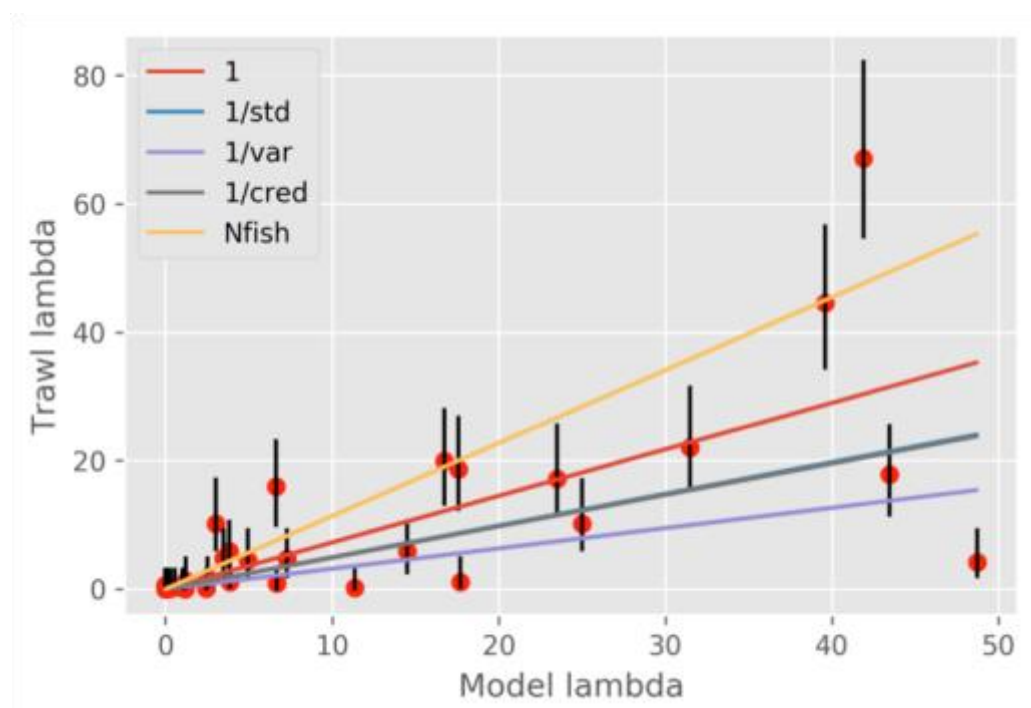
I berekningane er det bruka ukesmidla observert antal lus per fisk og simulert potensielle luseinfeksjoner per modell-fisk. Ørret, oppdrettsfisk, samt fisk som var død eller råka av stort skjelltap ved fangst er tatt bort frå observasjonane. Dette gjev 33 observasjonspunkt med varierende antal fisk, gitt i Tabell 3. For kvar av dei 33 observasjonspunkta antas talet lus per postsmolt å vera Poisson-fordelt med middeltall lambda. Sannsynlegheitsfordelinga til lambda bereknes Bayesisk (Markovkjede Monte Carlo basert på uniform prior). Stor spreing her viser stor usikkerheit, grunna stor spreing i lus per fisk og/eller få postsmolt i observasjonen. Usikkerheta i estimatet av lambda er vist i Figur 4 ved stolper som gir 90% kredibilitetsintervall.

Tabell 3: Observasjonar bruka til berekne påslag lus på vill fisk.

År	Uke	Område	N postsmolt	Middel # Lus
2015	19	3	26	10.12
2015	20	3	51	4.41
2015	21	3	16	10.19
2015	22	3	19	22.00
2015	23	3	15	17.8
2015	24	3	7	4.14
2016	18	3	7	0.29
2016	19	3	134	1.73
2016	20	3	22	4.68
2016	21	3	13	5.85
2016	22	3	10	18.60
2016	23	3	5	44.60
2016	21	6	81	0.01
2016	22	6	168	0.44
2017	18	2	105	0.1
2017	19	2	36	0.03
2017	20	2	50	0.88
2017	21	2	13	0.15
2017	19	3	14	0.14
2017	20	3	187	5.92

2017	21	3	42	15.93
2017	22	3	21	19.90
2017	19	4	63	0.17
2017	20	4	47	1.06
2017	21	4	30	17.17
2017	22	4	97	67.12
2017	20	5	222	0.07
2017	21	5	97	1.34
2017	22	5	74	4.74
2017	25	12	9	0.56
2017	27	12	38	0.03
2017	28	12	18	0.56
2017	29	12	13	0.0

For å finne ein omrekningsfaktor kan me bruke ei vekta regresjonsline gjennom origo, der observasjonar med stor usikkerheit får lågare vekt. Lina vert tvungen gjennom origo for å unngå negative tal eller motsett, at kalibreringa gjev lus der det verken er lus i modellen eller observasjonane. Stigetalet til lina er middel av 10000 liner berekna frå posterior fordeling av lambda. Fleire valg av vektorer er moglege, sjå tabell 4. Invers varians av posterior estimat av lambda er meist robust når det gjelder å fjerne deler av datasettet eller å sjå på 2017 versus 2015-2016 (sjå vedlagt pdf av jupyter notebook). Det er også den vektinga som gjev lågast stigetal. Dette kan være ein bias, låge verdiar gjev lågare spreining slik at høge observasjonar kan få for låg vekt.



Figur 4: Poisson-fordelt sannsyn av lus på fisk frå modell og observasjon. Markører viser lambda (λ) frå poissonfordelingane. Svarte søyler angir 90 % posterior kredibilitetsintervall. Regresjonslinar gjennom origo for ulike vektingar er teikna inn. Korrelasjonen mellom modell og observasjonar er 0,70.

Tabell 4: Ulike skjema for vekting med tilhøyrande stigetal.

VEKTING	STIGETAL	STANDARDVVIK
1	0,72	0,05
1/STD	0,49	0,03
1/VAR	0,32	0,03
1/CRED	0,49	0,03
NUMBER OF FISH	1,14	0,11

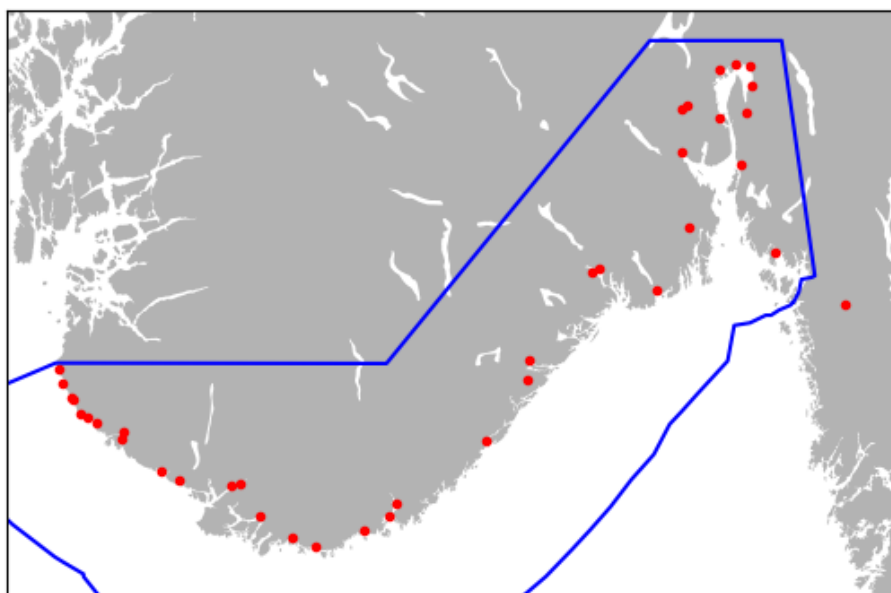
Me har valgt å leggje vekt på det mest robuste estimatet. I dei følgjande berekningar av lusepåslog på modell-fisk har me betrakta stigetalet til regresjonslina vekta med invers varians i Figur 4 som den sannsynlege smittsomheita til lakselus (32 %). Standardavvik er 0,03 mens kredibilitetsintervallet (90%) går fra 0,26 til 0,38.

Vidare samanlikning av estimert lusepåslog med observasjonar vil bli gjennomført dei komande åra. Det blir også undersøkt moglegheit for å genetisk spore postsmolten tilbake til dei ulike elvene. Då det er stor ulikskap på det predikerte lusenivået mellom elvene, vil det være enklare å undersøke kvaliteten til modellestimata dersom me kjenner det geografiske utgangspunktet til den trålte fisken.

Resultat

I resultata som følg har me sett på det endelige påslaget når den virtuelle postsmolten har nådd havet (4 km frå næraste landpunkt i modellen). Me har berekna kor stor del av fisken frå kvar elv, som er infisert med lus (prevalens), kor mange lus i snitt den infiserte fisken har (gjennomsnittleg intensitet) og estimert dødelegheit. Det er observert dødelegheit på lakselus frå det smittsame kopepodittstadiet til dei mest skadelige stadia (pre-adult og adult) på 30 – 50% (Stien et al. 2005, Wagner et al. 2008). I følgjande resultat har me antatt at 60 % av dei påslagne lakselus-larvene overlever, og er lagt til grunn for å estimere dødelegheit i følgje Tabell 2. For å ta høgde for usikkerheit har me også kjørt modellen for utvandring forskjøvet 10 dagar tideligare og 10 dagar seinare enn verdiane gitt i Appendiks I. Resultatet for dei tidsforskjøvne utvandringane er gitt i parentes (tidlig - sein).

Produksjonsområde 1: Svenskegrensen til Jæren



Område 1: Svenskegrensen – Jæren 2016

Elv	Prevalens (%)	Gjennomsnittleg intensitet (antal lus)	Estimert dødelegheit (%)
Enningdal	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Glomma	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Hølenelva	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Årungenelva	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Gjersjøelva	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Nordmarkvassdraget	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Lysakerelva	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Sandvik	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Åros	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Lier	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Drammen	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Sandevassdraget	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Aulivassdraget	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Numedal	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Herre	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Skien	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Gjerstadvassdraget	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Vegår	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Nidelva	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Tovdal	1 (1 - 0)	1.0 (1.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Otra	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Søgne	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Mandal	0 (1 - 1)	0.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Audna	1 (1 - 0)	1.0 (1.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Lygna	1 (1 - 1)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Fedaelva	5 (4 - 5)	1.1 (1.0 - 1.1)	0 (0 - 0)
Kvina	5 (4 - 4)	1.1 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Sokndal	1 (1 - 1)	1.0 (1.0 - 1.1)	0 (0 - 0)
Sira	1 (1 - 2)	1.0 (1.0 - 1.1)	0 (0 - 0)
Hellelandselva	1 (1 - 1)	1.0 (1.0 - 1.1)	0 (0 - 0)
Ogna	1 (1 - 1)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Fuglestad	1 (1 - 1)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Bjerkreim	1 (1 - 1)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Kvasheim	1 (1 - 1)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
S. Varhaug	2 (1 - 1)	1.0 (1.0 - 1.1)	0 (0 - 0)
N. Varhaug	1 (1 - 1)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Håelva	2 (1 - 1)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Orreåna	1 (2 - 2)	1.0 (1.1 - 1.0)	0 (0 - 0)

Område 1: Svenskegrensen – Jæren 2017

Elv	Prevalens (%)	Gjennomsnittleg intensitet (antal lus)	Estimert dødelegheit (%)
Enningdal	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Glomma	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Hølenelva	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Årungenelva	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Gjersjøelva	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Nordmarkvassdraget	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Lysakerelva	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Sandvik	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Åros	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Lier	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Drammen	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Sandevassdraget	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Aulivassdraget	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Numedal	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Herre	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Skien	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Gjerstadvassdraget	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Vegår	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Nidelva	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Tovdal	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Otra	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Søgne	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Mandal	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Audna	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Lygna	0 (1 - 1)	0.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Fedaelva	3 (6 - 5)	1.0 (1.1 - 1.0)	0 (0 - 0)
Kvina	4 (5 - 5)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Sokndal	1 (1 - 1)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Sira	1 (1 - 1)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Hellelandselva	2 (2 - 1)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Ogna	1 (1 - 1)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Fuglestad	1 (1 - 1)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Bjerkreim	2 (2 - 1)	1.0 (1.0 - 1.1)	0 (0 - 0)
Kvasheim	1 (2 - 1)	1.0 (1.1 - 1.0)	0 (0 - 0)
S. Varhaug	1 (2 - 1)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
N. Varhaug	1 (2 - 1)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Håelva	1 (1 - 2)	1.1 (1.0 - 1.1)	0 (0 - 0)
Orreåna	3 (2 - 4)	1.1 (1.0 - 1.2)	0 (0 - 0)

Produksjonsområde 2: Ryfylke



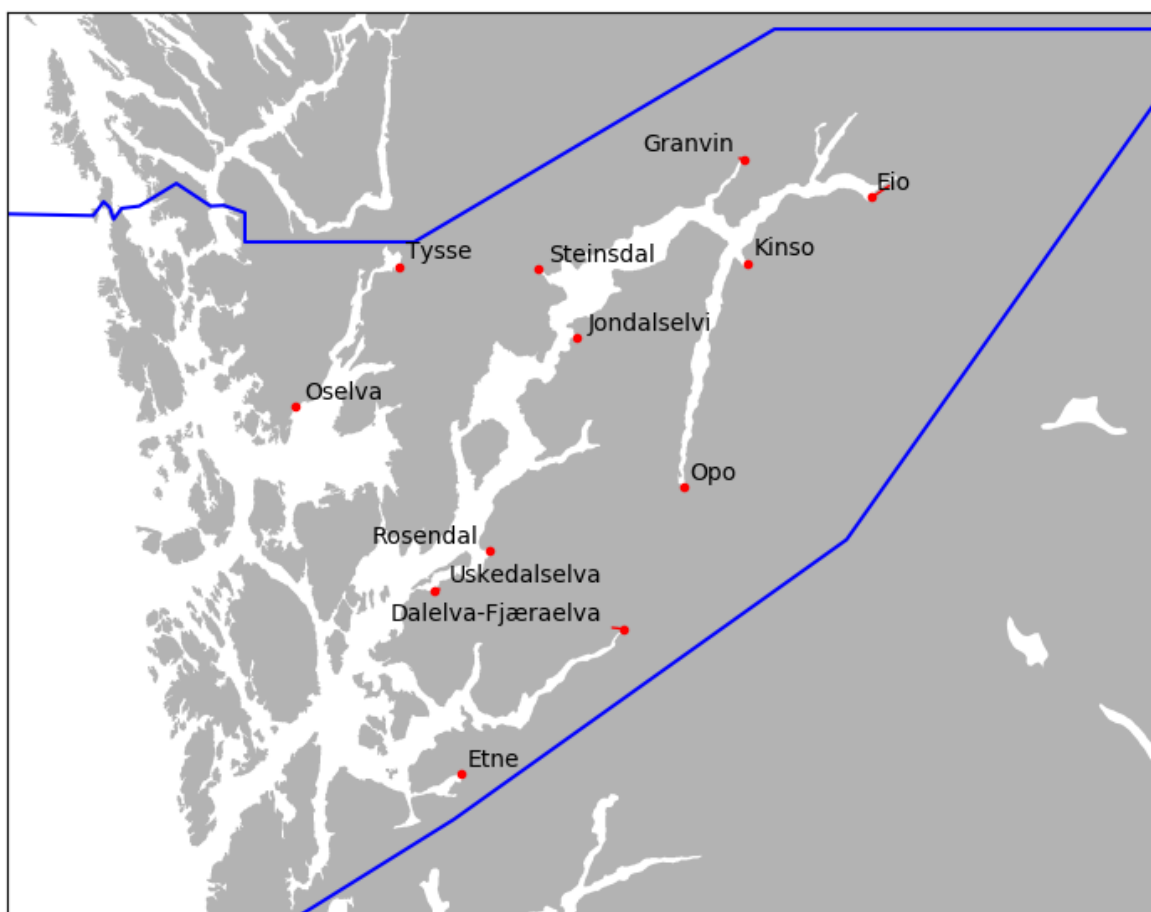
Område 2: Ryfylke 2016

Elv	Prevalens (%)	Gjennomsnittleg intensitet (antal lus)	Estimert dødelegheit (%)
Figgjo	1 (1 - 2)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Storåna	44 (42 - 61)	1.8 (1.7 - 2.2)	1 (1 - 2)
Dirdal	55 (51 - 71)	2.0 (1.7 - 2.3)	1 (1 - 3)
Espedal	53 (49 - 69)	1.9 (1.7 - 2.3)	1 (1 - 3)
Frafjord	54 (49 - 71)	2.0 (1.7 - 2.4)	2 (1 - 3)
Lyse	68 (52 - 79)	2.4 (1.9 - 2.6)	4 (1 - 5)
Jørpeland	43 (40 - 58)	1.6 (1.6 - 1.9)	1 (1 - 1)
Årdal	60 (56 - 73)	2.0 (1.8 - 2.8)	2 (1 - 5)
Hjelmeland	67 (60 - 80)	2.4 (1.9 - 3.6)	4 (2 - 11)
Vormo	63 (58 - 81)	2.7 (1.9 - 3.8)	5 (1 - 12)
Førreelva	76 (64 - 87)	3.5 (2.2 - 4.2)	10 (3 - 16)
Håland	83 (74 - 89)	3.0 (2.1 - 3.7)	8 (2 - 13)
Ulla	79 (63 - 88)	3.7 (2.2 - 4.1)	12 (3 - 16)
Suldals	65 (51 - 75)	2.1 (1.7 - 2.8)	2 (1 - 6)
Åbøelva	74 (63 - 83)	2.7 (2.1 - 3.4)	5 (2 - 11)
Saudavassdraget	66 (57 - 78)	2.2 (1.7 - 2.7)	3 (1 - 5)
Rødneelva	81 (68 - 89)	2.4 (2.0 - 3.2)	4 (2 - 9)
Vikedal	71 (64 - 86)	2.3 (1.9 - 2.9)	3 (1 - 7)

Område 2: Ryfylke 2017

Elv	Prevalens (%)	Gjennomsnittleg intensitet (antal lus)	Estimert dødelegheit (%)
Figgjo	3 (1 - 3)	1.1 (1.0 - 1.2)	0 (0 - 0)
Storåna	60 (52 - 59)	1.8 (1.7 - 2.0)	1 (1 - 1)
Dirdal	54 (49 - 60)	1.6 (1.5 - 1.9)	1 (1 - 1)
Espedal	55 (51 - 57)	1.5 (1.5 - 1.9)	1 (1 - 1)
Frafjord	53 (51 - 61)	1.6 (1.5 - 1.9)	1 (1 - 1)
Lyse	60 (53 - 72)	1.8 (1.5 - 2.1)	1 (1 - 2)
Jørpeland	46 (39 - 49)	1.5 (1.4 - 1.7)	1 (1 - 1)
Årdal	65 (61 - 72)	1.9 (1.7 - 2.3)	1 (1 - 3)
Hjelmeland	84 (78 - 91)	3.5 (2.5 - 4.1)	12 (4 - 16)
Vormo	90 (88 - 96)	4.0 (2.9 - 4.8)	15 (7 - 22)
Førreelva	95 (90 - 97)	4.7 (3.8 - 4.9)	21 (14 - 23)
Håland	97 (96 - 100)	7.5 (5.7 - 9.5)	45 (30 - 63)
Ulla	93 (88 - 98)	4.6 (3.9 - 5.0)	20 (14 - 25)
Suldals	88 (83 - 94)	3.2 (2.7 - 3.9)	8 (5 - 14)
Åbøelva	94 (88 - 96)	3.8 (3.2 - 4.1)	13 (9 - 16)
Saudavassdraget	90 (84 - 95)	3.5 (2.8 - 4.0)	11 (6 - 15)
Rødneelva	97 (92 - 99)	5.3 (4.5 - 6.5)	28 (20 - 38)
Vikedal	94 (92 - 98)	4.9 (3.8 - 6.1)	23 (14 - 35)

Produksjonsområde 3: Karmøy til Sotra



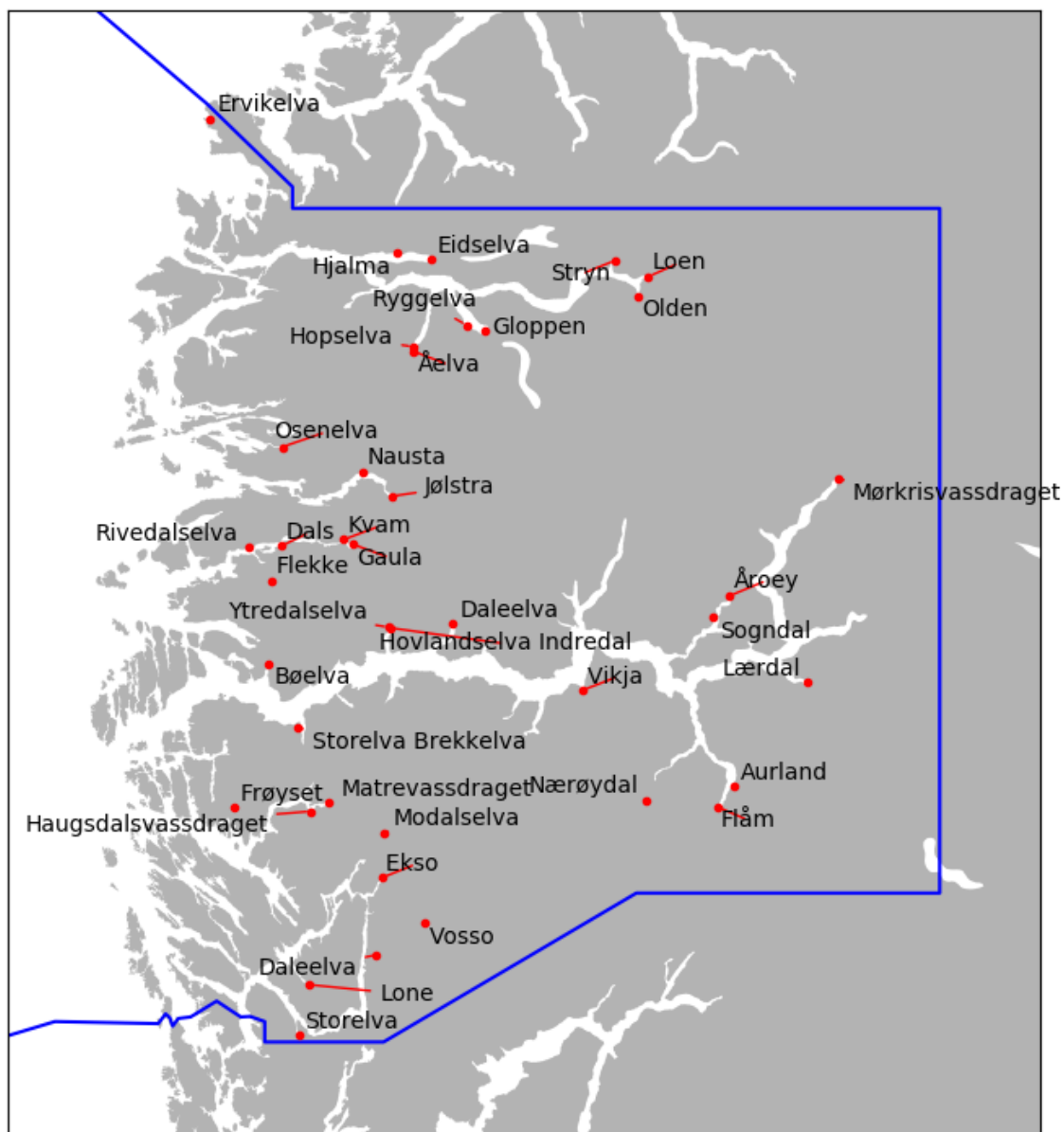
Område 3: Karmøy til Sotra 2016

Elv	Prevalens (%)	Gjennomsnittleg intensitet (antal lus)	Estimert dødelighet (%)
Etne	84 (80 - 95)	4.9 (3.7 - 6.9)	21 (12 - 40)
Dalelva-Fjæraelva	96 (93 - 99)	6.3 (5.2 - 8.8)	34 (25 - 56)
Uskedalselva	93 (82 - 99)	6.7 (4.7 - 8.3)	36 (20 - 51)
Rosendal	93 (82 - 99)	6.6 (4.5 - 8.1)	35 (18 - 50)
Jondalselvi	97 (95 - 100)	9.1 (6.0 - 10.8)	53 (32 - 67)
Opo	99 (99 - 99)	13.6 (11.5 - 15.3)	82 (73 - 86)
Kinso	99 (100 - 100)	12.5 (11.0 - 15.1)	79 (68 - 84)
Eio	99 (99 - 99)	13.2 (11.0 - 15.1)	81 (70 - 85)
Granvin	100 (99 - 100)	11.1 (9.8 - 13.2)	71 (59 - 82)
Steinsdal	100 (97 - 99)	10.6 (8.8 - 12.6)	65 (52 - 79)
Oselva	82 (68 - 91)	3.8 (2.5 - 4.2)	13 (4 - 17)
Tysse	93 (86 - 96)	5.3 (3.5 - 7.3)	27 (12 - 44)

Område 3: Karmøy til Sotra 2017

Elv	Prevalens (%)	Gjennomsnittleg intensitet (antal lus)	Estimert dødelegheit (%)
Etne	53 (45 - 68)	1.9 (1.4 - 3.0)	1 (1 - 6)
Dalelva-Fjæraelva	65 (54 - 79)	2.2 (1.6 - 4.2)	3 (1 - 15)
Uskedalselva	96 (94 - 98)	5.6 (3.6 - 7.5)	27 (12 - 42)
Rosendal	95 (93 - 98)	5.2 (3.5 - 7.3)	25 (11 - 39)
Jondalselvi	100 (99 - 100)	8.2 (6.4 - 10.3)	50 (36 - 65)
Opo	99 (100 - 99)	14.0 (11.8 - 13.9)	83 (72 - 83)
Kinso	99 (100 - 99)	13.2 (10.6 - 14.4)	80 (66 - 85)
Eio	99 (99 - 99)	14.0 (11.1 - 14.0)	82 (69 - 82)
Granvin	100 (100 - 100)	11.4 (9.1 - 13.8)	70 (56 - 81)
Steinsdal	100 (100 - 99)	10.1 (8.4 - 12.9)	63 (52 - 78)
Oselva	87 (83 - 96)	3.8 (3.0 - 5.1)	14 (8 - 25)
Tysse	94 (90 - 97)	4.7 (3.9 - 6.2)	20 (15 - 34)

Produksjonsområde 4: Nordhordland til Stadt



Område 4: Nordhordland til Stadt 2016

Elv	Prevalens (%)	Gjennomsnittleg intensitet (antal lus)	Estimert dødelegheit (%)
Lone	75 (83 - 76)	2.2 (2.6 - 2.1)	3 (5 - 2)
Storelva	80 (83 - 74)	2.3 (2.7 - 2.2)	3 (5 - 2)
Daleelva	76 (79 - 82)	2.3 (2.6 - 2.3)	3 (5 - 4)
Vosso	70 (64 - 76)	1.9 (1.8 - 2.1)	1 (1 - 2)
Ekso	70 (65 - 73)	2.0 (1.9 - 2.3)	2 (2 - 3)
Modalselva	70 (65 - 73)	1.9 (1.9 - 2.2)	2 (1 - 2)
Haugsdalsvassdraget	69 (64 - 76)	2.0 (1.8 - 2.2)	1 (1 - 3)
Matrevassdraget	67 (59 - 73)	1.8 (1.6 - 2.0)	1 (1 - 2)
Frøyset	55 (45 - 66)	1.8 (1.5 - 1.8)	1 (1 - 1)
Storelva	71 (60 - 83)	2.1 (2.1 - 2.4)	2 (2 - 4)

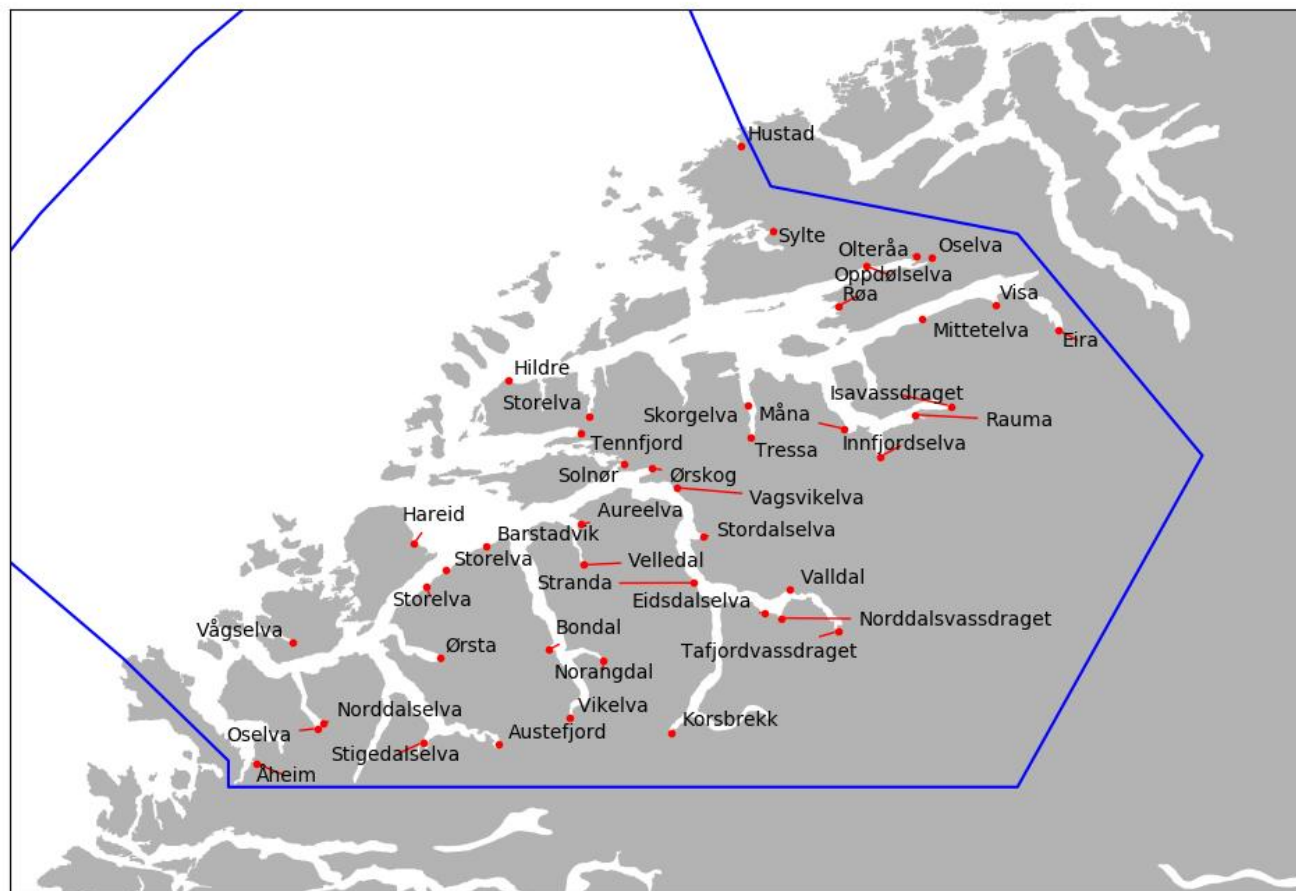
Brekkeelva

Vikja	97 (96 - 97)	5.1 (4.1 - 6.2)	25 (17 - 35)
Nærøydal	97 (95 - 98)	6.2 (4.4 - 7.2)	33 (19 - 43)
Flåm	96 (96 - 98)	6.0 (4.8 - 7.0)	32 (23 - 42)
Aurland	97 (96 - 97)	6.0 (4.6 - 7.3)	33 (20 - 43)
Lærdal	97 (96 - 98)	6.1 (4.7 - 7.4)	33 (22 - 45)
Mørkrisvassdraget	98 (97 - 99)	6.5 (5.5 - 7.7)	37 (29 - 48)
Sogndal	97 (95 - 98)	5.8 (4.4 - 7.0)	32 (18 - 41)
Åroey	96 (93 - 97)	4.8 (3.7 - 6.2)	22 (13 - 34)
Daleelva	95 (91 - 97)	4.6 (3.5 - 5.8)	21 (11 - 31)
Hovlandselva - Indredal	87 (77 - 93)	2.8 (2.5 - 3.6)	6 (4 - 13)
Ytredalselva	86 (77 - 93)	2.8 (2.5 - 3.6)	6 (4 - 13)
Bøelva	71 (62 - 82)	2.4 (2.0 - 3.0)	3 (2 - 7)
Dals	39 (31 - 49)	1.5 (1.4 - 1.6)	1 (1 - 1)
Flekkje	41 (30 - 48)	1.5 (1.4 - 1.6)	1 (1 - 1)
Kvam	36 (36 - 48)	1.4 (1.3 - 1.6)	1 (1 - 1)
Rivedalselva	39 (31 - 47)	1.6 (1.4 - 1.7)	1 (1 - 1)
Gaula	43 (34 - 57)	1.5 (1.3 - 1.6)	1 (1 - 1)
Nausta	51 (40 - 66)	1.6 (1.5 - 2.0)	1 (1 - 2)
Jølstra	46 (36 - 56)	1.5 (1.4 - 1.8)	1 (1 - 1)
Osenelva	34 (33 - 43)	1.4 (1.3 - 1.5)	1 (1 - 1)
Hopselva	75 (72 - 81)	2.2 (2.0 - 2.3)	3 (2 - 3)
Åelva	76 (72 - 75)	2.1 (2.1 - 2.1)	2 (2 - 2)
Ryggelva	76 (76 - 82)	2.1 (2.1 - 2.2)	2 (2 - 3)
Gloppen	76 (72 - 77)	2.1 (2.0 - 2.2)	3 (2 - 2)
Olden	79 (79 - 81)	2.3 (2.0 - 2.3)	3 (2 - 3)
Loen	81 (79 - 83)	2.3 (2.2 - 2.2)	3 (2 - 3)
Stryn	80 (80 - 79)	2.2 (2.1 - 2.3)	3 (2 - 3)
Hjalma	73 (73 - 77)	2.0 (1.9 - 2.1)	2 (1 - 2)
Eidselva	76 (70 - 71)	2.0 (1.9 - 2.1)	2 (1 - 2)
Ervikelva	8 (10 - 5)	1.2 (1.1 - 1.1)	0 (0 - 0)

Område 4: Nordhordland til Stadt 2017

Elv	Prevalens (%)	Gjennomsnittleg intensitet (antal lus)	Estimert dødelegheit (%)
Lone	71 (72 - 67)	2.0 (2.2 - 2.0)	2 (3 - 2)
Storelva	72 (76 - 64)	2.0 (2.2 - 2.0)	2 (3 - 2)
Daleelva	63 (70 - 62)	1.8 (2.0 - 1.9)	1 (2 - 2)
Vosso	62 (71 - 59)	2.0 (2.0 - 1.8)	2 (2 - 1)
Ekso	64 (68 - 62)	1.9 (1.9 - 1.8)	1 (2 - 1)
Modalselva	63 (68 - 57)	1.9 (2.0 - 1.8)	1 (2 - 1)
Haugsdalsvassdraget	79 (73 - 90)	2.5 (2.0 - 3.8)	4 (2 - 14)
Matrevassdraget	73 (67 - 84)	2.2 (1.9 - 2.8)	3 (1 - 6)
Frøyset	62 (59 - 74)	1.8 (1.7 - 2.2)	1 (1 - 3)
Storelva			
Brekkeelva	99 (97 - 99)	6.8 (5.7 - 7.0)	39 (30 - 40)
Vikja	99 (100 - 100)	14.6 (11.4 - 14.9)	80 (68 - 77)
Nærøydal	99 (100 - 100)	15.1 (12.8 - 13.0)	80 (75 - 70)
Flåm	99 (100 - 100)	15.0 (13.1 - 12.8)	81 (74 - 71)
Aurland	99 (99 - 100)	14.9 (13.1 - 12.8)	79 (75 - 69)
Lærdal	99 (99 - 99)	14.9 (13.5 - 12.6)	80 (77 - 69)
Mørkrivassdraget	100 (99 - 100)	14.7 (14.7 - 12.6)	76 (80 - 66)
Sogndal	100 (100 - 99)	15.2 (12.6 - 13.6)	82 (72 - 71)
Åroey	100 (100 - 99)	13.7 (11.4 - 15.2)	76 (67 - 80)
Daleelva	99 (99 - 100)	11.8 (9.6 - 12.7)	69 (58 - 73)
Hovlandselva –Indredal	99 (99 - 99)	8.4 (7.0 - 9.3)	50 (42 - 58)
Ytredalselva	99 (99 - 100)	8.7 (7.0 - 9.5)	52 (42 - 59)
Bøelva	95 (93 - 99)	5.8 (4.8 - 7.0)	30 (21 - 40)
Dals	68 (57 - 77)	2.1 (1.8 - 2.6)	2 (1 - 5)
Flekke	68 (56 - 76)	1.9 (1.8 - 2.7)	1 (1 - 5)
Kvam	47 (44 - 58)	1.6 (1.5 - 1.9)	1 (1 - 1)
Rivedalselva	66 (57 - 76)	2.0 (1.8 - 2.6)	2 (1 - 5)
Gaula	56 (46 - 72)	1.8 (1.6 - 2.2)	1 (1 - 3)
Nausta	68 (53 - 74)	2.2 (1.6 - 2.2)	3 (1 - 3)
Jølstra	58 (51 - 75)	1.8 (1.6 - 2.2)	1 (1 - 3)
Osenelva	47 (42 - 59)	1.6 (1.5 - 1.9)	1 (1 - 1)
Hopselva	95 (92 - 95)	5.3 (4.3 - 5.3)	26 (18 - 26)
Åelva	93 (91 - 94)	4.4 (4.3 - 5.6)	18 (18 - 28)
Ryggelva	94 (94 - 95)	5.4 (4.3 - 5.3)	27 (19 - 25)
Gloppen	93 (93 - 94)	4.5 (4.5 - 5.5)	20 (20 - 26)
Olden	92 (92 - 93)	5.0 (4.4 - 5.7)	24 (20 - 28)
Loen	95 (92 - 95)	4.9 (4.4 - 5.4)	23 (19 - 26)
Stryn	95 (91 - 95)	4.7 (4.5 - 5.4)	21 (19 - 27)
Hjalma	93 (92 - 94)	4.9 (4.3 - 5.3)	22 (18 - 25)
Eidselva	93 (88 - 93)	4.2 (4.2 - 5.1)	17 (17 - 24)
Ervikelva	9 (6 - 15)	1.2 (1.1 - 1.2)	1 (0 - 1)

Produksjonsområde 5: Stadt til Hustadvika



Område 5: Stadt til Hustadvika 2016

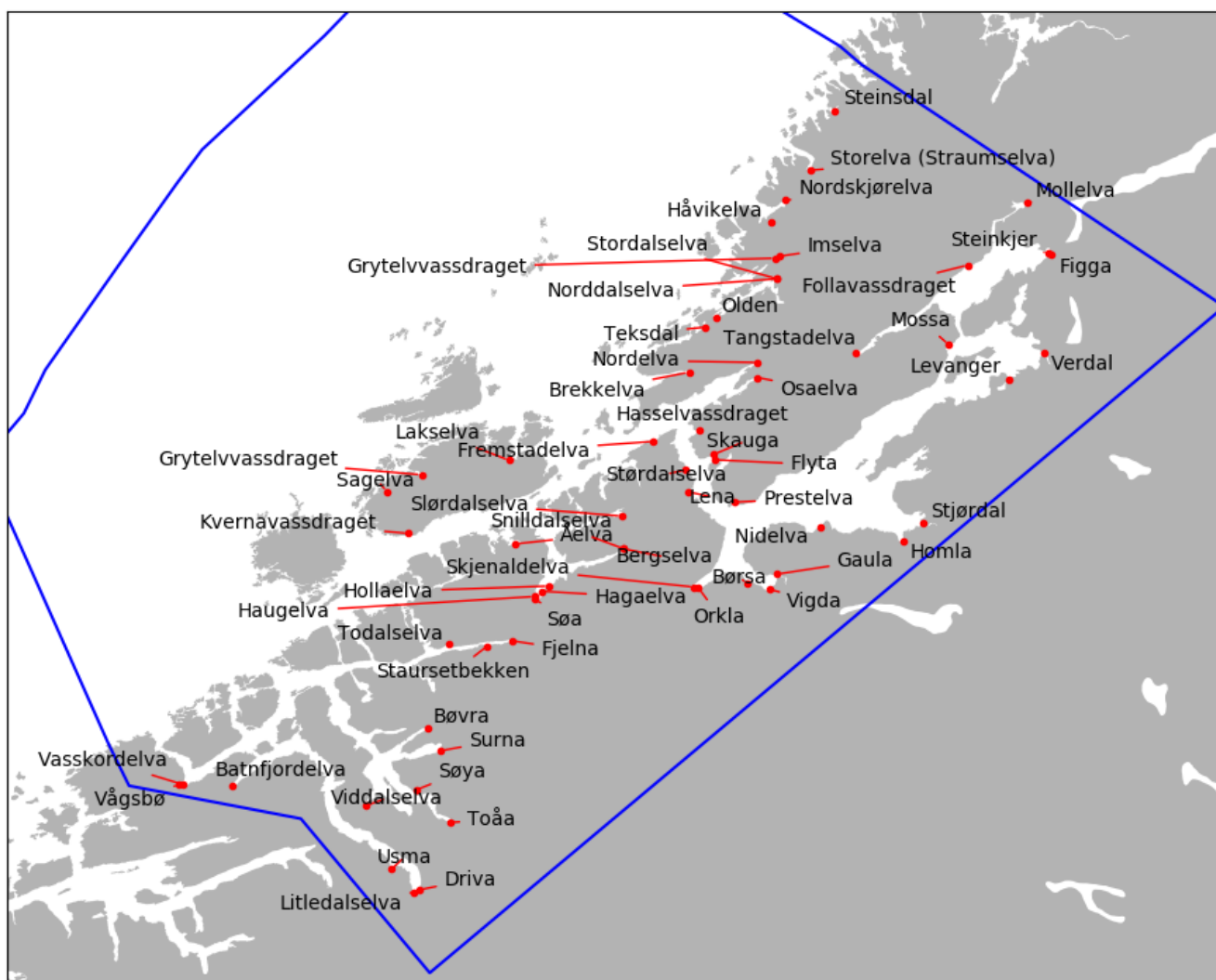
Elv	Prevalens (%)	Gjennomsnittleg intensitet (antal lus)	Estimert dødelegheit (%)
Storelva	45 (39 - 43)	1.4 (1.4 - 1.5)	1 (1 - 1)
Skorgelva	47 (48 - 43)	1.4 (1.5 - 1.4)	1 (1 - 1)
Tressa	46 (52 - 43)	1.4 (1.5 - 1.4)	1 (1 - 1)
Måna	61 (62 - 61)	1.6 (1.6 - 1.7)	1 (1 - 1)
Innfjordselva	60 (60 - 63)	1.6 (1.6 - 1.7)	1 (1 - 1)
Isavassdraget	60 (61 - 61)	1.6 (1.6 - 1.6)	1 (1 - 1)
Rauma	60 (59 - 61)	1.7 (1.7 - 1.8)	1 (1 - 1)
Mittetelva	66 (66 - 68)	1.7 (1.8 - 1.9)	1 (1 - 1)
Visa	63 (69 - 71)	1.8 (1.8 - 1.9)	1 (1 - 1)
Eira	68 (67 - 72)	1.8 (1.8 - 2.0)	1 (1 - 1)
Røa	53 (55 - 48)	1.6 (1.6 - 1.4)	1 (1 - 1)
Olteråa	52 (54 - 44)	1.5 (1.6 - 1.4)	1 (1 - 1)
Oppdølselva	53 (54 - 45)	1.5 (1.6 - 1.4)	1 (1 - 1)
Oselva	67 (68 - 66)	1.7 (1.8 - 1.8)	1 (1 - 1)
Sylte	15 (18 - 10)	1.1 (1.2 - 1.1)	0 (0 - 0)
Hustad	3 (5 - 2)	1.0 (1.0 - 1.1)	0 (0 - 0)
Åheim	14 (15 - 15)	1.1 (1.1 - 1.1)	0 (0 - 0)
Oselva	53 (44 - 56)	1.6 (1.4 - 1.8)	1 (1 - 1)
Norddalselva	59 (53 - 68)	1.8 (1.6 - 1.9)	1 (1 - 2)
Austefjord	91 (83 - 95)	3.3 (2.6 - 4.4)	10 (5 - 19)

Stigedalselva	92 (83 - 94)	3.5 (2.6 - 4.3)	11 (5 - 18)
Storelva	40 (44 - 41)	1.4 (1.3 - 1.4)	1 (1 - 1)
Storelva	36 (39 - 37)	1.3 (1.3 - 1.3)	1 (1 - 1)
Barstadvik	38 (39 - 39)	1.3 (1.3 - 1.3)	1 (1 - 1)
Ørsta	51 (52 - 60)	1.6 (1.5 - 1.9)	1 (1 - 1)
Hareid	28 (22 - 32)	1.2 (1.2 - 1.3)	0 (0 - 1)
Vågselva	51 (44 - 56)	1.7 (1.4 - 1.7)	1 (1 - 1)
Bondal	72 (66 - 80)	2.3 (1.9 - 3.1)	3 (1 - 9)
Vikelva	70 (63 - 76)	2.0 (1.8 - 2.5)	2 (1 - 5)
Norangdal	69 (62 - 75)	2.0 (1.8 - 2.5)	2 (1 - 5)
Aureelva	53 (56 - 55)	1.6 (1.6 - 1.6)	1 (1 - 1)
Velledal	54 (60 - 56)	1.6 (1.6 - 1.5)	1 (1 - 1)
Stranda	87 (87 - 90)	2.8 (2.6 - 3.5)	6 (5 - 11)
Korsbrekk	89 (89 - 92)	3.3 (2.9 - 4.1)	9 (6 - 16)
Eidsdalselva	91 (91 - 92)	3.2 (2.9 - 3.9)	9 (7 - 14)
Norddalsvassdraget	90 (91 - 92)	3.1 (3.0 - 3.9)	9 (7 - 14)
Tafjordvassdraget	92 (91 - 94)	3.1 (3.1 - 4.0)	9 (8 - 16)
Stordalselva	80 (81 - 81)	2.2 (2.3 - 2.6)	3 (3 - 5)
Vagsvikelva	65 (67 - 67)	1.7 (1.8 - 1.8)	1 (1 - 1)
Valldal	92 (90 - 92)	2.9 (3.5 - 3.2)	6 (10 - 9)
Ørskog	63 (66 - 64)	1.7 (1.8 - 1.7)	1 (1 - 1)
Solnør	61 (67 - 59)	1.7 (1.8 - 1.7)	1 (1 - 1)
Tennfjord	27 (27 - 32)	1.4 (1.3 - 1.6)	1 (1 - 1)
Hildre	41 (37 - 43)	1.5 (1.5 - 1.6)	1 (1 - 1)

Område 5: Stadt til Hustadvika 2017

Elv	Prevalens (%)	Gjennomsnittleg intensitet (antal lus)	Estimert dødelegheit (%)
Storelva	26 (19 - 29)	1.2 (1.2 - 1.2)	0 (0 - 1)
Skorgelva	76 (67 - 84)	2.4 (2.0 - 3.2)	4 (2 - 8)
Tressa	77 (68 - 85)	2.5 (2.0 - 3.1)	4 (2 - 9)
Måna	79 (71 - 88)	2.6 (2.2 - 3.4)	5 (2 - 11)
Innfjordselva	86 (74 - 94)	3.3 (2.4 - 4.7)	9 (4 - 20)
Isavassdraget	88 (77 - 94)	3.3 (2.4 - 4.7)	10 (4 - 21)
Rauma	86 (75 - 94)	3.3 (2.5 - 4.7)	9 (5 - 21)
Mittetelva	78 (69 - 90)	2.7 (2.2 - 3.7)	5 (2 - 13)
Visa	80 (69 - 89)	2.8 (2.2 - 4.0)	6 (2 - 15)
Eira	81 (71 - 91)	2.9 (2.2 - 4.2)	7 (3 - 18)
Røa	65 (59 - 77)	2.1 (1.6 - 2.8)	2 (1 - 6)
Olteråa	69 (57 - 82)	2.3 (1.7 - 2.9)	3 (1 - 7)
Oppdølselva	68 (59 - 79)	2.2 (1.6 - 2.7)	3 (1 - 6)
Oselva	71 (62 - 80)	2.3 (1.7 - 2.9)	3 (1 - 7)
Sylte	65 (52 - 80)	2.2 (1.9 - 3.2)	2 (1 - 9)
Hustad	9 (6 - 16)	1.1 (1.1 - 1.2)	0 (0 - 1)
Åheim	52 (39 - 64)	1.8 (1.5 - 2.2)	1 (1 - 3)
Oselva	72 (61 - 84)	3.2 (2.4 - 4.1)	8 (4 - 15)
Norrdalselva	89 (76 - 97)	4.7 (3.4 - 6.2)	20 (9 - 34)
Austefjord	97 (91 - 100)	9.2 (6.3 - 11.3)	55 (34 - 70)
Stigedalselva	98 (89 - 100)	9.0 (6.1 - 11.0)	54 (31 - 70)
Storelva	64 (47 - 79)	2.5 (2.0 - 3.1)	4 (1 - 8)
Storelva	55 (40 - 69)	2.1 (1.7 - 2.6)	2 (1 - 5)
Barstadvik	54 (38 - 69)	2.1 (1.8 - 2.4)	2 (1 - 4)
Ørsta	79 (64 - 93)	4.7 (2.9 - 5.5)	18 (6 - 28)
Hareid	27 (20 - 32)	1.3 (1.2 - 1.4)	1 (1 - 1)
Vågselva	71 (67 - 85)	3.3 (2.3 - 4.3)	8 (4 - 16)
Bondal	64 (46 - 78)	2.8 (2.0 - 2.9)	5 (1 - 7)
Vikelva	50 (40 - 74)	2.1 (1.9 - 3.0)	2 (1 - 7)
Norangdal	50 (39 - 71)	2.0 (1.8 - 3.0)	1 (1 - 7)
Aureelva	50 (40 - 73)	2.2 (2.3 - 3.4)	2 (2 - 10)
Velledal	52 (42 - 73)	2.1 (2.3 - 3.4)	2 (2 - 10)
Stranda	86 (77 - 88)	5.2 (2.9 - 5.7)	21 (7 - 23)
Korsbrekk	90 (82 - 87)	5.8 (3.2 - 5.6)	26 (9 - 23)
Eidsdalselva	90 (82 - 87)	5.8 (3.3 - 5.7)	26 (10 - 25)
Norrdalsvassdraget	90 (82 - 88)	5.9 (3.4 - 5.7)	26 (10 - 25)
Tafjordvassdraget	91 (84 - 88)	6.0 (3.5 - 5.5)	28 (11 - 22)
Stordalselva	84 (71 - 87)	4.6 (2.7 - 5.6)	17 (6 - 24)
Vagsvikelva	60 (52 - 78)	2.5 (2.5 - 5.4)	4 (3 - 20)
Valldal	85 (82 - 89)	3.7 (3.1 - 6.1)	13 (8 - 27)
Ørskog	58 (49 - 79)	2.5 (2.3 - 4.8)	4 (3 - 17)
Solnør	53 (48 - 76)	2.3 (2.5 - 4.6)	3 (3 - 17)
Tennfjord	32 (24 - 50)	1.6 (1.2 - 2.0)	1 (1 - 2)
Hildre	16 (15 - 15)	1.1 (1.1 - 1.1)	0 (1 - 0)

Produksjonsområde 6: Nordmøre til Sør-Trøndelag



Område 6: Nordmøre til Sør-Trøndelag 2016

Elv	Prevalens (%)	Gjennomsnittlig intensitet (antal lus)	Estimert dødelegheit (%)
Vasskordelva	5 (5 - 4)	1.0 (1.1 - 1.0)	0 (0 - 0)
Vågsbø	4 (4 - 4)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Batnfjordelva	10 (6 - 11)	1.0 (1.1 - 1.0)	0 (0 - 0)
Usma	45 (40 - 55)	1.4 (1.4 - 1.7)	1 (1 - 1)
Littledalselva	47 (43 - 57)	1.4 (1.4 - 1.6)	1 (1 - 1)
Driva	48 (40 - 54)	1.4 (1.3 - 1.6)	1 (1 - 1)
Viddalselva	5 (6 - 9)	1.0 (1.1 - 1.1)	0 (0 - 0)
Søya	9 (5 - 13)	1.1 (1.0 - 1.1)	0 (0 - 0)
Toåa	11 (5 - 14)	1.1 (1.0 - 1.1)	0 (0 - 0)
Bøvra	10 (5 - 13)	1.0 (1.0 - 1.1)	0 (0 - 0)
Surna	9 (5 - 13)	1.1 (1.1 - 1.1)	0 (0 - 0)
Staursetbekken	8 (7 - 15)	1.1 (1.1 - 1.2)	0 (0 - 0)
Todalselva	10 (6 - 14)	1.1 (1.1 - 1.1)	0 (0 - 0)
Fjelna	9 (9 - 12)	1.0 (1.1 - 1.2)	0 (0 - 0)
Åelva	88 (88 - 92)	3.3 (2.9 - 3.9)	9 (7 - 14)
Lakselva totalt	51 (52 - 47)	1.5 (1.6 - 1.5)	1 (1 - 1)
Kvernavassdraget totalt	31 (20 - 40)	1.5 (1.1 - 1.7)	1 (0 - 1)

Sagelva	8 (9 - 9)	1.0 (1.1 - 1.1)	0 (0 - 0)
Grytelvvassdraget			
totalt	41 (41 - 54)	1.6 (1.6 - 1.8)	1 (1 - 1)
Haugelva	94 (91 - 96)	4.1 (3.5 - 4.9)	16 (11 - 23)
Søa	93 (93 - 96)	4.1 (3.6 - 4.7)	16 (12 - 22)
Hagaelva	94 (91 - 96)	4.2 (3.5 - 4.8)	17 (12 - 22)
Hollaelva	95 (89 - 97)	4.1 (3.6 - 4.8)	17 (11 - 23)
Snilldalselva	94 (91 - 96)	4.2 (3.7 - 4.8)	17 (12 - 22)
Bergselva	93 (91 - 96)	4.1 (3.7 - 5.0)	16 (13 - 24)
Slørdalselva			
Totalt	45 (57 - 42)	1.7 (1.7 - 1.5)	1 (1 - 1)
Fremstadelva	32 (41 - 28)	1.4 (1.3 - 1.3)	1 (1 - 1)
Størdalselva	29 (38 - 26)	1.4 (1.4 - 1.3)	1 (1 - 1)
Lena	29 (38 - 24)	1.3 (1.4 - 1.3)	1 (1 - 0)
Skjenaldelva	27 (36 - 26)	1.3 (1.4 - 1.3)	1 (1 - 1)
Orkla	26 (31 - 28)	1.3 (1.2 - 1.3)	1 (1 - 1)
Børse	27 (39 - 25)	1.3 (1.5 - 1.3)	1 (1 - 1)
Vigda	28 (36 - 24)	1.3 (1.5 - 1.3)	1 (1 - 1)
Gaula	26 (30 - 30)	1.3 (1.3 - 1.3)	1 (1 - 1)
Homla	30 (37 - 28)	1.4 (1.4 - 1.2)	1 (1 - 1)
Nidelva	28 (29 - 24)	1.3 (1.3 - 1.2)	1 (1 - 1)
Stjørdal	30 (27 - 37)	1.3 (1.2 - 1.4)	1 (1 - 1)
Levanger	30 (29 - 30)	1.3 (1.3 - 1.5)	1 (1 - 1)
Verdal	28 (29 - 43)	1.3 (1.3 - 1.7)	1 (1 - 1)
Figga	29 (27 - 34)	1.3 (1.2 - 1.4)	1 (0 - 1)
Steinkjer	32 (29 - 47)	1.4 (1.3 - 1.8)	1 (1 - 1)
Molleva	26 (27 - 26)	1.2 (1.3 - 1.3)	1 (1 - 1)
Follavassdraget	24 (31 - 25)	1.3 (1.4 - 1.3)	1 (1 - 1)
Tangstadelva	28 (31 - 26)	1.3 (1.4 - 1.3)	1 (1 - 1)
Mossa	26 (33 - 27)	1.3 (1.4 - 1.2)	1 (1 - 1)
Prestelva	33 (40 - 28)	1.4 (1.4 - 1.3)	1 (1 - 1)
Flyta	34 (41 - 26)	1.4 (1.5 - 1.3)	1 (1 - 1)
Hasselvassdraget	33 (41 - 26)	1.4 (1.5 - 1.3)	1 (1 - 1)
Skauga	28 (34 - 24)	1.3 (1.4 - 1.3)	1 (1 - 1)
Oselva	28 (33 - 30)	1.2 (1.4 - 1.4)	1 (1 - 1)
Nordelva	26 (34 - 30)	1.3 (1.4 - 1.3)	1 (1 - 1)
Brekkelva	34 (43 - 27)	1.3 (1.5 - 1.2)	1 (1 - 0)
Teksdal	21 (27 - 19)	1.2 (1.2 - 1.1)	1 (0 - 0)
Olden	28 (34 - 25)	1.3 (1.3 - 1.2)	1 (1 - 1)
Imselva	27 (31 - 22)	1.3 (1.3 - 1.2)	1 (1 - 1)
Grytelvvassdraget	29 (30 - 22)	1.2 (1.4 - 1.2)	1 (1 - 1)
Stordalselva	22 (25 - 17)	1.2 (1.3 - 1.1)	1 (1 - 0)
Norddalselva	23 (28 - 17)	1.2 (1.2 - 1.2)	0 (1 - 0)
Håvikelva	42 (36 - 43)	1.6 (1.6 - 1.4)	1 (1 - 1)
Nordskjørelva	43 (37 - 42)	1.5 (1.5 - 1.6)	1 (1 - 1)
Storelva (Straumselva)	35 (37 - 34)	1.5 (1.5 - 1.6)	1 (1 - 1)
Steinsdal	25 (31 - 23)	1.3 (1.3 - 1.3)	1 (1 - 1)

Område 6: Nordmøre til Sør-Trøndelag 2017

Elv	Prevalens (%)	Gjennomsnittleg intensitet (antal lus)	Estimert dødelegheit (%)
Vasskordelva	41 (32 - 47)	1.5 (1.4 - 1.5)	1 (1 - 1)
Vågsbø	42 (32 - 46)	1.5 (1.4 - 1.5)	1 (1 - 1)
Batnfjordelva	89 (78 - 89)	3.0 (2.8 - 3.0)	7 (6 - 8)
Usma	96 (96 - 93)	4.2 (4.4 - 3.5)	18 (19 - 11)
Litledalselva	96 (96 - 93)	4.1 (4.5 - 3.5)	16 (19 - 11)
Driva	96 (97 - 93)	4.3 (4.4 - 3.6)	17 (19 - 12)
Viddalselva	72 (70 - 79)	2.0 (1.9 - 2.3)	2 (1 - 3)
Søya	78 (70 - 83)	2.2 (2.0 - 2.6)	3 (2 - 5)
Toåa	78 (73 - 83)	2.3 (1.9 - 2.7)	3 (1 - 6)
Bøvra	79 (71 - 83)	2.1 (1.9 - 2.7)	2 (1 - 5)
Surna	80 (70 - 80)	2.3 (1.9 - 2.6)	3 (2 - 5)
Staursetbekken	98 (93 - 100)	6.7 (5.0 - 9.4)	40 (24 - 61)
Todalselva	97 (93 - 99)	6.1 (4.5 - 8.4)	33 (19 - 54)
Fjelna	96 (91 - 98)	5.7 (4.2 - 7.6)	30 (18 - 47)
Åelva	59 (52 - 59)	1.8 (1.8 - 2.1)	1 (1 - 2)
Lakselva totalt	74 (60 - 81)	2.5 (2.1 - 2.7)	4 (2 - 5)
Kvernavassdraget totalt	46 (39 - 58)	1.6 (1.5 - 2.0)	1 (1 - 1)
Sagelva	22 (22 - 28)	1.2 (1.3 - 1.3)	1 (1 - 1)
Grytelvassdraget totalt	37 (33 - 41)	1.4 (1.3 - 1.4)	1 (1 - 1)
Haugelva	62 (63 - 72)	1.8 (1.9 - 2.9)	1 (2 - 6)
Søa	65 (63 - 68)	1.8 (2.0 - 2.9)	1 (2 - 6)
Hagaelva	65 (60 - 70)	1.9 (1.9 - 2.7)	2 (2 - 6)
Hollaelva	64 (59 - 70)	2.0 (2.0 - 2.7)	1 (2 - 6)
Snilldalselva	63 (61 - 72)	1.9 (2.0 - 3.2)	1 (2 - 8)
Bergselva	63 (60 - 72)	1.9 (2.0 - 3.2)	1 (2 - 8)
Slørdalselva			
Totalt	24 (26 - 19)	1.2 (1.2 - 1.2)	0 (1 - 0)
Fremstadelva	22 (22 - 23)	1.2 (1.3 - 1.2)	1 (1 - 1)
Størdalselva	23 (22 - 25)	1.2 (1.2 - 1.2)	0 (0 - 0)
Lena	21 (21 - 27)	1.2 (1.2 - 1.2)	0 (1 - 0)
Skjenaldelva	20 (24 - 30)	1.2 (1.3 - 1.8)	0 (1 - 1)
Orkla	28 (22 - 47)	1.2 (1.2 - 2.7)	1 (0 - 4)
Børsa	22 (20 - 32)	1.2 (1.4 - 1.6)	0 (1 - 1)
Vigda	21 (22 - 32)	1.2 (1.3 - 1.7)	1 (1 - 1)
Gaula	28 (20 - 46)	1.3 (1.2 - 2.6)	1 (0 - 4)
Homla	19 (22 - 33)	1.1 (1.2 - 1.7)	0 (1 - 1)
Nidelva	24 (20 - 43)	1.2 (1.1 - 2.3)	1 (1 - 3)
Stjørdal	47 (25 - 60)	2.6 (1.2 - 2.9)	4 (0 - 5)
Levanger	38 (22 - 55)	2.3 (1.2 - 2.8)	3 (0 - 5)
Verdal	51 (32 - 61)	3.0 (1.9 - 2.9)	5 (1 - 5)
Figga	44 (28 - 57)	2.8 (1.3 - 2.8)	4 (1 - 4)
Steinkjer	57 (40 - 64)	2.9 (2.2 - 2.7)	6 (2 - 5)
Molletelva	26 (19 - 45)	1.3 (1.2 - 2.4)	1 (0 - 3)
Follavassdraget	23 (22 - 43)	1.2 (1.2 - 2.4)	1 (1 - 3)
Tangstadelva	26 (21 - 44)	1.3 (1.2 - 2.3)	1 (1 - 3)
Mossa	21 (18 - 39)	1.2 (1.2 - 2.1)	1 (1 - 2)
Prestelva	19 (21 - 23)	1.2 (1.3 - 1.3)	1 (1 - 1)

Flyta	19 (21 - 25)	1.2 (1.2 - 1.3)	1 (1 - 1)
Hasselvassdraget	19 (24 - 24)	1.2 (1.3 - 1.2)	1 (1 - 1)
Skauga	23 (25 - 38)	1.2 (1.2 - 2.3)	0 (0 - 2)
Osaelva	24 (21 - 39)	1.2 (1.2 - 2.2)	0 (1 - 2)
Nordelva	24 (23 - 41)	1.3 (1.2 - 2.0)	1 (1 - 1)
Brekkelva	21 (20 - 22)	1.2 (1.3 - 1.2)	1 (1 - 0)
Teksdal	19 (13 - 28)	1.2 (1.1 - 1.3)	0 (0 - 1)
Olden	27 (23 - 36)	1.4 (1.3 - 1.7)	1 (1 - 1)
Imselva	32 (27 - 44)	1.6 (1.4 - 1.7)	1 (1 - 1)
Grytelvassdraget	33 (26 - 43)	1.6 (1.4 - 1.7)	1 (1 - 1)
Stordalselva	41 (35 - 54)	1.7 (1.5 - 1.8)	1 (1 - 1)
Norddalselva	40 (36 - 53)	1.8 (1.6 - 1.8)	1 (1 - 1)
Håvikelva	40 (37 - 45)	1.4 (1.3 - 1.6)	1 (1 - 1)
Nordskjørelva	45 (46 - 50)	1.6 (1.5 - 1.8)	1 (1 - 1)
Storelva (Straumselva)	22 (24 - 22)	1.2 (1.3 - 1.3)	1 (1 - 1)
Steinsdal	17 (18 - 22)	1.1 (1.2 - 1.2)	0 (0 - 1)

Produksjonsområde 7: Nord-Trøndelag med Bindal



Område 7: Nord-Trøndelag med Bindal 2016

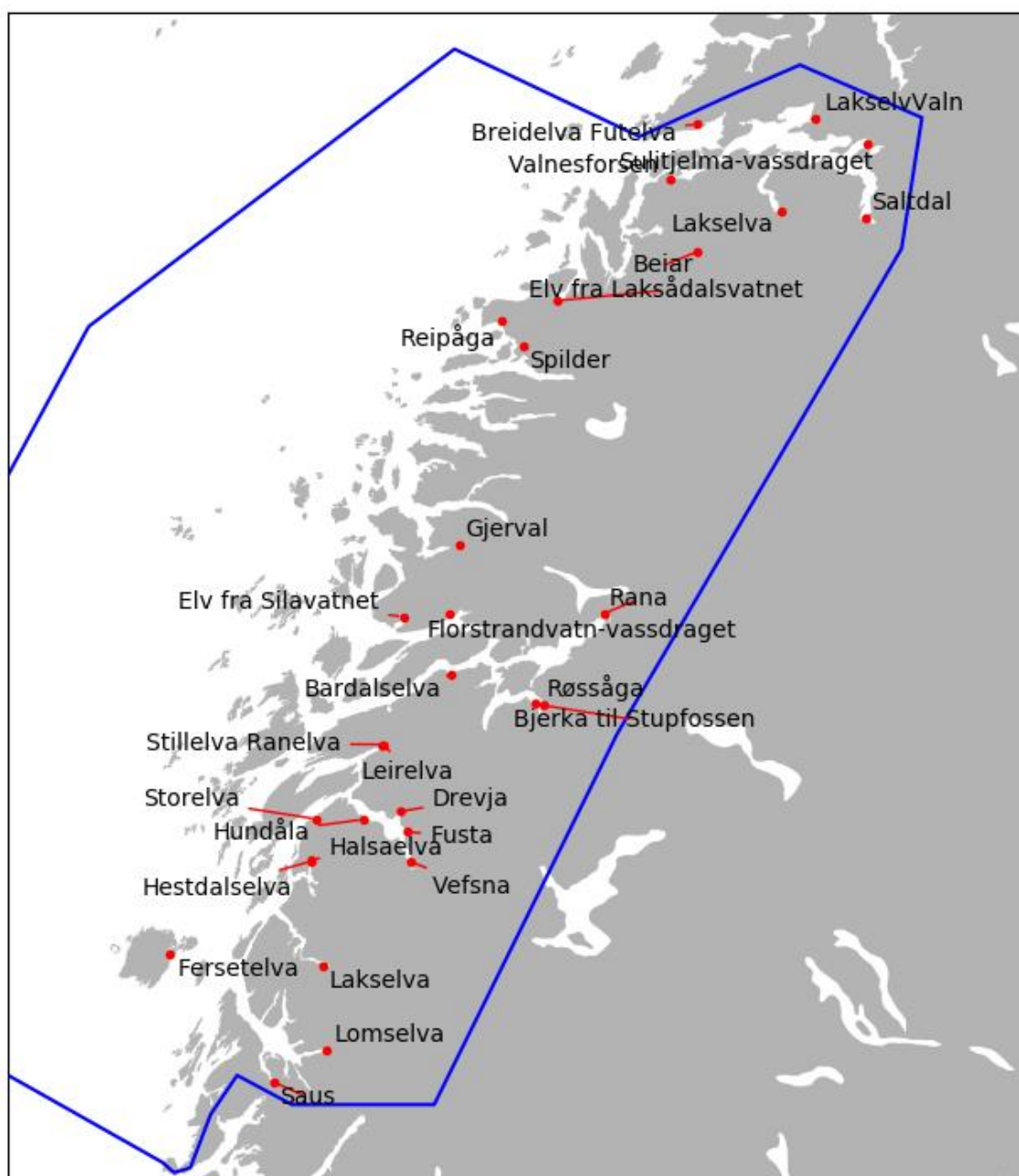
Elv	Prevalens (%)	Gjennomsnittleg intensitet (antal lus)	Estimert dødelighet (%)
Skjellåa	49 (42 - 55)	1.4 (1.4 - 1.4)	1 (1 - 1)
Storelva Jøssund	49 (45 - 57)	1.5 (1.4 - 1.5)	1 (1 - 1)
Sitterelva	23 (28 - 20)	1.1 (1.2 - 1.1)	0 (1 - 0)
Oksdøla	16 (19 - 19)	1.2 (1.2 - 1.2)	1 (0 - 1)
Aursunda	21 (17 - 23)	1.3 (1.1 - 1.2)	1 (0 - 1)
Bogna	20 (15 - 23)	1.3 (1.1 - 1.3)	1 (0 - 1)
Årgård	22 (15 - 23)	1.2 (1.2 - 1.3)	0 (1 - 1)
Namsen	20 (20 - 26)	1.4 (1.2 - 1.6)	1 (1 - 1)
Vettrhuselva	44 (39 - 48)	1.4 (1.4 - 1.5)	1 (1 - 1)
Salvassdraget	52 (43 - 55)	1.7 (1.4 - 1.9)	1 (1 - 1)
Kvistelva	52 (50 - 58)	1.7 (1.6 - 1.8)	1 (1 - 1)
Kongsmo	4 (6 - 4)	1.1 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Sjølstadelva	61 (53 - 67)	1.7 (1.7 - 1.9)	1 (1 - 1)
Nordmarkselva			
Åforelva	61 (56 - 67)	1.7 (1.6 - 1.8)	1 (1 - 1)
Horvelva	54 (48 - 62)	1.6 (1.6 - 1.7)	1 (1 - 1)

Storelva	6 (7 - 6)	1.2 (1.0 - 1.1)	1 (0 - 0)
Terråkelva	5 (7 - 4)	1.1 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Urvollelva	5 (7 - 4)	1.1 (1.0 - 1.1)	0 (0 - 0)
Bogelva	6 (6 - 4)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
StorelvTosb	6 (7 - 4)	1.1 (1.1 - 1.0)	0 (0 - 0)
Åbjoera	5 (6 - 4)	1.0 (1.0 - 1.1)	0 (0 - 0)
Eide	4 (5 - 3)	1.0 (1.1 - 1.0)	0 (0 - 0)

Område 7: Nord-Trøndelag med Bindal 2017

Elv	Prevalens (%)	Gjennomsnittleg intensitet (antal lus)	Estimert dødelegheit (%)
Skjellåa	17 (19 - 16)	1.1 (1.2 - 1.1)	0 (1 - 0)
Storelva Jøssund	16 (20 - 15)	1.2 (1.1 - 1.1)	1 (0 - 0)
Sitterelva	34 (32 - 42)	1.3 (1.4 - 1.5)	1 (1 - 1)
Oksdøla	12 (16 - 14)	1.1 (1.1 - 1.1)	0 (1 - 1)
Aursunda	15 (13 - 21)	1.1 (1.1 - 1.1)	1 (0 - 0)
Bogna	14 (12 - 20)	1.1 (1.2 - 1.2)	0 (1 - 1)
Årgård	13 (13 - 21)	1.1 (1.1 - 1.2)	1 (0 - 1)
Namsen	21 (14 - 27)	1.2 (1.2 - 1.3)	1 (1 - 1)
Vettruselva	54 (49 - 56)	1.5 (1.4 - 1.5)	1 (1 - 1)
Salvassdraget	26 (22 - 30)	1.3 (1.3 - 1.4)	1 (1 - 1)
Kvistelva	21 (25 - 27)	1.1 (1.2 - 1.3)	0 (0 - 1)
Kongsmo	35 (23 - 46)	1.5 (1.2 - 2.0)	1 (1 - 2)
Sjølstadelva	48 (54 - 49)	1.5 (1.5 - 1.5)	1 (1 - 1)
Nordmarkselva			
Åforelva	51 (53 - 51)	1.4 (1.5 - 1.4)	1 (1 - 1)
Horvelva	29 (28 - 28)	1.2 (1.2 - 1.3)	1 (1 - 1)
Storelva	19 (13 - 29)	1.2 (1.1 - 2.1)	1 (0 - 1)
Terråkelva	32 (22 - 49)	1.5 (1.2 - 1.9)	1 (1 - 1)
Urvollelva	34 (25 - 49)	1.5 (1.2 - 2.2)	1 (1 - 2)
Bogelva	37 (28 - 55)	1.8 (1.2 - 2.1)	1 (1 - 2)
StorelvTosb	41 (29 - 55)	1.9 (1.2 - 2.1)	1 (1 - 2)
Åbjoera	35 (23 - 49)	1.6 (1.2 - 2.0)	1 (1 - 2)
Eide	26 (15 - 41)	1.4 (1.2 - 2.0)	1 (1 - 1)

Produksjonsområde 8: Helgeland til Bodø



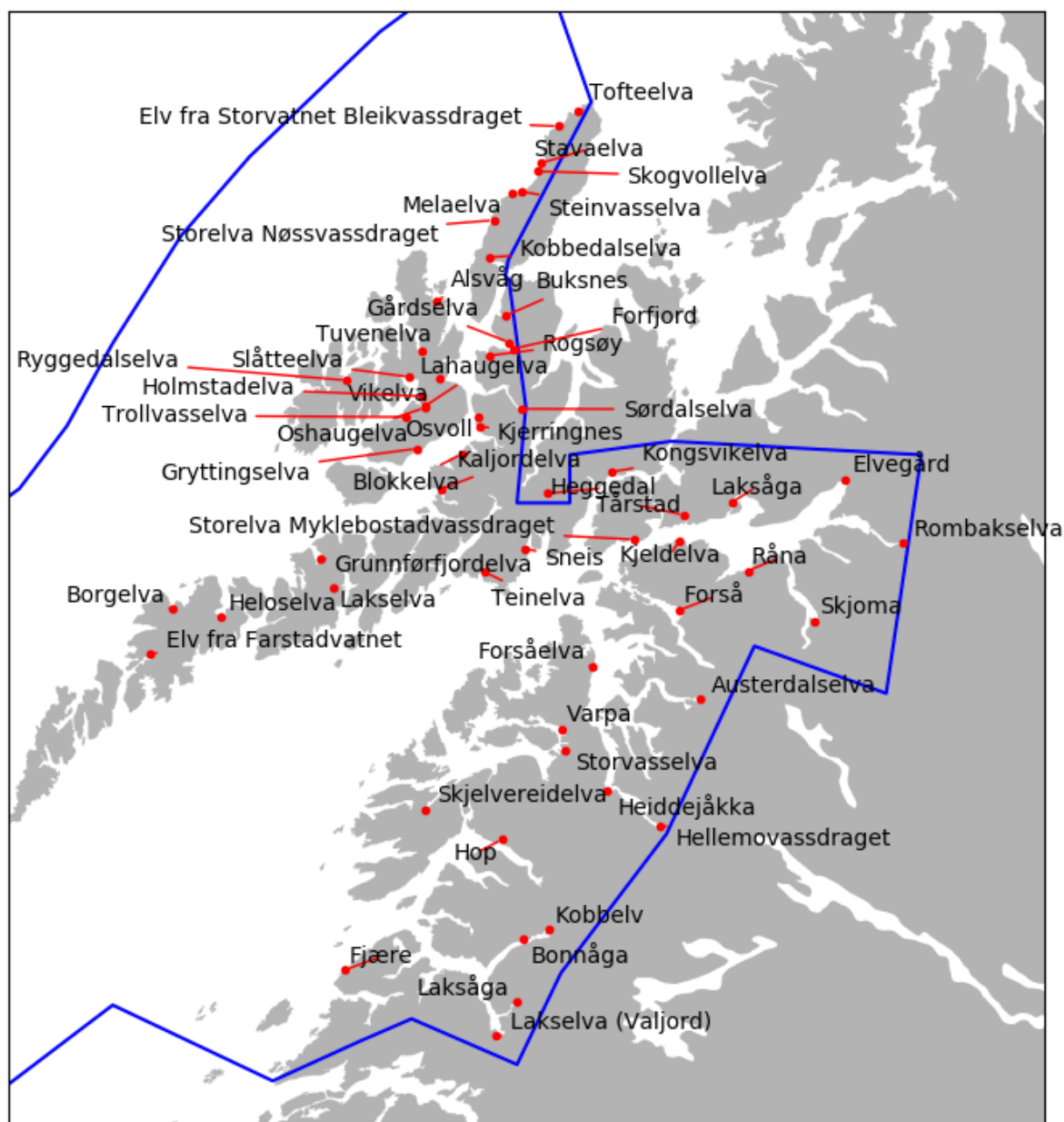
Område 8: Helgeland til Bodø 2016

Elv	Prevalens (%)	Gjennomsnittleg intensitet (antal lus)	Estimert dødelegheit (%)
Fersetelva	14 (10 - 21)	1.1 (1.2 - 1.2)	0 (0 - 0)
Saus	19 (12 - 19)	1.1 (1.1 - 1.3)	0 (0 - 1)
Lomselva	16 (11 - 18)	1.2 (1.1 - 1.3)	0 (0 - 1)
Lakselva	45 (38 - 56)	1.5 (1.5 - 1.9)	1 (1 - 2)
Hestdalselva	63 (56 - 72)	1.7 (1.7 - 2.5)	1 (1 - 4)
Halsaelva	65 (58 - 73)	1.7 (1.7 - 2.4)	1 (1 - 4)
Storelva	41 (33 - 56)	1.4 (1.3 - 1.8)	1 (1 - 1)
Hundåla	39 (36 - 54)	1.4 (1.4 - 2.0)	1 (1 - 2)
Vefsna	52 (41 - 63)	1.9 (1.4 - 2.6)	1 (1 - 4)
Drevja	51 (35 - 61)	1.9 (1.4 - 2.6)	1 (1 - 4)
Fusta	39 (35 - 56)	1.4 (1.4 - 2.1)	1 (1 - 2)
Leirelva	48 (48 - 54)	1.6 (1.6 - 1.8)	1 (1 - 1)
Stillelva			
Ranelva	49 (46 - 53)	1.5 (1.6 - 1.8)	1 (1 - 1)
Bardalselva	17 (19 - 21)	1.1 (1.3 - 1.1)	0 (1 - 0)
Bjerka til Stupfossen	17 (18 - 20)	1.2 (1.2 - 1.2)	0 (0 - 0)
Røssåga	20 (16 - 31)	1.2 (1.1 - 1.3)	1 (0 - 1)
Rana	19 (15 - 28)	1.3 (1.1 - 1.3)	1 (1 - 1)
Florstrandvatn- vassdraget	31 (37 - 30)	1.2 (1.4 - 1.2)	1 (1 - 1)
Elv fra Silavatnet	18 (23 - 26)	1.2 (1.2 - 1.2)	0 (1 - 1)
Gjerval	37 (35 - 42)	1.3 (1.3 - 1.3)	1 (1 - 1)
Spilder	22 (22 - 18)	1.2 (1.2 - 1.1)	0 (0 - 0)
Reipåga	13 (14 - 15)	1.2 (1.1 - 1.1)	0 (1 - 0)
Elv fra laksådalsvatnet	11 (9 - 13)	1.1 (1.1 - 1.1)	0 (0 - 0)
Beiar	16 (6 - 23)	1.4 (1.1 - 1.4)	1 (0 - 1)
Valnesforsen	6 (4 - 14)	1.2 (1.1 - 1.2)	0 (0 - 1)
Lakselva	10 (8 - 22)	1.2 (1.2 - 1.5)	1 (0 - 1)
Saltdal	20 (10 - 27)	1.6 (1.1 - 1.4)	1 (0 - 1)
LakselvValn	10 (7 - 21)	1.3 (1.2 - 1.5)	1 (0 - 1)
Sulitjelma-vassdraget	20 (9 - 28)	1.5 (1.2 - 1.5)	1 (1 - 1)
Breidelva			
Futelva	7 (5 - 17)	1.2 (1.2 - 1.3)	0 (0 - 1)

Område 8: Helgeland til Bodø 2017

Elv	Prevalens (%)	Gjennomsnittleg intensitet (antal lus)	Estimert dødelegheit (%)
Fersetelva	5 (2 - 11)	1.0 (1.0 - 1.2)	0 (0 - 0)
Saus	16 (10 - 27)	1.2 (1.1 - 1.3)	0 (0 - 1)
Lomselva	18 (11 - 26)	1.2 (1.1 - 1.2)	1 (0 - 1)
Lakselva	1 (1 - 4)	1.1 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Hestdalselva	2 (1 - 4)	1.0 (1.0 - 1.1)	0 (0 - 0)
Halsaelva	3 (1 - 5)	1.0 (1.0 - 1.1)	0 (0 - 0)
Storelva	2 (1 - 5)	1.0 (1.0 - 1.1)	0 (0 - 0)
Hundåla	3 (1 - 7)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Vefsna	4 (3 - 10)	1.1 (1.0 - 1.2)	0 (0 - 1)
Drevja	6 (2 - 10)	1.1 (1.0 - 1.1)	0 (0 - 0)
Fusta	3 (1 - 8)	1.0 (1.0 - 1.1)	0 (0 - 0)
Leirelva	27 (26 - 33)	1.3 (1.2 - 1.4)	1 (0 - 1)
Stillelva			
Ranelva	29 (28 - 33)	1.3 (1.3 - 1.4)	1 (1 - 1)
Bardalselva	28 (27 - 36)	1.4 (1.2 - 1.5)	1 (1 - 1)
Bjerka til Stupfossen	29 (27 - 37)	1.3 (1.2 - 1.5)	1 (1 - 1)
Røssåga	36 (29 - 46)	1.5 (1.2 - 1.6)	1 (1 - 1)
Rana	35 (30 - 48)	1.5 (1.3 - 1.6)	1 (1 - 1)
Florstrandvatn- vassdraget	64 (50 - 67)	1.7 (1.5 - 1.9)	1 (1 - 1)
Elv fra Silavatnet	50 (42 - 54)	1.5 (1.4 - 1.6)	1 (1 - 1)
Gjerval	52 (43 - 60)	1.8 (1.7 - 1.8)	1 (1 - 1)
Spilder	41 (38 - 52)	1.7 (1.7 - 1.9)	1 (1 - 1)
Reipåga	35 (27 - 45)	1.9 (1.8 - 1.7)	1 (1 - 1)
Elv fra laksådalsvatnet	20 (15 - 23)	1.2 (1.1 - 1.3)	1 (0 - 1)
Beiar	20 (21 - 29)	1.2 (1.2 - 1.3)	0 (1 - 1)
Valnesforsen	16 (16 - 21)	1.2 (1.1 - 1.2)	0 (0 - 1)
Lakselva	29 (31 - 29)	1.3 (1.2 - 1.2)	1 (0 - 0)
Saltdal	30 (32 - 33)	1.2 (1.3 - 1.2)	0 (1 - 0)
LakselvValn	24 (28 - 29)	1.3 (1.3 - 1.3)	0 (1 - 1)
Sulitjelma-vassdraget	30 (31 - 34)	1.2 (1.2 - 1.4)	0 (1 - 1)
Breidelva			
Futelva	20 (18 - 21)	1.2 (1.2 - 1.2)	1 (1 - 1)

Produksjonsområde 9: Vestfjorden og Vesterålen



Område 9: Vestfjorden og Vesterålen 2016

Elv	Prevalens (%)	Gjennomsnittleg intensitet (antal lus)	Estimert dødelegheit (%)
Fjære	1 (2 - 1)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Lakselva (Valjord)	7 (6 - 7)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Laksåga	6 (6 - 7)	1.1 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Bonnåga	5 (6 - 7)	1.0 (1.1 - 1.0)	0 (0 - 0)
Kobbelv	6 (7 - 7)	1.0 (1.0 - 1.1)	0 (0 - 0)
Hop	14 (12 - 18)	1.1 (1.1 - 1.2)	1 (0 - 0)
Skjelvereidselva	17 (14 - 17)	1.2 (1.3 - 1.2)	1 (1 - 0)
Storvasselva	34 (31 - 33)	1.4 (1.2 - 1.4)	1 (1 - 1)
Varpa	36 (33 - 35)	1.4 (1.3 - 1.3)	1 (1 - 1)

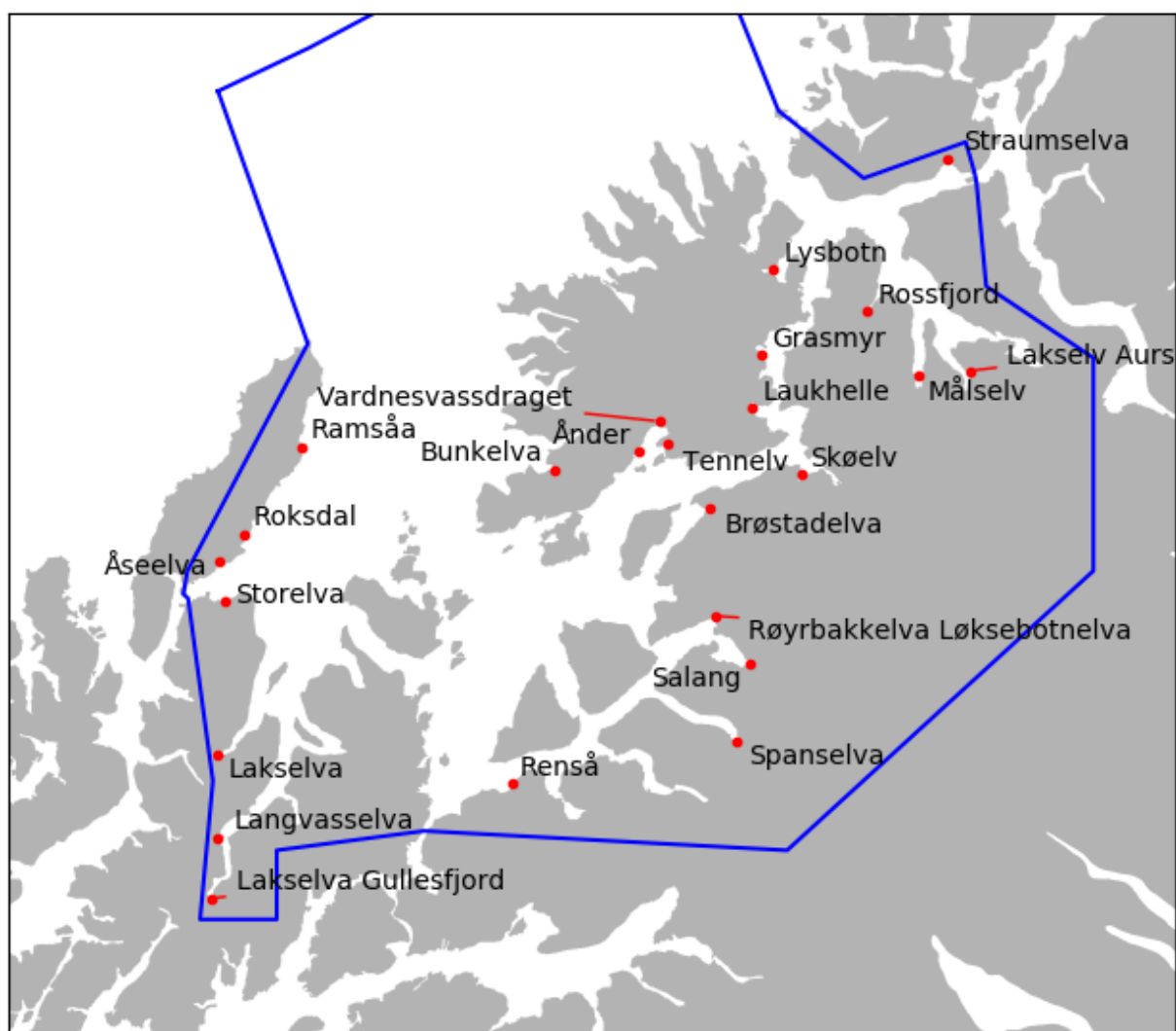
Forsåelva	31 (27 - 33)	1.3 (1.3 - 1.6)	1 (1 - 1)
Heiddejåkka	53 (41 - 59)	1.6 (1.6 - 2.6)	1 (1 - 5)
Austerdalselva	20 (14 - 21)	1.2 (1.2 - 1.2)	0 (0 - 1)
Hellemovassdraget	53 (43 - 57)	1.7 (1.7 - 2.7)	1 (1 - 5)
Forså	17 (12 - 22)	1.2 (1.1 - 1.2)	1 (1 - 1)
Kjeldelva	26 (19 - 28)	1.2 (1.2 - 1.3)	1 (1 - 1)
Råna	30 (25 - 26)	1.2 (1.3 - 1.3)	1 (1 - 1)
Skjoma	28 (28 - 29)	1.3 (1.2 - 1.3)	1 (1 - 1)
Rombakselva	29 (28 - 27)	1.3 (1.3 - 1.2)	1 (1 - 1)
Elvegård	27 (26 - 24)	1.3 (1.3 - 1.3)	1 (1 - 0)
Laksåga	29 (23 - 29)	1.2 (1.2 - 1.3)	1 (1 - 1)
Tårstad	26 (20 - 24)	1.3 (1.3 - 1.3)	1 (1 - 1)
Storelva			
Myklebostadvassdraget	15 (11 - 16)	1.2 (1.1 - 1.1)	1 (0 - 0)
Kongsvikelva	23 (16 - 24)	1.1 (1.1 - 1.2)	0 (0 - 0)
Sneis	9 (7 - 9)	1.1 (1.1 - 1.1)	0 (0 - 0)
Heggedal	9 (9 - 12)	1.1 (1.1 - 1.1)	0 (0 - 0)
Teinelva	8 (6 - 5)	1.1 (1.1 - 1.1)	0 (0 - 0)
Kaljordelva	24 (20 - 22)	1.2 (1.3 - 1.2)	0 (1 - 1)
Blokkelva	9 (7 - 20)	1.1 (1.1 - 1.6)	0 (0 - 1)
Kjerringnes	9 (7 - 21)	1.1 (1.1 - 1.7)	0 (0 - 1)
Osvoll	3 (4 - 6)	1.1 (1.1 - 1.4)	0 (0 - 1)
Sørdalselva	18 (17 - 22)	1.1 (1.1 - 1.1)	1 (0 - 0)
Rogsøy	1 (1 - 3)	1.0 (1.0 - 1.1)	0 (0 - 0)
Forfjord	2 (1 - 4)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Gårdselva	2 (1 - 3)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Buksnes	1 (1 - 3)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Lakselva	12 (11 - 13)	1.1 (1.1 - 1.1)	0 (0 - 0)
Grunnførfjordelva	1 (1 - 2)	1.0 (1.0 - 1.1)	0 (0 - 0)
Heloselva	1 (1 - 1)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Elv fra Farstadvatnet	1 (0 - 1)	1.0 (0.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Borgelva	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Alsvåg	3 (2 - 5)	1.0 (1.1 - 1.0)	0 (0 - 0)
Vikelva	1 (1 - 4)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Gryttingselva	6 (7 - 20)	1.1 (1.1 - 1.6)	0 (0 - 1)
Trollvasselva	30 (25 - 42)	1.3 (1.2 - 2.9)	1 (1 - 5)
Lahaugelva	34 (27 - 43)	1.3 (1.2 - 3.0)	1 (1 - 5)
Oshaugelva	32 (28 - 46)	1.3 (1.3 - 3.0)	1 (0 - 5)
Holmstadelva	33 (29 - 44)	1.3 (1.3 - 3.0)	1 (1 - 5)
Slåtteelva	33 (28 - 43)	1.3 (1.2 - 3.0)	1 (1 - 5)
Ryggedalselva	3 (2 - 5)	1.0 (1.0 - 1.1)	0 (0 - 0)
Tuvenelva	1 (1 - 1)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Kobbedalselva	18 (13 - 17)	1.2 (1.3 - 1.1)	0 (1 - 0)
Storelva			
Nøssvassdraget	1 (1 - 1)	1.0 (1.0 - 1.1)	0 (0 - 0)
Melaelva	1 (1 - 1)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Steinvasselva	1 (1 - 1)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Skogvollselva	1 (1 - 1)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Stavaelva	1 (1 - 1)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Elv fra Storvatnet			
Bleikvassdraget	1 (1 - 1)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Tofteelva	1 (1 - 1)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)

Område 9: Vestfjorden og Vesterålen 2017

Elv	Prevalens (%)	Gjennomsnittleg intensitet (antal lus)	Estimert dødelegheit (%)
Fjære	10 (8 - 11)	1.1 (1.0 - 1.1)	0 (0 - 0)
Lakselva (Valjord)	83 (79 - 88)	2.5 (2.4 - 2.9)	4 (4 - 7)
Laksåga	84 (80 - 89)	2.4 (2.2 - 3.0)	4 (3 - 8)
Bonnåga	77 (73 - 82)	2.3 (2.0 - 2.7)	3 (2 - 5)
Kobbelv	78 (73 - 83)	2.2 (2.1 - 2.7)	3 (2 - 6)
Hop	49 (45 - 54)	1.5 (1.5 - 1.5)	1 (1 - 1)
Skjelvereidelve	18 (20 - 15)	1.2 (1.2 - 1.2)	0 (1 - 0)
Storvasselva	29 (35 - 27)	1.4 (1.3 - 1.4)	1 (1 - 1)
Varpa	32 (33 - 27)	1.4 (1.4 - 1.3)	1 (1 - 1)
Forsåelva	9 (9 - 10)	1.1 (1.0 - 1.1)	0 (0 - 1)
Heiddejåkka	11 (11 - 12)	1.1 (1.1 - 1.1)	0 (0 - 0)
Austerdalselva	14 (11 - 14)	1.1 (1.1 - 1.1)	0 (0 - 0)
Hellemovassdraget	11 (9 - 11)	1.1 (1.0 - 1.1)	0 (0 - 0)
Forså	11 (10 - 15)	1.1 (1.1 - 1.1)	0 (0 - 0)
Kjeldelva	23 (20 - 28)	1.2 (1.2 - 1.2)	1 (0 - 0)
Råna	31 (26 - 36)	1.3 (1.2 - 1.3)	1 (1 - 1)
Skjoma	29 (27 - 39)	1.3 (1.3 - 1.3)	1 (1 - 1)
Rombakselva	28 (27 - 39)	1.2 (1.3 - 1.3)	0 (1 - 1)
Elvegård	33 (28 - 37)	1.3 (1.2 - 1.3)	1 (0 - 1)
Laksåga	30 (22 - 31)	1.3 (1.3 - 1.3)	1 (1 - 1)
Tårstad	22 (18 - 30)	1.2 (1.3 - 1.3)	1 (1 - 1)
Storelva			
Myklebostadvassdraget	20 (13 - 24)	1.2 (1.1 - 1.2)	0 (0 - 1)
Kongsvikelva	27 (23 - 37)	1.2 (1.2 - 1.3)	0 (0 - 1)
Sneis	11 (9 - 13)	1.1 (1.1 - 1.1)	0 (0 - 0)
Heggedal	11 (8 - 15)	1.1 (1.1 - 1.1)	0 (0 - 0)
Teinelva	8 (6 - 10)	1.1 (1.1 - 1.1)	0 (0 - 0)
Kaljordelva	72 (69 - 81)	2.0 (1.8 - 2.4)	2 (1 - 4)
Blokkelva	13 (17 - 15)	1.2 (1.2 - 1.2)	0 (1 - 1)
Kjerringnes	16 (19 - 17)	1.2 (1.3 - 1.3)	0 (1 - 1)
Osvoll	28 (23 - 41)	1.3 (1.2 - 1.7)	1 (0 - 1)
Sjørdalselva	89 (85 - 93)	3.0 (2.7 - 3.3)	7 (5 - 9)
Rogsøy	13 (13 - 27)	1.1 (1.1 - 1.4)	0 (0 - 1)
Forfjord	14 (14 - 28)	1.1 (1.1 - 1.8)	0 (0 - 1)
Gårdselva	15 (12 - 30)	1.1 (1.1 - 1.8)	0 (0 - 1)
Buksnes	14 (12 - 23)	1.1 (1.0 - 1.5)	0 (0 - 1)
Lakselva	17 (19 - 14)	1.2 (1.2 - 1.2)	1 (0 - 0)
Grunnførjordeelva	2 (2 - 1)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Heloselva	1 (1 - 1)	1.0 (1.3 - 1.0)	0 (0 - 0)
Elv fra Farstadvatnet	2 (1 - 2)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Borgelva	1 (1 - 1)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Alsvåg	9 (10 - 11)	1.1 (1.1 - 1.1)	1 (0 - 0)
Vikelva	19 (13 - 30)	1.2 (1.1 - 1.4)	1 (0 - 1)
Gryttingselva	15 (16 - 11)	1.2 (1.1 - 1.2)	0 (0 - 0)
Trollvasselva	15 (17 - 16)	1.1 (1.2 - 1.1)	0 (1 - 0)
Lahaugelva	17 (20 - 17)	1.1 (1.2 - 1.1)	0 (0 - 0)
Oshaugelva	18 (18 - 17)	1.1 (1.1 - 1.1)	0 (0 - 0)

Holmstadelva	21 (20 - 20)	1.2 (1.2 - 1.2)	0 (1 - 0)
Slåtteelva	19 (20 - 19)	1.1 (1.2 - 1.2)	0 (1 - 1)
Ryggedalselva	19 (19 - 29)	1.5 (1.4 - 1.3)	1 (1 - 1)
Tuvenelva	34 (29 - 51)	1.6 (1.3 - 2.2)	1 (1 - 2)
Kobbedalselva	27 (20 - 32)	1.2 (1.1 - 1.4)	0 (1 - 1)
Storelva			
Nøssvassdraget	2 (4 - 4)	1.1 (1.1 - 1.0)	0 (0 - 0)
Melaelva	3 (3 - 3)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Steinvasselva	3 (3 - 4)	1.1 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Skogvollelva	3 (3 - 4)	1.2 (1.1 - 1.1)	0 (0 - 0)
Stavaelva	3 (4 - 4)	1.0 (1.0 - 1.2)	0 (0 - 0)
Elv fra Storvatnet			
Bleikvassdraget	3 (2 - 3)	1.0 (1.1 - 1.0)	0 (0 - 0)
Tofteelva	5 (3 - 4)	1.0 (1.0 - 1.1)	0 (0 - 0)

Produksjonsområde 10: Andøya til Senja



Område 10: Andøya til Senja 2016

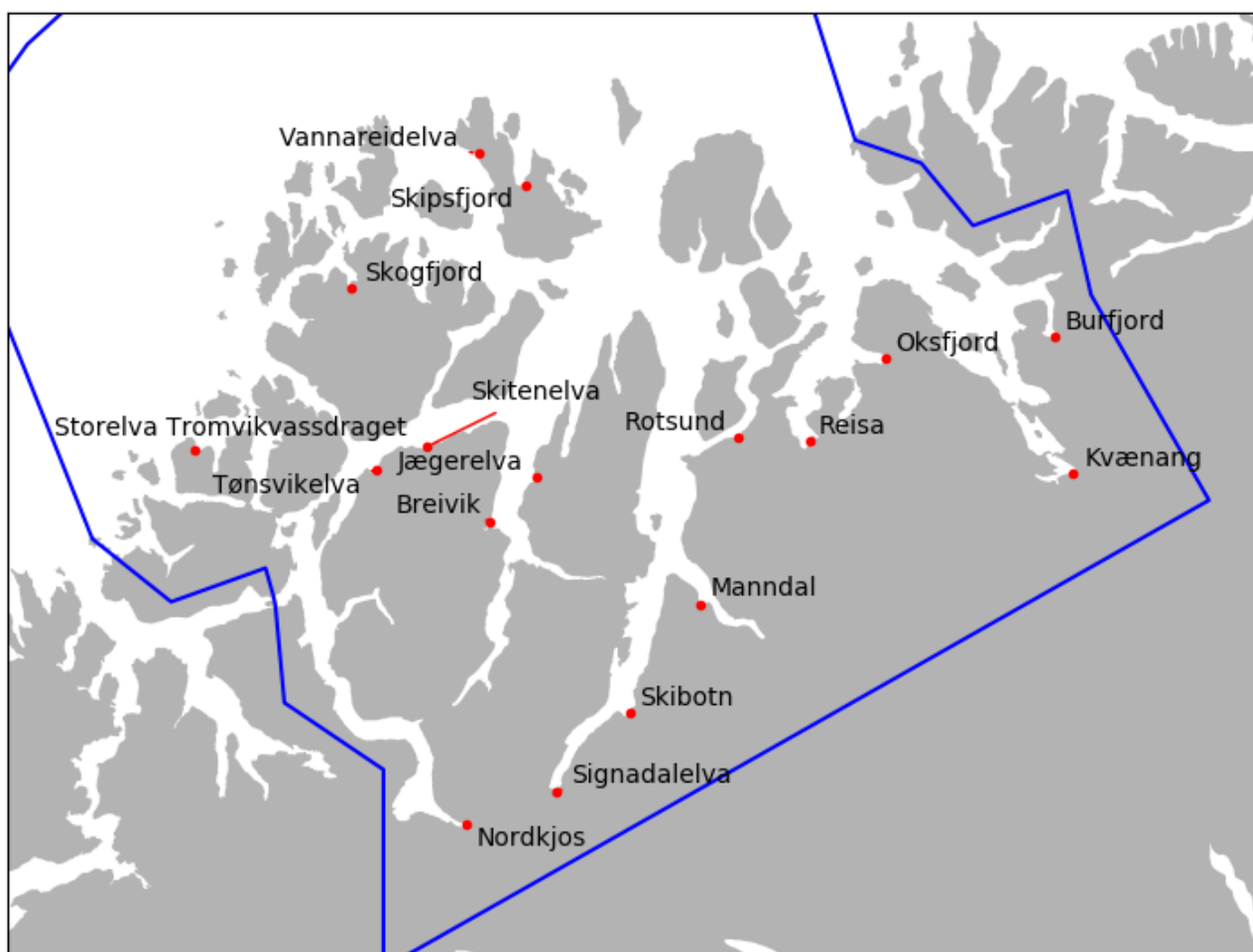
Elv	Prevalens (%)	Gjennomsnittleg intensitet (antal lus)	Estimert dødelegheit (%)
Lakselva			
Gullesfjord	20 (17 - 24)	1.1 (1.1 - 1.2)	0 (0 - 0)
Storelva	18 (13 - 17)	1.2 (1.2 - 1.2)	1 (1 - 1)
Lakselva	21 (15 - 19)	1.2 (1.1 - 1.1)	0 (0 - 0)
Langvasselva	19 (17 - 21)	1.2 (1.2 - 1.1)	0 (0 - 0)
Ramsåa	3 (2 - 4)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Åseelva	15 (14 - 15)	1.1 (1.1 - 1.1)	0 (0 - 0)
Roksdal	12 (9 - 12)	1.1 (1.2 - 1.1)	0 (0 - 0)
Renså	53 (53 - 52)	1.5 (1.5 - 1.5)	1 (1 - 1)
Spanselva	49 (43 - 56)	1.5 (1.4 - 1.6)	1 (1 - 1)
Røyrbakkkelva	43 (40 - 48)	1.4 (1.3 - 1.5)	1 (1 - 1)
Salang	47 (40 - 51)	1.4 (1.3 - 1.5)	1 (1 - 1)
Brøstadelva	57 (46 - 71)	2.3 (1.5 - 2.8)	3 (1 - 6)
Skøelv	32 (29 - 45)	1.5 (1.4 - 4.3)	1 (1 - 9)
Lysbotn	5 (5 - 6)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Grasmjør	11 (16 - 24)	1.1 (1.1 - 2.1)	0 (0 - 1)
Tennelv	57 (45 - 72)	3.0 (1.6 - 3.3)	6 (1 - 8)

Vardnesvassdraget			
totalt	61 (52 - 73)	3.2 (1.6 - 3.8)	7 (1 - 12)
Ånder	57 (43 - 67)	2.5 (1.6 - 2.8)	4 (1 - 5)
Laukhelle	23 (24 - 41)	1.3 (1.3 - 3.6)	1 (1 - 7)
Bunkelva	17 (22 - 17)	1.2 (1.2 - 1.1)	1 (1 - 0)
Rossfjord	2 (2 - 2)	1.1 (1.0 - 1.1)	0 (0 - 0)
Lakselv Aurs	2 (2 - 3)	1.1 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Målselv	2 (2 - 3)	1.1 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Straumselva	1 (2 - 3)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)

Område 10: Andøya til Senja 2017

Elv	Prevalens (%)	Gjennomsnittleg intensitet (antal lus)	Estimert dødelegheit (%)
Lakselva			
Gullesfjord	92 (88 - 94)	3.9 (3.6 - 3.9)	14 (12 - 14)
Storelva	28 (20 - 33)	1.3 (1.2 - 1.4)	1 (0 - 1)
Lakselva	42 (29 - 45)	1.4 (1.2 - 1.5)	1 (0 - 1)
Langvasselva	89 (83 - 91)	3.0 (2.8 - 3.4)	8 (6 - 10)
Ramsåa	9 (7 - 9)	1.1 (1.1 - 1.1)	0 (0 - 1)
Åseelva	25 (20 - 28)	1.2 (1.1 - 1.2)	0 (0 - 1)
Roksdal	18 (16 - 23)	1.2 (1.0 - 1.2)	1 (0 - 1)
Renså	66 (58 - 75)	2.0 (1.6 - 2.8)	2 (1 - 6)
Spanselva	53 (40 - 60)	1.6 (1.4 - 1.9)	1 (1 - 1)
Røyrbakkkelva	47 (37 - 51)	1.4 (1.4 - 1.6)	1 (1 - 1)
Salang	46 (37 - 53)	1.4 (1.3 - 1.5)	1 (1 - 1)
Brøstadelva	48 (38 - 52)	1.5 (1.3 - 1.8)	1 (1 - 1)
Skøelv	28 (20 - 33)	1.4 (1.3 - 1.5)	1 (1 - 1)
Lysbotn	25 (15 - 31)	1.4 (1.3 - 1.5)	1 (1 - 1)
Grasmyr	23 (16 - 30)	1.4 (1.3 - 1.6)	1 (1 - 1)
Tennelv	49 (45 - 50)	1.5 (1.5 - 1.6)	1 (1 - 1)
Vardnesvassdraget			
totalt	53 (48 - 51)	1.5 (1.5 - 1.6)	1 (1 - 1)
Ånder	49 (47 - 51)	1.4 (1.4 - 1.5)	1 (1 - 1)
Laukhelle	27 (18 - 31)	1.4 (1.4 - 1.5)	1 (1 - 1)
Bunkelva	23 (17 - 29)	1.2 (1.1 - 1.3)	1 (1 - 1)
Rossfjord	17 (9 - 20)	1.3 (1.1 - 1.2)	1 (0 - 1)
Lakselv Aurs	18 (13 - 23)	1.3 (1.1 - 1.3)	1 (0 - 1)
Målselv	22 (15 - 25)	1.3 (1.1 - 1.3)	1 (1 - 1)
Straumselva	16 (11 - 21)	1.2 (1.1 - 1.2)	1 (0 - 1)

Produksjonsområde 11: Kvaløya til Loppa



Område 11: Kvaløya til Loppa 2016

Elv	Prevalens (%)	Gjennomsnittleg intensitet (antal lus)	Estimert dødelgheit (%)
Storelva			
Tromvikvassdraget	1 (1 - 2)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Nordkjos	2 (2 - 4)	1.0 (1.0 - 1.2)	0 (0 - 0)
Tønsvikelva	12 (7 - 23)	1.2 (1.1 - 1.2)	1 (0 - 1)
Skitenelva	16 (8 - 27)	1.1 (1.1 - 1.3)	0 (0 - 1)
Skogfjord	2 (1 - 3)	1.1 (1.0 - 1.1)	0 (0 - 0)
Skipsfjord	1 (0 - 1)	1.0 (0.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Vannareidelva	1 (1 - 2)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Breivik	12 (12 - 9)	1.1 (1.1 - 1.1)	0 (0 - 0)
Jægerelva	11 (11 - 9)	1.1 (1.1 - 1.0)	0 (0 - 0)
Signadalelva	18 (18 - 18)	1.1 (1.1 - 1.2)	0 (0 - 0)
Skibotn	18 (16 - 19)	1.1 (1.1 - 1.2)	0 (0 - 0)
Mannadal	17 (15 - 16)	1.1 (1.2 - 1.1)	0 (0 - 0)
Rotsund	24 (31 - 25)	1.2 (1.2 - 1.2)	0 (1 - 0)
Oksfjord	9 (9 - 11)	1.1 (1.1 - 1.1)	0 (0 - 0)
Reisa	13 (10 - 14)	1.1 (1.1 - 1.1)	0 (0 - 1)
Kvænanng	14 (12 - 19)	1.1 (1.1 - 1.3)	0 (0 - 1)
Burfjord	9 (10 - 19)	1.1 (1.1 - 1.2)	0 (0 - 1)

Område 11: Kvaløya til Loppa 2017

Elv	Prevalens (%)	Gjennomsnittleg intensitet (antal lus)	Estimert dødelegheit (%)
Storelva			
Tromvikvassdraget	23 (18 - 28)	1.2 (1.1 - 1.3)	1 (0 - 1)
Nordkjos	22 (15 - 22)	1.3 (1.2 - 1.3)	0 (1 - 0)
Tønsvikelva	34 (29 - 48)	1.5 (1.2 - 1.8)	1 (1 - 1)
Skitenelva	36 (24 - 49)	1.6 (1.3 - 1.9)	1 (1 - 1)
Skogfjord	8 (6 - 10)	1.1 (1.0 - 1.1)	0 (0 - 0)
Skipsfjord	1 (1 - 1)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Vannareidelva	1 (1 - 1)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Breivik	6 (6 - 7)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Jægerelva	4 (5 - 5)	1.0 (1.1 - 1.1)	0 (0 - 0)
Signadalelva	30 (28 - 29)	1.2 (1.2 - 1.3)	0 (1 - 1)
Skibotn	30 (27 - 32)	1.2 (1.2 - 1.2)	1 (0 - 1)
Manndal	26 (25 - 27)	1.2 (1.2 - 1.2)	0 (1 - 0)
Rotsund	23 (23 - 24)	1.2 (1.2 - 1.2)	0 (1 - 0)
Oksfjord	6 (4 - 6)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Reisa	6 (5 - 6)	1.1 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Kvænanng	30 (23 - 32)	1.2 (1.2 - 1.3)	1 (0 - 1)
Burfjord	14 (10 - 14)	1.2 (1.1 - 1.1)	0 (1 - 0)

Produksjonsområde 12: Vest-Finnmark



Område 12: Vest-Finnmark 2016

Elv	Prevalens (%)	Gjennomsnittleg intensitet (antal lus)	Estimert dødelighet (%)
Hals	31 (34 - 19)	1.5 (1.6 - 1.3)	1 (1 - 1)
Mattiselva			
Joalusjåkka	30 (34 - 17)	1.5 (1.5 - 1.4)	1 (1 - 1)
Alta	10 (22 - 6)	1.1 (1.4 - 1.1)	0 (1 - 0)
Leirbotnelv (Lakselva)	33 (34 - 16)	1.5 (1.4 - 1.3)	1 (1 - 1)
Kvalsundelva	11 (20 - 10)	1.2 (1.1 - 1.1)	0 (0 - 0)
Reppar	9 (13 - 11)	1.1 (1.1 - 1.2)	0 (0 - 0)
Russelva	9 (13 - 8)	1.1 (1.1 - 1.1)	0 (0 - 0)
Lafjordelva	3 (3 - 4)	1.0 (1.0 - 1.1)	0 (0 - 0)
Strandsjåkka	1 (1 - 1)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Smørfjordelva	1 (1 - 1)	1.0 (1.1 - 1.0)	0 (0 - 0)
Ytre Billefjord	1 (1 - 1)	1.1 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Stabbur	1 (1 - 1)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Lakselva	1 (1 - 1)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Børselva	1 (1 - 1)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Lille Porsanger	0 (1 - 1)	0.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Veidnes	1 (1 - 1)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Storelva	1 (1 - 1)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Futelva	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)

Område 12: Vest-Finnmark 2017

Elv	Prevalens (%)	Gjennomsnittleg intensitet (antal lus)	Estimert dødelegheit (%)
Hals	11 (10 - 11)	1.1 (1.1 - 1.1)	0 (0 - 0)
Mattiselva			
Joalusjåkka	11 (11 - 12)	1.0 (1.1 - 1.1)	0 (0 - 0)
Alta	11 (10 - 9)	1.0 (1.1 - 1.1)	0 (0 - 0)
Leirbotnelv (Lakselva)	10 (9 - 12)	1.1 (1.0 - 1.1)	0 (0 - 0)
Kvalsundelva	7 (6 - 10)	1.0 (1.0 - 1.1)	0 (0 - 0)
Reppar	9 (7 - 11)	1.1 (1.0 - 1.1)	0 (0 - 0)
Russelva	19 (14 - 27)	1.2 (1.2 - 1.3)	1 (1 - 1)
Lafjordelva	35 (23 - 39)	1.4 (1.3 - 1.4)	1 (1 - 1)
Strandsjåkka	13 (9 - 15)	1.1 (1.1 - 1.1)	1 (0 - 0)
Smørfjordelva	11 (7 - 9)	1.1 (1.1 - 1.1)	0 (0 - 0)
Ytre Billefjord	10 (8 - 13)	1.1 (1.0 - 1.1)	0 (0 - 1)
Stabbur	10 (10 - 10)	1.1 (1.0 - 1.1)	0 (0 - 0)
Lakselva	10 (10 - 13)	1.1 (1.1 - 1.0)	0 (1 - 0)
Børselva	12 (11 - 12)	1.1 (1.1 - 1.1)	0 (0 - 0)
Lille Porsanger	2 (3 - 3)	1.0 (1.1 - 1.1)	0 (0 - 0)
Veidnes	3 (3 - 3)	1.0 (1.1 - 1.2)	0 (0 - 0)
Storelva	5 (3 - 4)	1.1 (1.0 - 1.1)	0 (0 - 0)
Futelva	0 (1 - 1)	0.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)

Produksjonsområde 13: Øst-Finnmark



Område 13: Øst-Finnmark 2016

Elv	Prevalens (%)	Gjennomsnittlig intensitet (antal lus)	Estimert dødelighet (%)
Sandfjord	1 (0 - 1)	1.0 (0.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Risfjord	1 (0 - 1)	1.0 (0.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Laggo	1 (0 - 0)	1.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Tana	1 (0 - 0)	1.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Kongsfjord	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Syltefjord	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Skallelva	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Komag	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
V Jakob	1 (0 - 0)	1.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Vesterelva	1 (0 - 1)	1.0 (0.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Bergebyelva	1 (0 - 1)	1.0 (0.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Klokke	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)

Munk	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Neiden	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Sandneselva	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Pasvikelva	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Karp	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
G Jakob	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)

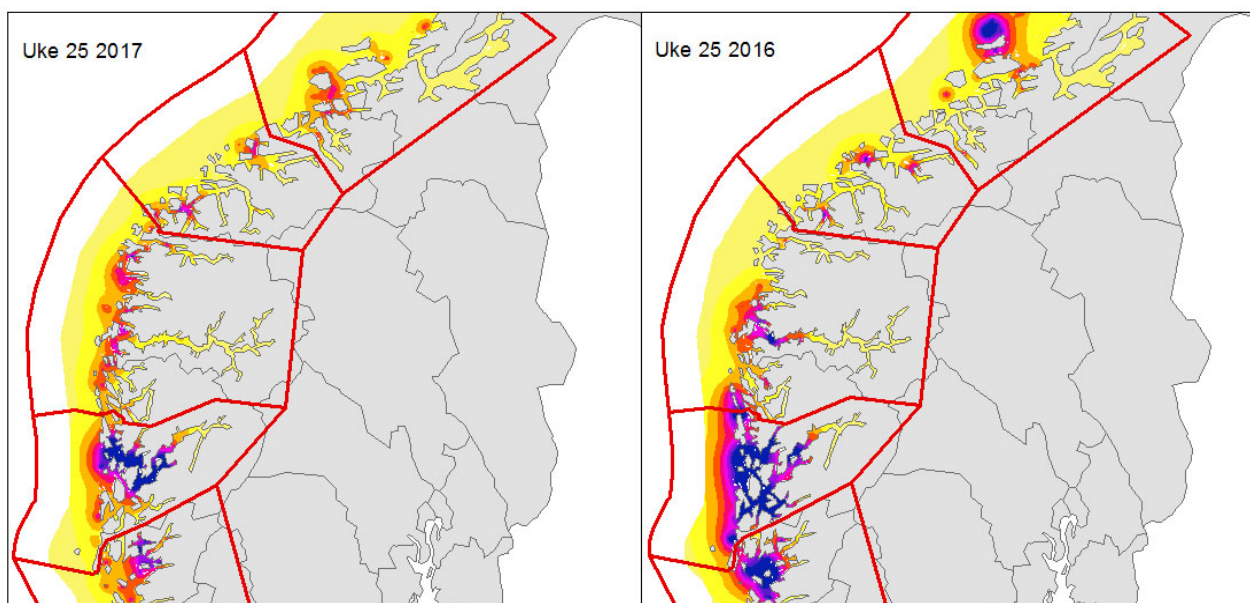
Område 13: Øst-Finnmark 2017

Elv	Prevalens (%)	Gjennomsnittleg intensitet (antal lus)	Estimert dødelegheit (%)
Sandfjord	1 (1 - 1)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Risfjord	1 (1 - 1)	1.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Laggo	1 (0 - 1)	1.0 (0.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Tana	1 (0 - 1)	1.0 (0.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Kongsfjord	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Syltefjord	0 (0 - 1)	0.0 (0.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Skallelva	0 (1 - 0)	0.0 (1.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Komag	1 (0 - 0)	1.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
V Jakob	0 (1 - 0)	0.0 (1.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Vesterelva	1 (0 - 1)	1.0 (0.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Bergebyelva	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Klokker	0 (1 - 0)	0.0 (1.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Munk	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Neiden	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Sandneselva	0 (1 - 1)	0.0 (1.0 - 1.0)	0 (0 - 0)
Pasvikelva	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
Karp	0 (1 - 0)	0.0 (1.0 - 0.0)	0 (0 - 0)
G Jakob	0 (0 - 0)	0.0 (0.0 - 0.0)	0 (0 - 0)

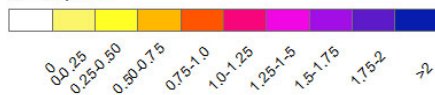
Referanser:

- Davidson J, Rikardsen A, Halttunen E, Thorstad E, Økland F, Letcher B, Skarðhamar J, Næsje T (2009) Migratory behaviour and survival rates of wild northern Atlantic salmon *Salmo salar* post-smolts: effects of environmental factors. *J Fish Biol* 75:1700-1718
- Finstad B, Økland F, Thorstad E, Bjørn P, McKinley R (2005) Migration of hatchery-reared Atlantic salmon and wild anadromous brown trout post-smolts in a Norwegian fjord system. *J Fish Biol* 66:86-96
- Heuch PA, Doall MH, Yen J (2007) Water flow around a fish mimic attracts a parasitic and deters a planktonic copepod. *Journal of Plankton Research* 29:i3-i16
- Plantalech Manel-la N, Thorstad E, Davidson J, Økland F, Sivertsgård R, McKinley R, 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
- Rikardsen A, Haugland M, Bjørn P, Finstad B, Knudsen R, Dempson J, Holst J, Hvidsten N, Holm M (2004) Geographical differences in marine feeding of Atlantic salmon post-smolts in Norwegian fjords. *J Fish Biol* 64:1655-1679
- Stien A, Bjørn PA, Heuch PA, Elston DA (2005) Population dynamics of salmon lice *Lepeophtheirus salmonis* on Atlantic salmon and sea trout. *Marine Ecology Progress Series* 290:263-275
- Taranger GL, Karlsen Ø, Bannister RJ, Glover KA, Husa V, Karlsbakk E, Kvamme BO, Boxaspen KK, Bjørn PA, Finstad B (2014) Risk assessment of the environmental impact of Norwegian Atlantic salmon farming. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*:fsu132
- Thorstad E, Kland F, Finstad B, Sivertsgrd R, Bjorn P, McKinleyd R (2004) Migration speeds and orientation of Atlantic salmon and sea trout post-smolts in a Norwegian fjord system. *Environ Biol Fish* 71:305-311
- Wagner GN, Fast MD, Johnson SC (2008) Physiology and immunology of *Lepeophtheirus salmonis* infections of salmonids. *Trends in parasitology* 24:176-183
- Økland F, Thorstad E, Finstad B, Sivertsgård R, Plantalech N, Jepsen N, McKinley R (2006) Swimming speeds and orientation of wild Atlantic salmon post-smolts during the first stage of the marine migration. *Fisheries Management and Ecology* 13:271-274

Risikomodell for kvantifisering av luseindusert dødelighet på villaks



Produksjonsområde 2 - 6
Sm ittepress



Veterinærinstituttet
Norwegian Veterinary Institute

Risikomodell for kvantifisering av luseindusert dødelighet på villaks

Innhold

Sammenfatning	2
Innledning	2
Modellbeskrivelse	2
Smittepress.....	3
Sammenhengen mellom estimert smittepress og påslag av lus på smolt i bur.....	3
Beregning av lusepåslag og luseindusert dødelighet på utvandrende laksesmolt	5
Vurdering av status i produksjonsområdene	6
Produksjonsområde 1: Svenskegrensen til Jæren	6
Produksjonsområde 2: Ryfylke.....	6
Produksjonsområde 3: Karmøy til Sotra.....	8
Produksjonsområde 4: Nordhordaland til Stadt.....	9
Produksjonsområde 5: Stadt til Hustadvika	10
Produksjonsområde 6: Nordmøre til Sør-Trøndelag.....	11
Produksjonsområde 7: Nord-Trøndelag med Bindal.....	12
Produksjonsområde 8: Helgeland til Bodø	13
Produksjonsområde 9: Vestfjorden og Vesterålen	14
Produksjonsområde 10: Andøya til Senja	14
Produksjonsområde 11: Kvaløya til Loppa	15
Produksjonsområde 12: Vest-Finnmark	15
Produksjonsområde 13: Øst-Finnmark.....	16
Diskusjon	16
Referanser.....	17
Vedlegg 1	18
Vedlegg 2	18
Vedlegg 3	18

Forfattere

Anja Bråthen Kristoffersen, Lars Qviller,
Hildegunn Viljugrein, Kari O. Helgesen og Peder
A. Jansen

Oppdragsgiver

Nærings- og fiskeridepartementet

ISSN 1890-3290

Design omslag: Reine Linjer

Kart forside: Smittepresskart og korteste
vandringsvei for vill laksesmolt

© Veterinærinstituttet 2017 / © Norwegian
Veterinary Institute 2017

Sammenfatning

Denne rapporten beskriver en risikomodell for luseindusert dødelighet av utvandrende vill laksesmolt fra norske vassdrag. Resultatene er fordelt på 13 produksjonsområder for oppdrettslaks, der smitten av lus som bidrar til lusepåslag har opphav fra oppdrettsfisk. Vi har beregnet lusepåslag og luseindusert dødelighet for i alt 401 vassdrag over årene 2012 - 2017. Beregningene er gjort for ulike utvandringstider og for scenarier med erfaringsbaserte lave, midlere og høye lusepåslag relativt til beregnet smittepress. Risikomodellen er utarbeidet som innspill til Ekspertgruppen, som ble nedsatt i februar 2017, med mandat til å vurdere lakselusindusert dødelighet på villaks i 13 produksjonsområder. De overordnede resultatene fra risikovurderingen er at sannsynlighetene for luseindusert dødelighet av vill laksesmolt, slik dette er definert i modellen, generelt avtar i de nordlige produksjonsområdene. Denne sannsynligheten er også lav for produksjonsområde 1, der det er liten oppdrettsvirksomhet. Videre, var det generelt større sannsynlighet for luseindusert dødelighet i 2016 og 2017 enn i de tidligere årene. Det er imidlertid stor usikkerhet i konklusjonene man kan trekke fra risikomodellen for mange av produksjonsområdene, manifestert ved store avvik i beregningene for de ulike scenariene. Disse usikkerhetene har blitt større etter at burdata fra 2017 ble inkorporert i smittemodellen. Dette fordi de observerte påslagene på burfisk i 2017 generelt var systematisk høyere enn beregnet smittepress skulle tilsi. Beregningene er også sensitive for mange av antakelsene som i det skisserte hendelsesforløpet i risikomodellen. Dette gjelder spesielt for antakelser knyttet til utvandringstider, vandringsprogresjon fra elv til hav og sannsynligheter for dødelighet av smolt indusert av gitte lusepåslag. Selv om de absolutte modellresultatene med hensyn til lusepåslag og luseindusert dødelighet er beheftet med store usikkerheter, mener vi at risikomodellen er godt egnet til å sammenligne utviklingen av risiko over år og mellom produksjonsområder.

Innledning

Denne rapporten beskriver Veterinærinstituttets innspill til Ekspertgruppen som ble nedsatt i februar 2017, med mandat til å vurdere lakselusindusert dødelighet på villaks i 13 produksjonsområder. Innspillet er basert på en risikomodell for kvantitativ risikovurdering av lusepåslag og luseindusert dødelighet av utvandrende vill laksesmolt fra 401 vassdrag. Hovedelementene som inngår i risikomodellen er først data om vassdragene, herunder beregnet potensial for produksjon av smolt og utvandringstider, opparbeidet av NINA (Forseth et al., 2017); deretter lusepåslagsdata fra burforsøk gjennomført i regi av Nasjonalt overvåkingsprogram for lakselus på vill laksefisk (Nilsen et al., 2017); og endelig beregnet smittepress fra oppdrett basert på Veterinærinstituttets avstandsbaserte smittepressmodell (Kristoffersen et al., 2014).

Det har vært et mål ved utviklingen av risikomodellen at alle prosesser som inngår i kjeden av skisserte hendelser, fra smitteproduksjon i oppdrett til smitteindusert dødelighet av vill laksesmolt, i størst mulig grad skal være utledet fra empiriske data. Imidlertid er store deler av den beskrevne hendelseskjeden i risikomodellen beheftet med store usikkerheter og få observasjoner, slik at man må foreta en rekke antakelser om hvordan gitte prosesser foregår. Av kritiske antakelser, som kan ha stor påvirkning på resultatene, kan nevnes at forholdet mellom beregnet smittepress og påslag av lus på vill laksesmolt er sammenlignbart med påslag av lus på fisk i burforsøk ved tilsvarende eksponering mot smittepress. Videre antas at den ville laksesmolten vandrer ut korteste rute fra vassdragsutløp i sjø til hav, med en gitt vandringshastighet og til en kjent tid. Endelig antar vi at et gitt påslag av lus på den ville laksesmolten fører til overdødelighet av smolten med en gitt sannsynlighet og at denne overdødeligheten ikke hadde forekommet dersom lus fra oppdrett ikke hadde smittet smolten.

Modellbeskrivelse

Risikomodellen omfatter en kjede av hendelser/prosesser som starter med produksjon av lakselusnauplier (larver) i oppdrett. Disse spres så pelagisk rundt i kystnære farvann. Larvene utvikler seg gjennom to stadier til smittsomme copepoditter i henhold til temperaturavhengige utviklingsrater (Stien et al., 2005). Utvandrende vill laksesmolt utsettes for påslag av disse smittsomme copepodittene under sin vandring fra elveutløpene til oppvekstområdene i havet. Påslaget kan beregnes gjennom modellering av smittepress

som lokalt avhenger av forekomster av reproduserende hunnlus i oppdrettsanlegg. Endelig vil et påslag av en gitt størrelsesorden medføre en overdødelighet blant laksesmolten.

Smittepress

Veterinærinstituttets deterministiske modell for produksjon og spredning av lakselus (smittepressmodellen) gir et mål på intensitet av lakseluslarver langs kysten på bakgrunn av rapporterte forekomster av kjønnsmodne hunner av lakselus i oppdrettslokaliteter, vanntemperatur og avstand til alle oppdrettsanlegg med hunnlus (Kristoffersen et al., 2014). Modellen har vært brukt til å beregne påslag av lakselus på fisk i oppdrettsanlegg og på forsøksfisk som settes i bur (smoltbur) på gitt sted i gitt tidsrom. Den kan også beregne lusepåslag på villfisk under forutsetning av at man vet hvor fisken oppholder seg til enhver tid.

Ukentlig rapporterte overvåkingsdata fra oppdrettsanlegg brukes til å beregne produksjon av nauplier fra de enkelte lokalitetene. Produksjonsdelen av modellen bruker antall laks på hver oppdrettslokalitet, rapporterte gjennomsnittstall for kjønnsmodne hunnlus og vanntemperaturer, i en populasjonsdynamisk modell for å beregne reproduksjon og overlevelse av neste generasjons lakselus (Stien et al., 2005). Spredningsdelen beregner relativ risiko for infeksjon med neste generasjons lakselus som en funksjon av avstand til oppdrettslokalitetene (Aldrin et al., 2013).

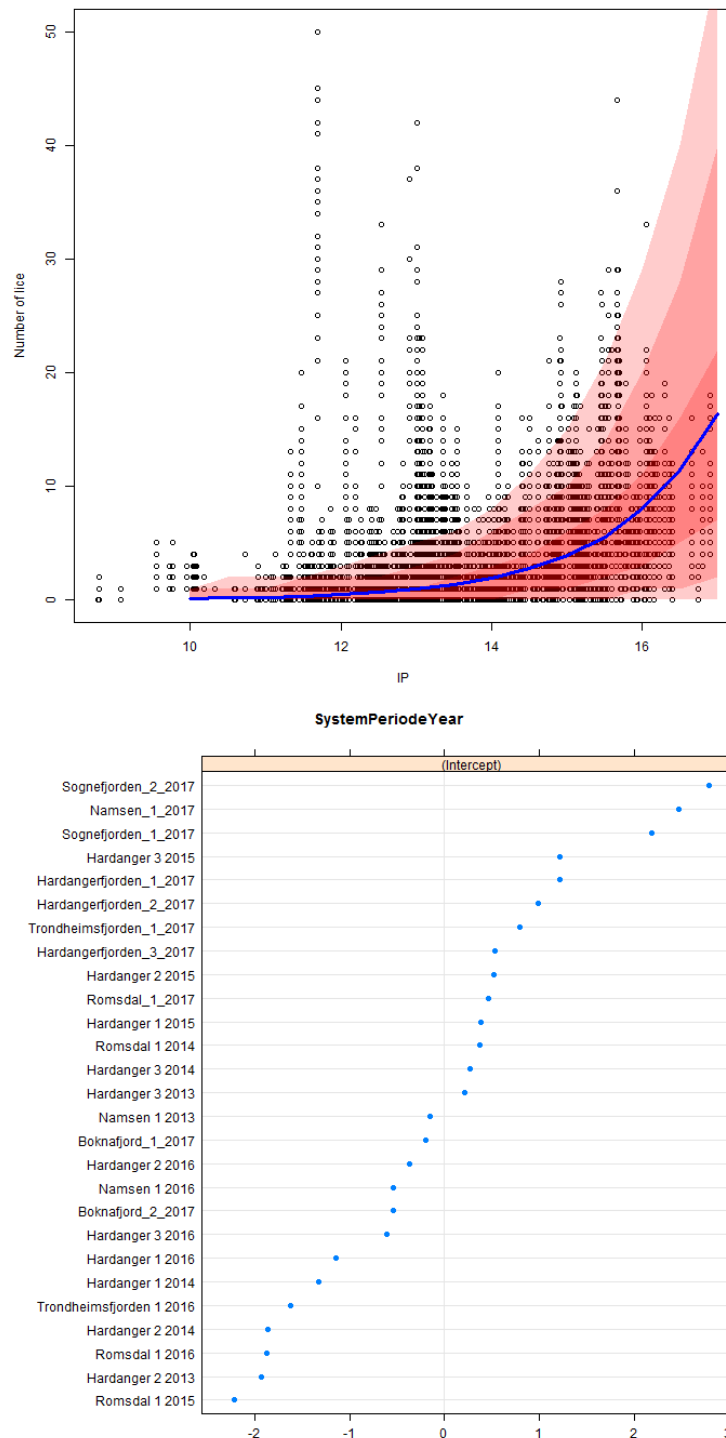
For å beregne påslag av lakselus på fisk til gitte tidspunkt brukes utviklingsrater, en fast dødsrate, samt tiden det tar en lakselus å finne en vert. Modellen kan ekstrapoleres videre gjennom utviklings- og dødsrater for å beregne hvordan smittepress fra reproduserende hunnlus bidrar til neste generasjons fastsittende lus, preadulte og adulte hunnlus, og adulte hunnlus, i tid og rom. Ukentlige smittepress som brukes til videre beregninger i risikomodellen operasjonaliseres gjennom kystdekkende rasterkart med 100 x 100 m pixelstørrelse (Datum: WGS84, sone 33N).

Modellen er validert gjentatte ganger, og de relativt sterke korrelasjonene mellom beregnet smittepress og lusepåslag på fisk, både i oppdrett og i smoltbur, viser at forutsetningene som ligger til grunn for modellen er rimelige (Kristoffersen et al., 2014; Aldrin, 2016).

Sammenhengen mellom estimert smittepress og påslag av lus på smolt i bur

For å vurdere risiko for at lus produsert i oppdrett skal smitte vill laksefisk, må vi finne forholdet mellom smittepress og påslag av lus på vill fisk. Til dette benyttes lusetall fra forsøksfisk som har stått i bur i kjente tidsrom og på kjente steder (Nilsen et al., 2017). Veterinærinstituttets smittepress for en lokalitet (et bur) er et tall som er proporsjonalt med en avstandsvektet sum av antall egg produsert av alle kjønnsmodne hunnlus i alle omkringliggende oppdrettslokaliteter, tidsforskjøvet til det aktuelle lusestadiet vi ønsker å sammenligne med. Tidsforskyvningen baseres på døgngader, og inneholder dødelighetsestimater for de etterfølgende utviklingsstadiene av lus (Stien et al., 2005). For mer detaljert beskrivelse av beregningen av smittepress, se Kristoffersen et al., 2014. Beregnede tall for smittepress er tilnærmet eksponentielt fordelt. For å oppnå tilnærmet normalfordeling er derfor disse tallene logaritmetransformert (naturlig logaritme).

Sammenligningen mellom påslag i bur og smittepressestimaterne gir en funksjon for forventet lusepåslag ut i fra eksponering mot et gitt smittepress over en gitt tid, slik at man kan beregne lusepåslag på en fisk som har vært eksponert mot smittepress i kjent tidsrom og på kjent sted. Her har vi analysert påslag i burforsøk fra perioden 2012 - 2017. Analysen ble gjort i form av en regresjonsmodell (påslagsmodellen) der vi statistisk modellerte observert antall lus på individuell fisk i burene, med beregnet smittepress og eksponeringstider i burene som forklaringsvariable (Figur 1a), i tillegg til å ta med en tilfeldig effekt definert av område-periode-år (Figur 1b). Modellen hadde en negativ binominal variansstruktur med en estimert spredningsparameter ($\theta = 2,04$). Denne fordelingen blir benyttet til å simulere fordelingen av luselarver per fisk, gitt gjennomsnittlig forventete antall luselarver fra påslagsmodellen (Figur 1a).



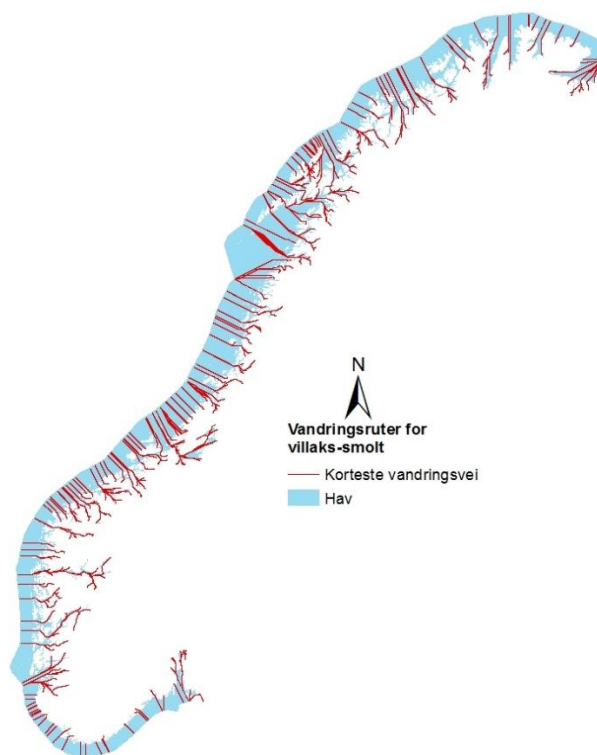
Figur 1a,b. Øvre panel (1a) angir antall lus av fastsittende stadier (copepoditter og chalimus) per fisk (runde punkt) plottet mot gjennomsnittlig smittepress over siste uke av hvert burforsøk i perioden 2013 - 2017. Blå linje angir forventet antall påslåtte luselarver som funksjon av smittepress. Gjennomsiktige røde felt svarer til kvantiler når antall lus på 100000 laks er trukket tilfeldig fra en negativ binomial fordeling med theta fra påslagsmodellen og gitt forventningen i forhold til smittepress. Det lyseste området angir 1 til 99 % kvantilen, det mørkere angir 5 til 95 % kvantilen og det mørkeste angir 25 til 75 % kvantilen. Nedre panel (1b) angir beregnet tilfeldig effekt knyttet til område-periode-år.

Den tilfeldige effekten i påslagsmodellen fra burforsøkene varierte mellom -2,21 og 2,78. De nye burdataene fra 2017 økte den tilfeldige effekten i smitte modellen betydelig sammenlignet med modellen som dekket burdata fra 2013 - 2016 (Kristoffersen et al., 2017). Denne økningen skyldes at påslaget på burfisken var systematisk høyere enn smittepresset i seg selv skulle tilsi. Dette gjaldt for alle områder og perioder, med unntak av burforsøkene i Boknafjorden (Figur 1b). De tilfeldige effektene er antatt å være normalfordelt med en estimert varians, her estimert til 1,32. Dette ble brukt som sensitivitetsanalyse til å variere påslagsrate for ulike smittepress, i et beste og et verste scenario, der påslaget er justert etter en faktor på $\pm 2,87$ (90 % konfidensintervall for tilfeldig effekt). For det vi kaller et «forventet scenario», antar vi at den tilfeldige effekten er null (dvs. påslaget justeres ikke).

Beregning av lusepåslag og luseindusert dødelighet på utvandrende laksesmolt

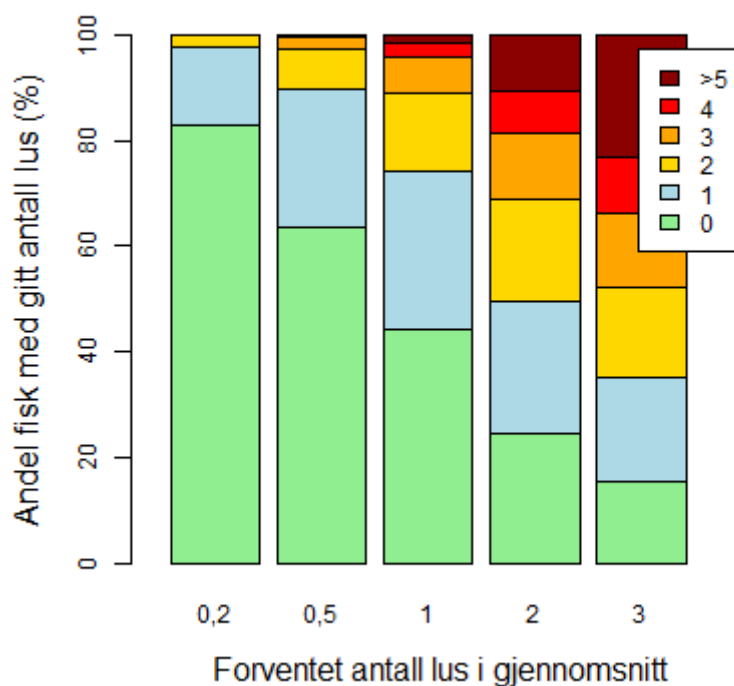
Til beregning av lusepåslag på laksesmolt benyttet vi resultatene fra den statistiske påslagsmodellen, antatt vandringsrute og -hastighet for smolten, samt rasterkart over smittepress. Vandringsruten ble antatt å være korteste vei fra elveutløp til 12-mils grense i hav (Figur 2).

For hvert av totalt 401 vassdrag i NINA's vassdragsdatabase (vassdragsdatabasen), antok vi at utvandringstidspunktene korresponderte med beregnet startdato, dato for midlere utvandring (50% utvandring) eller sluttdato. Vi beregnet så forventet påslag av lus i hver pixel (100m²) av rasterkartene med tidsjustert smittepress, fra utløp av elv i sjø til 12-mils grensen i hav. Vandringshastigheten på fisken ble satt til 8,2 cm per sekund, som tilsvarer 4 ukers vandringsdistanse på 200 km (Thorstad et al., 2012). Endelig ble beregnet påslag for hver pixel summert opp til et forventet antall påslåtte lakselus for hele utvandringsruten. Antall påslåtte lakselus per fisk ble deretter simulert på 100000 fisk fra en negativ binomial fordeling med forventning lik beregnet påslag og spredningsparameter fra påslagsmodellen.



Figur 2. Antatt vandringsrute for laksesmolt fra 401 vassdrag langs kysten, som korteste vei fra utløp i sjø til 12-mils grensen i hav.

Dette ga en sannsynlighetsfordeling for antall påslåtte lus på villaksen som vandrer ut fra et gitt vassdrag. Figur 3 illustrerer sannsynlighetsfordelingene for ulike forventede antall påslåtte lus per fisk.



Figur 3. Andel av fisk som forventes å ha et lusepåslag på henholdsvis 0, 1, 2, 3, 4 eller >5 lus ved forventet gjennomsnittspåslag på 0,2, 0,5, 1, 2 eller 3 lus.

Andelen av fisk beregnet til å dø som følge av luseindusert dødelighet ble deretter kalkulert for startdato, dato for midlere utvandring og sluttdato, på bakgrunn av den simulerte fordelingen av lus på fisk og sannsynligheten for dødelighet av 20g smolt (Taranger et al., 2015). Disse andelenene ble så lineært interpolert mellom startdato og dato for midlere utvandring, og videre til sluttdato. Andelen av fisk som ble antatt å vandre ut ved hvert tidspunkt ble modellert med en beta-pert fordeling tilpasset de tre utvandringstidene (Vose, 2000). Dette er en symmetrisk fordeling med stigende andeler av smolt som vandrer ut fra startdato til midlere dato og synkende andeler fra midlere dato til sluttdato. Endelig beregnet vi forholdet mellom andelen av fisk som dør som følge av luseinfeksjon og andelen som vandrer ut, for hele utvandingsperioden.

Vurdering av status i produksjonsområdene

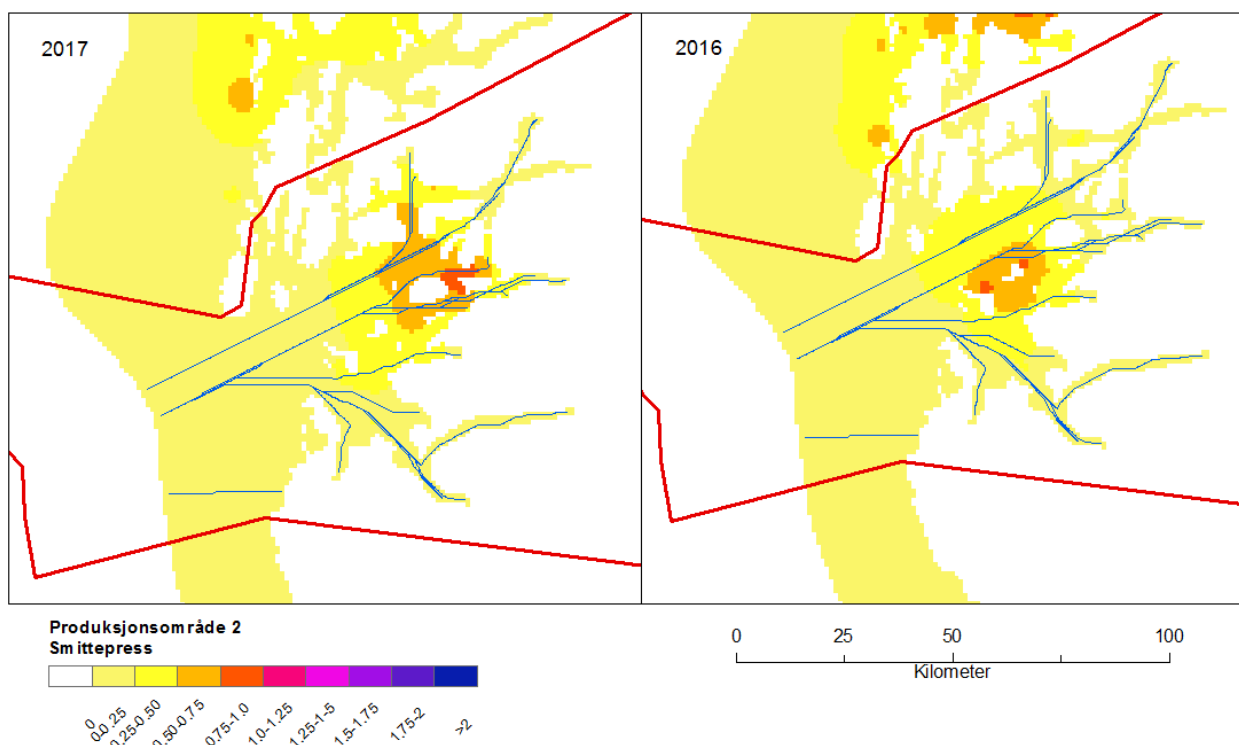
Beregninger av påslag og luseindusert dødelighet på vassdragsnivå for 2016 og 2017 er vedlagt (Vedlegg 1). Beregnede påslag og luseindusert dødelighet i produksjonsområdene har generelt økt over årene 2012 - 2017 (Tabeller 2012 - 2015; Vedlegg 2). Sensitivitetsanalyser av effekt av å variere ulike antakelser som styrer prosessene i risikomodellen er lagt ved i Vedlegg 3.

Produksjonsområde 1: Svenskegrensen til Jæren

Produksjonsområde 1 omfatter 38 vassdrag i vassdragsdatabasen til NINA. Produksjonen av lakselus i oppdrett innen dette produksjonsområdet er lavt, og vill laksesmolt er ikke beregnet til å få lusepåslag som påvirker dødelighet i noen av vassdragene i området (Vedlegg 1).

Produksjonsområde 2: Ryfylke

Produksjonsområdet omfatter 18 vassdrag i vassdragsdatabasen (Figur 4). Beregnet dødelighet som følge av lusepåslag var lav både i 2016 og 2017. Legger man imidlertid til grunn et verste scenario med høye påslag av lus, så er beregnet dødelighet høy (Tabell 1). Usikkerheten for dette området er derfor stor.



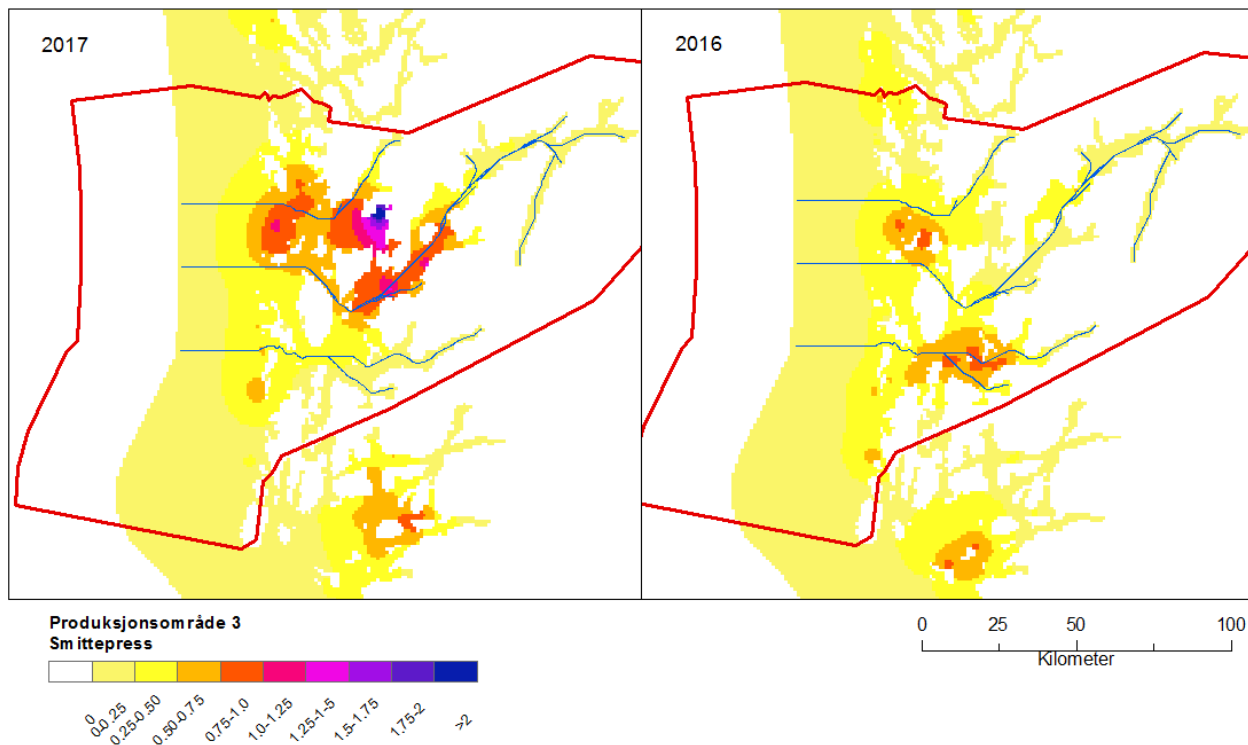
Figur 4. Kart som viser forventet antall lus som slår seg på fisk etter én ukes opphold på et gitt sted i produksjonsområde 2 i uke 21 i 2017 og 2016. Uke 21 samsvarer med antatt oppholdstid i kystnære farvann for utvandrende laksesmolt for vassdrag som munner ut i området. Blå linjer angir korteste utvandningsvei for smolt fra vassdragene innen produksjonsområdet.

Tabell 1. Beregnet antall påslåtte lakselus per fisk ved startdato, midlere dato og sluttdato for utvandring og beregnet luseindusert dødelighet (%) som gjennomsnitt over vassdrag eller vektet i henhold til potensialet for smoltproduksjon i vassdragene i produksjonsområde 2. Beregningene er gjort for et forventet scenario, i tillegg til et beste og verste scenario der lave og høye påslag er definert av tilfeldige effekter fra den statistiske smitte modellen.

	Beste scenario	Forventet scenario	Verste scenario
2017			
Antall lus start	0,01	0,25	4,44
Antall lus 50 % utvandring	0,02	0,41	7,16
Antall lus slutt	0,05	0,95	16,73
Luseindusert dødelighet (gj.sn.)	0,01	2,38	60,88
Luseindusert dødelighet (vektet)	0,01	1,46	43,19
2016			
Antall lus start	0,01	0,19	3,27
Antall lus 50 % utvandring	0,02	0,44	7,66
Antall lus slutt	0,08	1,46	25,59
Luseindusert dødelighet (gj.sn.)	0,02	3,29	60,25
Luseindusert dødelighet (vektet)	0,01	1,78	41

Produksjonsområde 3: Karmøy til Sotra

Produksjonsområdet omfatter 12 vassdrag i vassdragsdatabasen (Figur 5). Området har de høyeste beregnede påslagene av lus, og derav også høyest beregnet luseindusert dødelighet, av alle produksjonsområdene. Beregnet dødelighet som følge av lusepåslag var moderat både i 2016 og 2017. Legger man imidlertid til grunn et verste scenario med høye påslag av lus så er beregnet dødelighet høy (Tabell 2). Usikkerheten for området er derfor moderat.



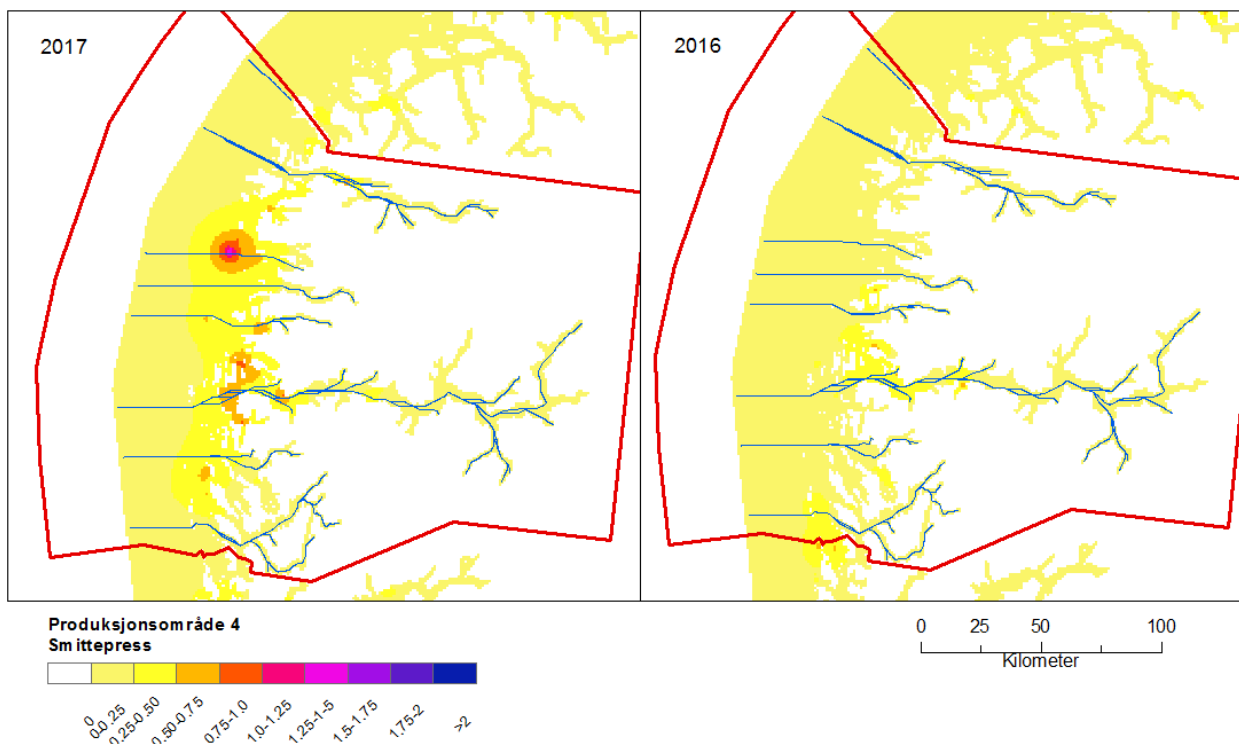
Figur 5. Kart som viser forventet antall lus som slår seg på fisk etter én ukes opphold på et gitt sted i produksjonsområde 3 i uke 21 i 2017 og 2016. Uke 21 samsvarer med antatt oppholdstid i kystnære farvann for utvandrende laksesmolt for vassdrag som munner ut i området. Blå linjer angir korteste utvandningsvei for smolt fra vassdragene innen produksjonsområdet.

Tabell 2. Beregnet antall påslåtte lakselus per fisk ved startdato, midlere dato og sluttdato for utvandring og beregnet luseindusert dødelighet (%) som gjennomsnitt over vassdrag eller vektet i henhold til potensialet for smoltproduksjon i vassdragene i produksjonsområde 3. Beregningene er gjort for et forventet scenario, i tillegg til et beste og verste scenario der lave og høye påslag er definert av tilfeldige effekter fra den statistiske smitte modellen.

	Beste scenario	Forventet scenario	Verste scenario
2017			
Antall lus start	0,04	0,76	13,37
Antall lus 50 % utvandring	0,08	1,48	25,95
Antall lus slutt	0,23	4,05	71,11
Luseindusert dødelighet (gj.sn.)	0,22	15,02	83,75
Luseindusert dødelighet (vektet)	0,21	13,68	75,81
2016			
Antall lus start	0,03	0,55	9,69
Antall lus 50 % utvandring	0,09	1,67	29,31
Antall lus slutt	0,23	4,1	72,01
Luseindusert dødelighet (gj.sn.)	0,25	16,67	83,29
Luseindusert dødelighet (vektet)	0,26	16,46	80,74

Produksjonsområde 4: Nordhordaland til Stadt

Produksjonsområde 4 omfatter 40 vassdrag i vassdragsdatabasen (Figur 6). Beregnet dødelighet som følge av lusepåslag var lav både i 2016 og 2017. Legger man imidlertid til grunn et verste scenario med høye påslag av lus, så er beregnet dødelighet høy (Tabell 3). Usikkerheten for området er derfor stor.



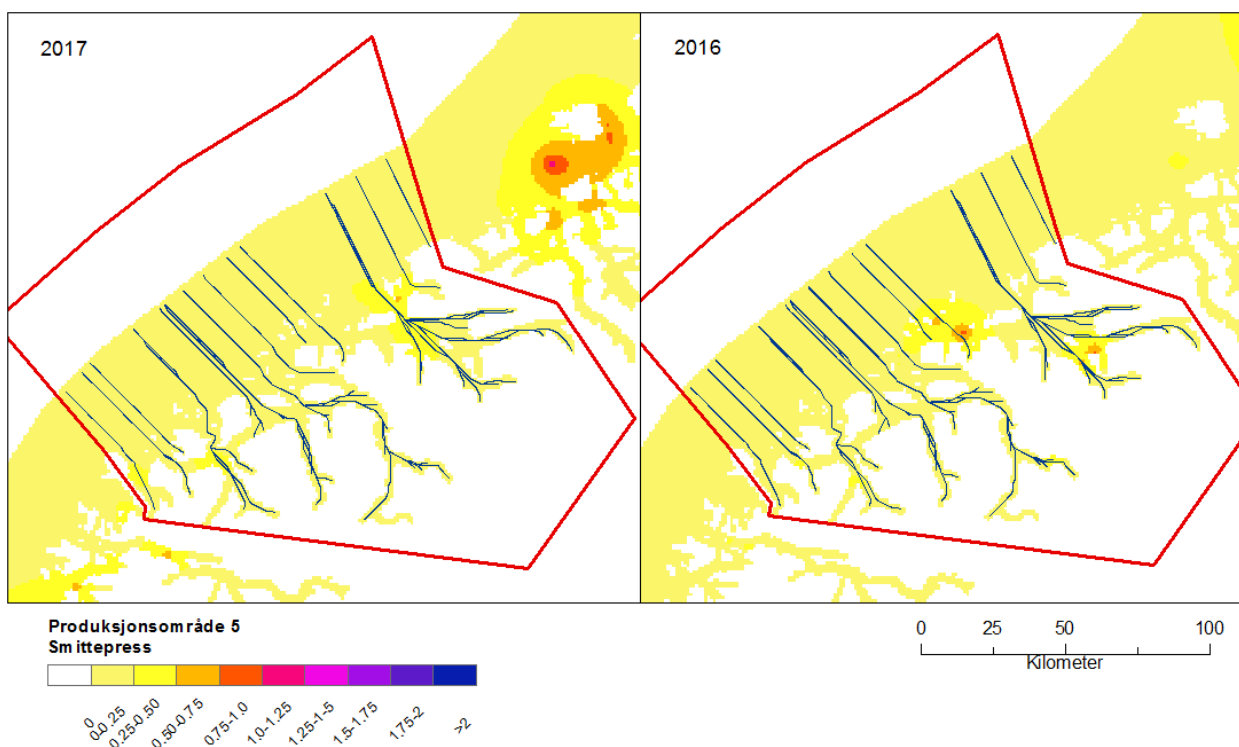
Figur 6. Kart som viser forventet antall lus som slår seg på fisk etter én ukes opphold på et gitt sted i produksjonsområde 4 i uke 21 i 2017 og 2016. Uke 21 samsvarer med antatt oppholdstid i kystnære farvann for utvandrende laksesmolt for vassdrag som munner ut i området. Blå linjer angir korteste utvandningsvei for smolt fra vassdragene innen produksjonsområdet.

Tabell 3. Beregnet antall påslåtte lakselus per fisk ved startdato, midlere dato og sluttdato for utvandring og beregnet luseindusert dødelighet (%) som gjennomsnitt over vassdrag eller vektet i henhold til potensialet for smoltproduksjon i vassdragene i produksjonsområde 4. Beregningene er gjort for et forventet scenario, i tillegg til et beste og verste scenario der lave og høye påslag er definert av tilfeldige effekter fra den statistiske smitte modellen.

	Beste scenario	Forventet scenario	Verste scenario
2017			
Antall lus start	0,02	0,33	5,78
Antall lus 50 % utvandring	0,03	0,5	8,74
Antall lus slutt	0,07	1,23	21,63
Luseindusert dødelighet (gj.sn.)	0,02	3,45	65,19
Luseindusert dødelighet (vektet)	0,03	3,98	67,55
2016			
Antall lus start	0,01	0,25	4,44
Antall lus 50 % utvandring	0,03	0,56	9,89
Antall lus slutt	0,07	1,28	22,52
Luseindusert dødelighet (gj.sn.)	0,04	4,38	56,38
Luseindusert dødelighet (vektet)	0,05	5,4	59,99

Produksjonsområde 5: Stadt til Hustadvika

Produksjonsområde 5 omfatter 44 vassdrag i vassdragsdatabasen (Figur 7). Beregnet dødelighet som følge av lusepåslag var lav både i 2016 og 2017. Legger man imidlertid til grunn et verste scenario med høye påslag av lus, så er beregnet dødelighet høy (Tabell 4). Usikkerheten for området er derfor stor.



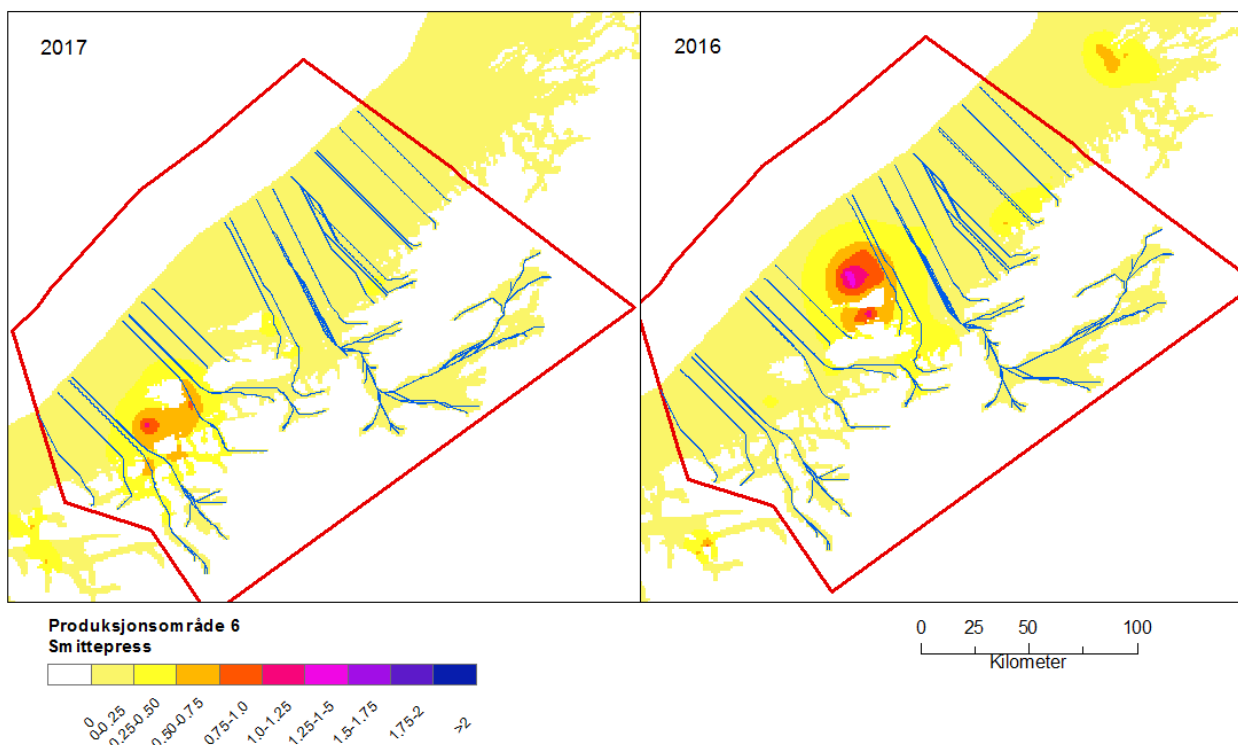
Figur 7. Kart som viser forventet antall lus som slår seg på fisk etter én ukes opphold på et gitt sted i produksjonsområde 5 i uke 21 i 2017 og 2016. Uke 21 samsvarer med antatt oppholdstid i kystnære farvann for utvandrende laksesmolt for vassdrag som munner ut i området. Blå linjer angir korteste utvandningsvei for smolt fra vassdragene innen produksjonsområdet.

Tabell 4. Beregnet antall påslåtte lakselus per fisk ved startdato, midlere dato og sluttdato for utvandring og beregnet luseindusert dødelighet (%) som gjennomsnitt over vassdrag eller vektet i henhold til potensialet for smoltproduksjon i vassdragene i produksjonsområde 5. Beregningene er gjort for et forventet scenario, i tillegg til et beste og verste scenario der lave og høye påslag er definert av tilfeldige effekter fra den statistiske smitte modellen.

	Beste scenario	Forventet scenario	Verste scenario
2017			
Antall lus start	0,01	0,15	2,58
Antall lus 50 % utvandring	0,01	0,23	3,98
Antall lus slutt	0,03	0,6	10,61
Luseindusert dødelighet (gj.sn.)	0,01	1,03	40,52
Luseindusert dødelighet (vektet)	0,01	1,55	48,61
2016			
Antall lus start	0,01	0,18	3,24
Antall lus 50 % utvandring	0,02	0,28	4,99
Antall lus slutt	0,03	0,57	10,06
Luseindusert dødelighet (gj.sn.)	0,01	1,24	47,18
Luseindusert dødelighet (vektet)	0,01	1,68	52,31

Produksjonsområde 6: Nordmøre til Sør-Trøndelag

Produksjonsområde 6 omfatter 62 vassdrag i vassdragsdatabasen (Figur 8). Beregnet dødelighet som følge av lusepåslag var lav både i 2016 og 2017. Legger man imidlertid til grunn et verste scenario med høye påslag av lus så er beregnet dødelighet høy (Tabell 5). Usikkerheten for området er derfor stor.



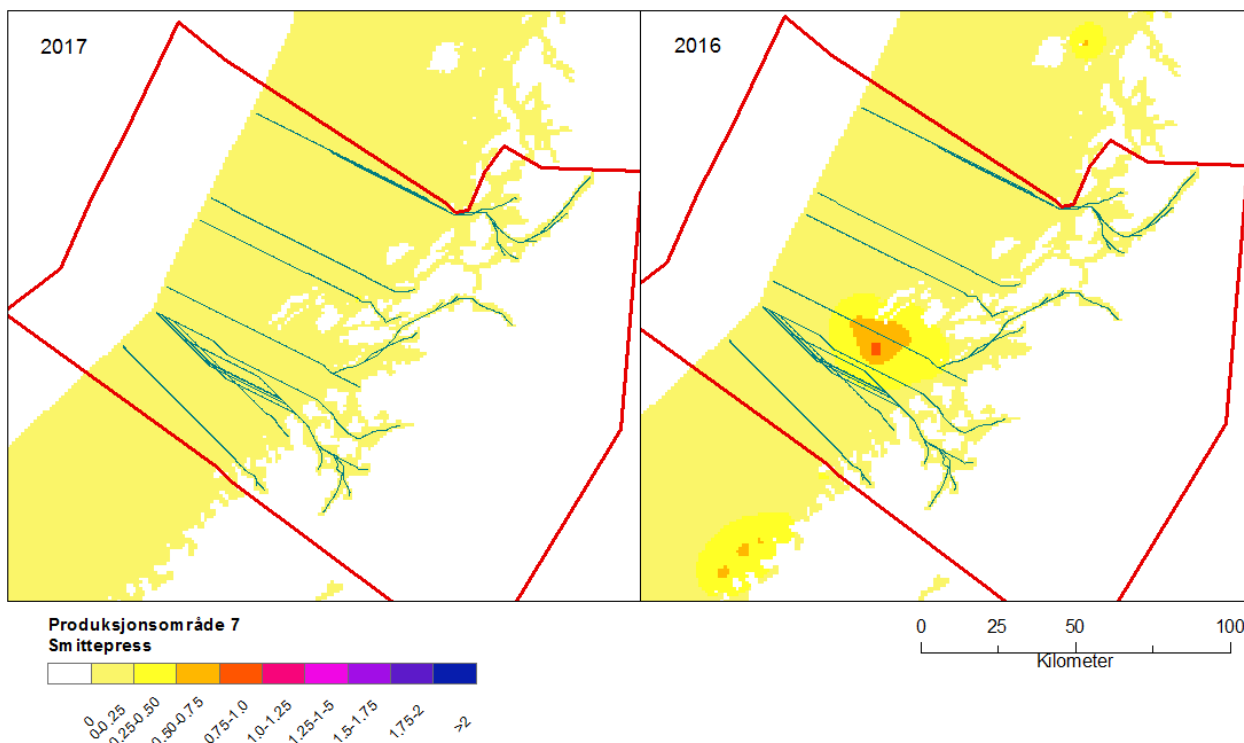
Figur 8. Kart som viser forventet antall lus som slår seg på fisk etter én ukes opphold på et gitt sted i produksjonsområde 6 i uke 21 i 2017 og 2016. Uke 21 samsvarer med antatt oppholdstid i kystnære farvann for utvandrende laksesmolt for vassdrag som munner ut i området. Blå linjer angir korteste utvandningsvei for smolt fra vassdragene innen produksjonsområdet.

Tabell 5. Beregnet antall påslåtte lakselus per fisk ved startdato, midlere dato og sluttdato for utvandring og beregnet luseindusert dødelighet (%) som gjennomsnitt over vassdrag eller vektet i henhold til potensialet for smoltproduksjon for vassdragene i produksjonsområde 6. Beregningene er gjort for et forventet scenario, i tillegg til et beste og verste scenario der lave og høye påslag er definert av tilfeldige effekter fra den statistiske smitte modellen.

	Beste scenario	Forventet scenario	Verste scenario
2017			
Antall lus start	0,01	0,18	3,2
Antall lus 50 % utvandring	0,02	0,3	5,28
Antall lus slutt	0,03	0,53	9,29
Luseindusert dødelighet (gj.sn.)	0,01	1,34	45,3
Luseindusert dødelighet (vektet)	0,01	1,35	46,4
2016			
Antall lus start	0,02	0,29	5,07
Antall lus 50 % utvandring	0,03	0,45	7,88
Antall lus slutt	0,05	0,81	14,16
Luseindusert dødelighet (gj.sn.)	0,01	2,48	60,83
Luseindusert dødelighet (vektet)	0,02	3,72	72,08

Produksjonsområde 7: Nord-Trøndelag med Bindal

Produksjonsområde 7 omfatter 22 vassdrag i vassdragsdatabasen (Figur 9). Beregnet dødelighet som følge av lusepåslag var lav både i 2016 og 2017. Legger man imidlertid til grunn et verste scenario med høye påslag av lus, så er beregnet dødelighet høy i 2016 men moderat i 2017 (Tabell 6). Usikkerheten for området er derfor moderat til stor.



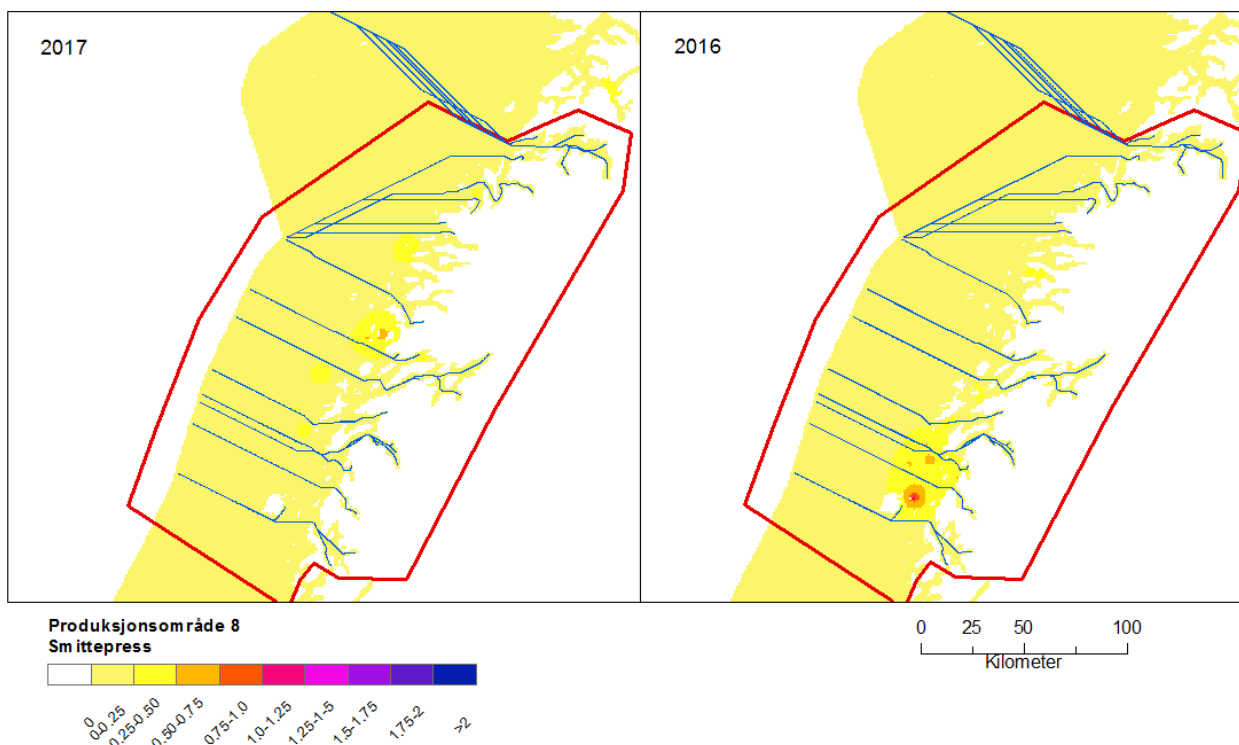
Figur 9. Kart som viser forventet antall lus som slår seg på fisk etter én ukes opphold på et gitt sted i produksjonsområde 7 i uke 22 i 2017 og 2016. Uke 22 samsvarer med antatt oppholdstid i kystnære farvann for utvandrende laksesmolt for vassdrag som munner ut i området. Blå linjer angir korteste utvandningsvei for smolt fra vassdragene innen produksjonsområdet.

Tabell 6. Beregnet antall påslåtte lakselus per fisk ved startdato, midlere dato og sluttdato for utvandring og beregnet luseindusert dødelighet (%) som gjennomsnitt over vassdrag eller vektet i henhold til potensialet for smoltproduksjon i vassdragene i produksjonsområde 7. Beregningene er gjort for et forventet scenario, i tillegg til et beste og verste scenario der lave og høye påslag er definert av tilfeldige effekter fra den statistiske smitte modellen.

	Beste scenario	Forventet scenario	Verste scenario
2017			
Antall lus start	0	0,06	1,01
Antall lus 50 % utvandring	0,01	0,09	1,56
Antall lus slutt	0,01	0,18	3,22
Luseindusert dødelighet (gj.sn.)	0	0,15	15,17
Luseindusert dødelighet (vektet)	0	0,31	23,64
2016			
Antall lus start	0,01	0,15	2,63
Antall lus 50 % utvandring	0,02	0,36	6,34
Antall lus slutt	0,04	0,67	11,71
Luseindusert dødelighet (gj.sn.)	0,01	2,14	41,99
Luseindusert dødelighet (vektet)	0,02	2,47	64,28

Produksjonsområde 8: Helgeland til Bodø

Produksjonsområde 8 omfatter 30 vassdrag (Figur 10). Beregnet dødelighet som følge av lusepåslag var lav både i 2016 og 2017. Legger man imidlertid til grunn et verste scenario med høye påslag av lus, så er beregnet dødelighet høy (Tabell 7). Usikkerheten for området er derfor stor.



Figur 10. Kart som viser forventet antall lus som slår seg på fisk etter én ukes opphold på et gitt sted i produksjonsområde 8 i uke 25 i 2017 og 2016. Uke 25 samsvarer med antatt oppholdstid i kystnære farvann for utvandrende laksesmolt for vassdrag som munner ut i området. Blå linjer angir korteste utvandningsvei for smolt fra vassdragene innen produksjonsområdet.

Tabell 7. Beregnet antall påslåtte lakselus per fisk ved startdato, midlere dato og sluttdato for utvandring og beregnet luseindusert dødelighet (%) som gjennomsnitt over vassdrag eller vektet i henhold til potensialet for smoltproduksjon i vassdragene i produksjonsområde 8. Beregningene er gjort for et forventet scenario, i tillegg til et beste og verste scenario der lave og høye påslag er definert av tilfeldige effekter fra den statistiske smitte modellen.

	Beste scenario	Forventet scenario	Verste scenario
2017			
Antall lus start	0	0,07	1,27
Antall lus 50 % utvandring	0,01	0,18	3,14
Antall lus slutt	0,02	0,37	6,43
Luseindusert dødelighet (gj.sn.)	0	0,57	30,83
Luseindusert dødelighet (vektet)	0	0,75	37,95
2016			
Antall lus start	0,01	0,11	1,99
Antall lus 50 % utvandring	0,01	0,21	3,69
Antall lus slutt	0,03	0,44	7,78
Luseindusert dødelighet (gj.sn.)	0	0,84	34,75
Luseindusert dødelighet (vektet)	0,01	2	52,24

Produksjonsområde 9: Vestfjorden og Vesterålen

Produksjonsområde 9 omfatter 62 vassdrag i vassdragsdatabasen. Beregnet dødelighet som følge av lusepåslag var lav både i 2016 og 2017. Legger man imidlertid til grunn et verste scenario med høye påslag av lus, så er beregnet dødelighet moderat (Tabell 3). Usikkerheten for området er derfor moderat. Smittepresset var relativt lavt i område i begge år slik at kartfigurene er utelatt.

Tabell 8. Beregnet antall påslåtte lakselus per fisk ved startdato, midlere dato og sluttdato for utvandring og beregnet luseindusert dødelighet (%) som gjennomsnitt over vassdrag eller vektet i henhold til potensialet for smoltproduksjon for vassdragene i produksjonsområde 9. Beregningene er gjort for et forventet scenario, i tillegg til et beste og verste scenario der lave og høye påslag er definert av tilfeldige effekter fra den statistiske smittemodellen.

	Beste scenario	Forventet scenario	Verste scenario
2017			
Antall lus start	0	0,03	0,5
Antall lus 50 % utvandring	0,01	0,1	1,76
Antall lus slutt	0,01	0,19	3,4
Luseindusert dødelighet (gj.sn.)	0	0,24	16,49
Luseindusert dødelighet (vektet)	0	0,34	21,7
2016			
Antall lus start	0	0,04	0,67
Antall lus 50 % utvandring	0,01	0,11	1,92
Antall lus slutt	0,01	0,19	3,28
Luseindusert dødelighet (gj.sn.)	0	0,28	17,59
Luseindusert dødelighet (vektet)	0	0,32	20,96

Produksjonsområde 10: Andøya til Senja

Produksjonsområde 10 omfatter 20 vassdrag i vassdragsdatabasen. Beregnet dødelighet som følge av lusepåslag var lav både i 2016 og 2017. Legger man imidlertid til grunn et verste scenario med høye påslag av lus, så er beregnet gjennomsnittlig dødelighet moderat, men marginalt høy når dødeligheten ble vektet med potensiale for smoltproduksjon (Tabell 9). Usikkerheten for området er derfor moderat til høy. Smittepresset var relativt lavt i område i begge år slik at kartfigurene er utelatt.

Tabell 9. Beregnet antall påslåtte lakselus per fisk ved startdato, midlere dato og sluttdato for utvandring og beregnet luseindusert dødelighet (%) som gjennomsnitt over vassdrag eller vektet i henhold til potensialet for smoltproduksjon i vassdragene i produksjonsområde 10. Beregningene er gjort for et forventet scenario, i tillegg til et beste og verste scenario der lave og høye påslag er definert av tilfeldige effekter fra den statistiske smittemodellen.

	Beste scenario	Forventet scenario	Verste scenario
2017			
Antall lus start	0	0,06	0,98
Antall lus 50 % utvandring	0,01	0,16	2,77
Antall lus slutt	0,02	0,31	5,46
Luseindusert dødelighet (gj.sn.)	0	0,45	27,49
Luseindusert dødelighet (vektet)	0	0,5	30,63
2016			
Antall lus start	0	0,06	1,12
Antall lus 50 % utvandring	0,01	0,14	2,42
Antall lus slutt	0,01	0,22	3,86
Luseindusert dødelighet (gj.sn.)	0	0,41	21,85
Luseindusert dødelighet (vektet)	0	0,36	18,7

Produksjonsområde 11: Kvaløya til Loppa

Produksjonsområde 11 omfatter 17 vassdrag i vassdragsdatabasen. Beregnet dødelighet som følge av lusepåslag var lav både i 2016 og 2017. Legger man imidlertid til grunn et verste scenario med høye påslag av lus, så er beregnet dødelighet også lav (Tabell 10). Usikkerheten for området er derfor lav.

Tabell 10. Beregnet antall påslåtte lakselus per fisk ved startdato, midlere dato og sluttdato for utvandring og beregnet luseindusert dødelighet (%) som gjennomsnitt over vassdrag eller vektet i henhold til potensialet for smoltproduksjon i vassdragene i produksjonsområde 11. Beregningene er gjort for et forventet scenario, i tillegg til et beste og verste scenario der lave og høye påslag er definert av tilfeldige effekter fra den statistiske smitte modellen.

	Beste scenario	Forventet scenario	Verste scenario
2017			
Antall lus start	0	0,02	0,3
Antall lus 50% utvandring	0	0,05	0,9
Antall lus slutt	0,01	0,12	2,16
Luseindusert dødelighet (gj.sn.)	0	0,08	7,79
Luseindusert dødelighet (vektet)	0	0,07	7,73
2016			
Antall lus start	0	0,02	0,3
Antall lus 50% utvandring	0	0,05	0,9
Antall lus slutt	0	0,08	1,42
Luseindusert dødelighet (gj.sn.)	0	0,05	6,55
Luseindusert dødelighet (vektet)	0	0,06	7,69

Produksjonsområde 12: Vest-Finnmark

Produksjonsområde 12 omfatter 18 vassdrag i vassdragsdatabasen (Figur 14). Beregnet dødelighet som følge av lusepåslag var lav både i 2016 og 2017. Legger man imidlertid til grunn et verste scenario med høye påslag av lus, så er beregnet dødelighet moderat når det vektet for potensiell smoltproduksjon. (Tabell 11). Usikkerheten for området er derfor moderat.

Tabell 11. Beregnet antall påslåtte lakselus per fisk ved startdato, midlere dato og sluttdato for utvandring og beregnet luseindusert dødelighet (%) som gjennomsnitt over vassdrag eller vektet i henhold til potensialet for smoltproduksjon i vassdragene i produksjonsområde 12. Beregningene er gjort for et forventet scenario, i tillegg til et beste og verste scenario der lave og høye påslag er definert av tilfeldige effekter fra den statistiske smitte modellen.

	Beste scenario	Forventet scenario	Verste scenario
2017			
Antall lus start	0	0,01	0,13
Antall lus 50 % utvandring	0	0,02	0,41
Antall lus slutt	0	0,06	1,12
Luseindusert dødelighet (gj.sn.)	0	0,02	2,92
Luseindusert dødelighet (vektet)	0	0,11	10,4
2016			
Antall lus start	0	0,01	0,25
Antall lus 50 % utvandring	0	0,03	0,59
Antall lus slutt	0	0,03	0,54
Luseindusert dødelighet (gj.sn.)	0	0,04	4,35
Luseindusert dødelighet (vektet)	0	0,11	12,63

Produksjonsområde 13: Øst-Finnmark

Produksjonsområde 13 omfatter 18 vassdrag. Smittepress ved utvandring av laksesmolt er nært 0 i hele Øst-Finnmark. Beregningene av dødelighet er null for området og det vises derfor ikke kart eller data fra dette området.

Diskusjon

Denne rapporten presenterer en risikomodell for risikovurdering av luseindusert dødelighet av vill laksesmolt i 13 produksjonsområder for oppdrettslaks langs kysten. I risikomodellen er det smittepresset av lus med opphav fra oppdrettsfisk, som bidrar til lusepåslaget på vill laksesmolt. Beregnede lusepåslag og luseindusert dødelighet er gjort for i alt 401 vassdrag, for årene 2012 - 2017, for ulike beregnede utvandringstider og for scenarier med erfaringsbaserte lave, midlere og høye lusepåslag relativt til beregnet smittepress. Presentasjonen av resultatene er delvis på aggregerte nivå, bestemt av produksjonsområdene, og delvis på enkeltvassdragsnivå. På bakgrunn av en rekke antagelser som er gjort med hensyn til ulike prosesser i hendelseskjeden i risikomodellen, er det viktig å presisere at usikkerheten i estimatene er store, noe som reflekteres i resultatene. Det er imidlertid også verd å merke seg at en del av de større trendene i vurderingene er fornuftige. Her kan nevnes at sannsynlighetene for luseindusert dødelighet av vill laksesmolt, slik dette er definert i risikomodellen, generelt avtar i de nordlige produksjonsområdene. Denne sannsynligheten er også minimal for produksjonsområde 1, der det er liten og svært konsentrert oppdrettsvirksomhet. Videre, var det generelt større sannsynlighet for luseindusert dødelighet i 2016 og 2017, enn i de tidligere årene. Endelig synes vassdrag med lengst utvandningsrute gjennom oppdrettstette områder å ha størst sannsynlighet for luseindusert dødelighet av vill laksesmolt. I det følgende diskuteres noen av usikkerhetene som vurderes som mest betydelige for resultatene.

Smittemodellen som brukes til å oversette smittepress til lusepåslag på utvandrende laksesmolt er tilpasset lusepåslagene på fisk i bur. Ved siden av smittepress og eksponeringstid i bur, er det også en tilfeldig effekt i denne modellen. Den tilfeldige effekten fanger opp systematisk variasjon i lusepåslag på burfisk knyttet til området og tidsperioden burene har stått. I det vi kaller et forventet scenario tar vi ikke med den tilfeldige effekten. Vi bruker derimot den tilfeldige effekten til å modellere et beste og verste scenario der best og verst representerer henholdsvis de 5% laveste og 95 % høyeste påslagene av lus som er fanget opp av den tilfeldige effekten. Scenariene representerer dermed erfaringsbasert variasjon i påslag, som ikke forklares av smittepress.

I 2017 ble det gjennomført mange nye burforsøk, til dels også i nye områder langs kysten. Med unntak av burforsøkene i Boknafjorden, hadde burforsøkene fra alle områder og perioder i 2017 systematisk høyere lusepåslag enn smittepresset skulle tilsi. Dette økte den tilfeldige effekten i modellen betydelig, noe som har ført til større beregningsforskjeller mellom scenariene enn vi hadde ved beregning av modellen fra burdata fra 2013 - 2016 (Kristoffersen et al, 2017). Med andre ord, inkorporering av nye data for 2017 har økt usikkerheten i modellberegningene. Vi vet ikke hva de unormalt høye påslagene relativt til beregnet smittepress i 2017 skyldes, men dette blir det viktig å få mer innsikt i.

Ved å bruke en smittemodell som er utledet fra burfisk, antar vi at forholdet mellom smittepress og påslag av lus er likt for en utvandrende smolt og en fisk i bur. Det er mulig at den aktive svømmingen til en utvandrende fisk vil øke sannsynligheten for påslag. Hvis dette er tilfelle, underestimerer smittemodellen lusepåslaget på utvandrende fisk. Det er imidlertid også mulig at burfisken får høyere påslag enn utvandrende smolt, for eksempel ved at de er større enn laksesmolten.

Tid for utvandring, utvandningsrute og svømmehastighet er alle usikre størrelser i risikomodellen. Tidsrommet utvandringen foregår i er også viktig, fordi smittepresset fra oppdrett generelt stiger markant fra tidene som angis som oppstart i vassdragsdatabasen og mot angitt sluttid for utvandring. Utvandningsruten kan i enkelte tilfeller ha stor betydning for om fisken passerer områder med høye smittepress eller ikke. Smittepresset, slik det beregnes i risikomodellen, er imidlertid relativt jevnt fordelt i lokale kystfarvann. Noe avvikende utvandningsrute vil derfor være av begrenset betydning. Endelig er svømmehastigheten av stor betydning for hvor lenge fisken eksponeres for ulike smittepress.

Definisjonen av smitteindusert dødelighet er en annen stor usikkerhetsfaktor. I denne risikomodellen beregner vi påslagene av luselarver og antar skjematisk at et gitt antall påslåtte larver medfører en gitt prosentvis dødelighet. Vi gjør ingen betraktninger rundt overlevelse av larvene frem til de mest patologiske; preadulte og adulte stadier. Dette siste forholdet går i retning av at vi overestimerer luseindusert dødelighet i risikomodellen. I tillegg, gjør vi ingen betraktninger av hvilken effekt beregningen av luseindusert dødelighet vil ha på bestander av villaks. Med denne bakgrunn er det klart at dødelighetskriteriene i risikomodellen er grovt forenklet og usikre.

Denne rapporten presenterer en risikomodell for kvantitativ risikovurdering av luseindusert dødelighet av utvandrende vill laksesmolt, der smitten har opprinnelse i oppdrett. Alle prosessene i kjeden av skisserte hendelser er gjennomsiktede og dokumenterbare, og vurderingene tar hensyn til varierende påslagsrater av copepoditter og varierende utvandringstider. Selv om de absolutte modellresultatene med hensyn til lusepåslag og luseindusert dødelighet er beheftet med store usikkerheter, mener vi at risikomodellen er godt egnet til å sammenligne utviklingen av risiko over år og se på regionale forskjeller.

Referanser

- Aldrin, M., Storvik, B., Kristoffersen, A.B., Jansen, P.A., 2013. Space-time modelling of the spread of salmon lice between and within Norwegian marine salmon farms. *PLOS ONE* 8, 6.
- Aldrin, M., 2016. Havforskningsinstituttets spredningmodell for kopepoditter validert mot burdata fra 2014. Norsk Regnesentral, SAMBA/15/16.
- Forseth, T., Barlaup B. T., Finstad, B., Fiske, P., Gjøsæter, H., Falkegård, M., Hindar, A., Mo, T.A., Rikardsen, A.H., Thorstad, E.B., Vøllestad, L.A., Wennevik, V., 2017. The major threats to Atlantic salmon in Norway. *ICES Journal of Marine Science*, doi:10.1092/icesjms/fsx020.
- Kristoffersen, A. B., Jimenez, D., Viljugrein, H., Grøntvedt, R., Stien, A., Jansen, P. A. (2014). Large scale modelling of salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*) infection pressure based on lice monitoring data from Norwegian salmonid farms. *Epidemics*, 9, 31-39.
- Kristoffersen, A.B., Qviller, L., Viljugrein, H., Helgesen, K.O., Jansen P.A., 2017. Vurdering av lakselusindusert dødelighet av villaks. Veterinærinstituttet 2017, Rapport-8.
- Nilsen, Rune, Rosa Maria Serra-Llinares, Anne Dagrund Sandvik, Kristine Marit Schrøder Elvik, Lars Asplin, Pål Arne Bjørn, Ingrid Askeland Johnsen og Ørjan Karlsen (*Havforskningsinstituttet*); Bengt Finstad, Marius Berg og Ingebrigt Uglem (*Norsk institutt for naturforskning*); Knut Wiik Vollset og Gunnar B. Lehmann (*UNI Research - Miljø*), 2017. Lakselusinfestasjon på vill laksefisk langs norskekysten i 2016. Rapport fra havforskningen, Nr. 1 - 2017.
- 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. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 290, 263-275
- Karlsen, Ø., Johnsen, I.A., Skarðhamar, J., Sandvik, A., Albretsen, J., Nilsen, R., Serra Llinares, R.M., Asplin, L., Skilbrei, O., Halttunen, E., Finstad, B., Berg, M., Taranger, G.L., Bjørn, P.A., 2016. Risikovurdering lakselus - 2015. I: Svåsand T., Karlsen, Ø., Kvamme, B.O., Stien, L.H., Taranger, G.L., Boxaspen K.K. (red.). 2016. Risikovurdering av norsk fiskeoppdrett 2016. Fisken og havet, særnr. 2-2016.
- E. B. Thorstad, F. Whoriskey, I. Uglem, A. Moore, A. H. Rikardsen, B. Finstad, 2012. A critical life stage of the Atlantic salmon *Salmo salar*: behaviour and survival during the smolt and initial post-smolt migration. *J. Fish Biol.* 81: 500 - 542.
- Taranger, G. L., Karlsen, O., Bannister, R. J. *et al.* (2015). Risk assessment of the environmental impact of Norwegian Atlantic salmon farming. *Ices Journal of Marine Science*, 72(3), 997-1021.
- Vose, D. (2000). *Risk analysis. A quantitative guide*. Chichester: John Wiley & Sons.

Vedlegg 1

Under er et sett av 2 lenker til tabeller med beregninger av lusepåslag og luseindusert dødelighet for vill laksesmolt fra 401 vassdrag fra NINA's vassdragsdatabase for årene 2016 og 2017. Kolonneforklaringene i tabellen er:

- Kolonne 1, ID: Vassdragsnummer i REGINE-systemet for hovedvassdrag (har ikke nummerert sidevassdrag i denne fila, selv om de kan ha egne nummer i REGINE-systemet). Eneste stedet hvor denne lista avviker fra REGINE-systemet er for Norddalselva i Åfjord som vi har gitt vårt «eget» nummer 135.Zb, men som i REGINE-systemet er angitt sammen med Stordalselva 135.Z, siden de to vassdragene renner ut i flomålet på samme sted.
- Kolonne 2, Objektavn: Navn på vassdraget. For de fleste vassdrag er en kortform benyttet. Navnet på vassdrag er ikke unikt, mens vassdragsnumrene er unike. Det kan finnes flere synonyme navn på samme vassdrag (lokale vil ikke oppfatte navnene som synonyme), det er litt tilfeldig hvilket navn som er brukt her.
- Kolonne 3, PO: Produksjonsområde
- Kolonne 4, Smp: Beregnet gjennomsnittlig smittepress smolten eksponeres for under utvandring langs utvandningsruten
- Kolonne 5, lengde: Utvandringsdistanse fra elveutløp til hav
- Kolonne 6, Ant: Forventet antall lus per fisk for forventet scenario
- Kolonne 7, AntV: Forventet antall lus per fisk for verste scenario
- Kolonne 8, Død; Andel fisk beregnet til å dø av lusesmitte for forventet scenario
- Kolonne 9, DødV; Andel fisk beregnet til å dø av lusesmitte for verste scenario

Vedlegg 2

Beregnet lusepåslag og luseindusert dødelighet for alle produksjonsområder og år fra 2012 - 2017 (se Tabell 1 for forklaring).

Vedlegg 3

Boksplot som viser variasjon i beregning av luseindusert dødelighet (%) mellom vassdrag innen produksjonsområder, og hvordan dødeligheten påvirkes av endringer av parametere som styrer forskjellige prosesser i risikomodellen. Basal modell viser variasjonen mellom vassdrag for forventet og verste scenario uten endring av parametere i risikomodellen. Lav og høy progresjon tilsvarer svømmehastigheter på 4.25 cm s⁻¹ og 12.75 cm s⁻¹; lav og høy dødelighet representerer tilnærmet halvering og dobling av sannsynlighet for dødelighet relatert til lusesmitte; forsert og forsinket representer utvandring 2 og 4 uker før eller etter utvandring i basal modell.

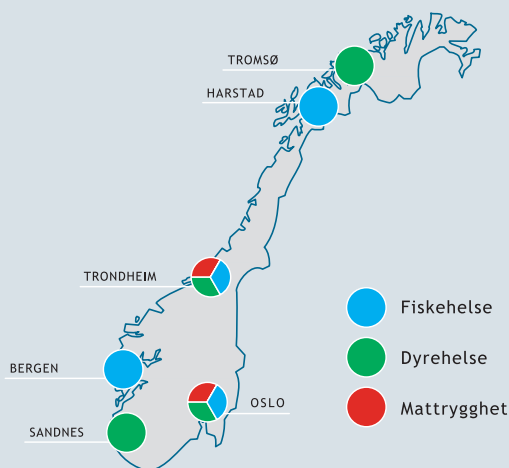
<https://www.vetinst.no/rapporter-og-publikasjoner/rapporter/2017/risikomodel-for-quantifisering-av-luseindusert-dodelighet-pa-villaks/vedlegg-til-rapport-23-2017>

Faglig ambisiøs, fremtidsrettet og samspillende - for én helse!

Veterinærinstituttet er et nasjonalt forskningsinstitutt innen dyrehelse, fiskehelse, mattrygghet og fôrhygiene med uavhengig kunnskapsutvikling til myndighetene som primæroppgave.

Beredskap, diagnostikk, overvåking, referansefunksjoner, rådgivning og risikovurderinger er de viktigste virksomhetsområdene. Produkter og tjenester er resultater og rapporter fra forskning, analyser og diagnostikk, og utredninger og råd innen virksomhetsområdene. Veterinærinstituttet samarbeider med en rekke institusjoner i inn- og utland.

Veterinærinstituttet har hovedlaboratorium og administrasjon i Oslo, og regionale laboratorier i Sandnes, Bergen, Trondheim, Harstad og Tromsø.



Fiskehelse



Dyrehelse



Mattrygghet



Oslo
postmottak@vetinst.no

Trondheim
vit@vetinst.no

Sandnes
vis@vetinst.no

Bergen
post.vib@vetinst.no

Harstad
vih@vetinst.no

Tromsø
vitr@vetinst.no

www.vetinst.no



Veterinærinstituttet
Norwegian Veterinary Institute

Rapport

Modellering av smittepress i produksjonsområde 5, 6 og 7.

[Sub Title]

Forfatter(e)

Ingrid H. Ellingsen

Øyvind Knutsen og Lionel Eisenhauer



Virvel i Trondheimsfjorden, foto: Ingrid Ellingsen

Postadresse:

Rapport

Foretaksregister:

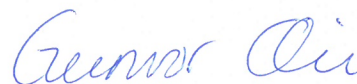
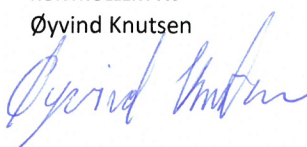
Modellering av smittepress i produksjonsområde 5, 6 og 7.

[Sub Title]

RAPPORTNR
OC2017 A-194**VERSJON**
[Version]**DATO**
2017-09-12**EMNEORD:**
[Keywords]**FORFATTER(E)**
Ingrid H. Ellingsen
Øyvind Knutsen og Lionel Eisenhauer**OPPDRAGSGIVER(E)**
Havforskningsinstituttet**OPPDRAGSGIVERS REF.**
Ørjan Karlsen**ANTALL SIDER OG VEDLEGG:**
18**GRADERING**
Unrestricted**GRADERING DENNE SIDE**
Unrestricted**ISBN**

SAMMENDRAG

Modellsystemet SINMOD (www.sinmod.com) inkluderer dynamisk modell for pelagisk utvikling av lakselus og modell for utvandring av postsmolt. Modellsystemet er brukt og resultatene analysert for å se på spredning av lus og for å estimere påvirkningen dette kan ha på de ville populasjonsbestandene for laks i produksjonsområdene PO5 til PO7 for 2016 og 2017.

**UTARBEIDET AV**
Ingrid H. Ellingsen**KONTROLLERT AV**
Øyvind Knutsen**GODKJENT AV**
Gunvor Øie**PROSJEKTNR**
[Project Number]**RAPPORTNR**
OC2017 A-194**VERSJON**
[Version]

Side 1 av 17

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
Skriv versjonsnr	Velg dato	[Tekst]

Innholdsfortegnelse

1	Oppsummering	4
2	Metoder.....	4
2.1	Modelloppsett og input data for simuleringene	4
2.2	Populasjonsmodell for lus	4
2.3	Modell for utvandring av smolt og påslag av lus	7
2.4	Resultater og diskusjon	8
2.4.1	Produksjonsområde 5, Stadt til Hustadvika	10
2.4.2	Produksjonsområde 6 Nordmøre og Sør-Trøndelag	12
2.4.3	Produksjonsområde 7 Nord-Trøndelag med Bindal	15
2.4.4	Usikkerhet i beregningene.....	16
2.5	Referanser	17

BILAG/VEDLEGG

[Skriv inn ønsket bilag/vedlegg]

1 Oppsummering

Modellsystemet SINMOD (www.sinmod.com) inkluderer dynamisk modell for pelagisk utvikling av lakselus og modell for utvandring av postsmolt. Modellsystemet er brukt og resultatene analysert for å se på spredning av lus og for å estimere påvirkningen dette kan ha på de ville populasjonsbestandene for laks i produksjonsområdene PO5 til PO7 for 2016 og 2017.

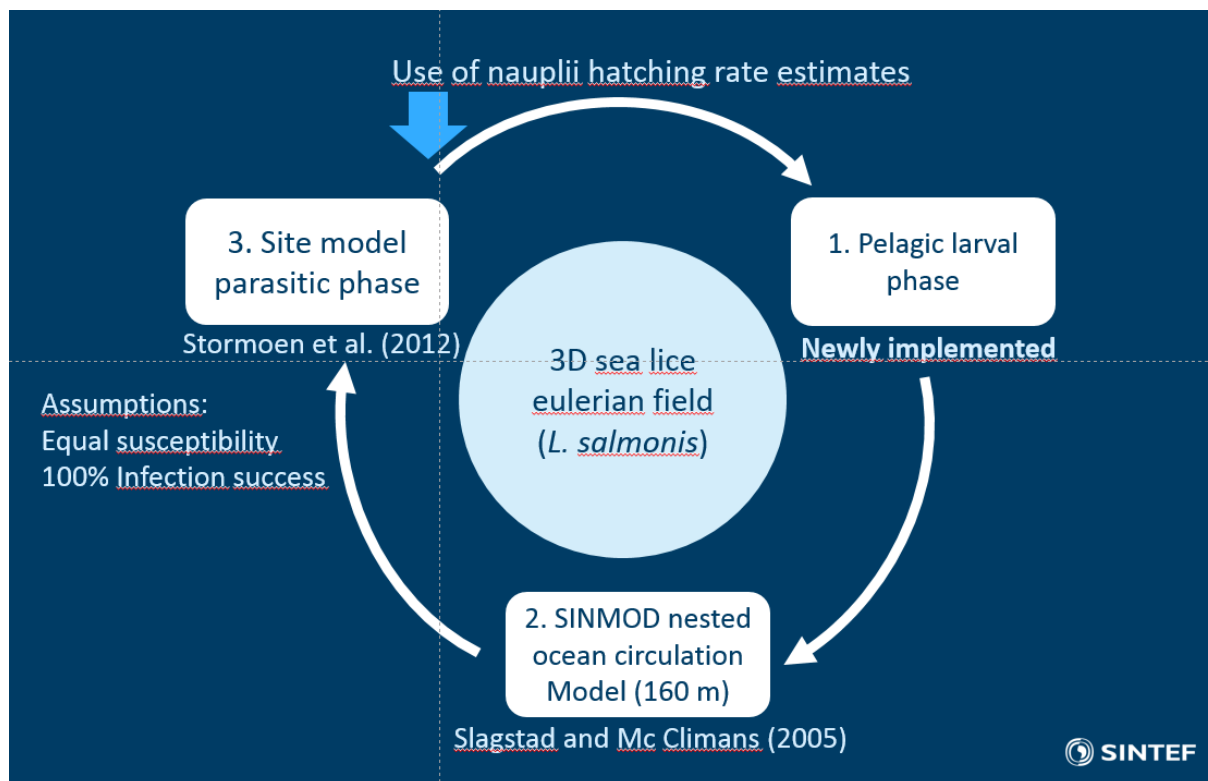
2 Metoder

2.1 Modelloppsett og input data for simuleringene

I dette arbeidet er det brukt resultat fra modelloppsett med 800m horisontal oppløsning for hele Midt-Norge og 160m oppløsning i to modelloppsett for Romsdalsfjorden og Trondheimsfjorden. Grensebetingelser til 800m modellen er hentet fra NorKyst800 og atmosfæriske data fra met.no (AROME). Det hydrodynamiske modelloppsettet for Romsdalsfjorden og Trondheimsfjorden har 45 vertikale z-lag med en økende tykkelse mot havbunnen. Ferskvannsavrenning som påvirker ferskvannslaget og sirkulasjonen på overflaten i fjordsystemet spesifiseres av data fra de ulike vassdragene (data fra NVE). Inputdata (klekkede nauplier av lakselus) for å beregne spredning av lakselus fra oppdrettslokaliteter baseres på databasen til den nasjonale overvåkingsplanen for lakselus (data fra HI, Anne Sandvik pers. komm.). Input dataene oppdateres hver time ut fra en lineær interpolering fra ukentlige tellinger. Posisjonen til oppdrettslokalitetene er årsspesifikk. Lusefelt fra 800m modellen brukes for å spesifisere grensebetingelser til 160m modell.

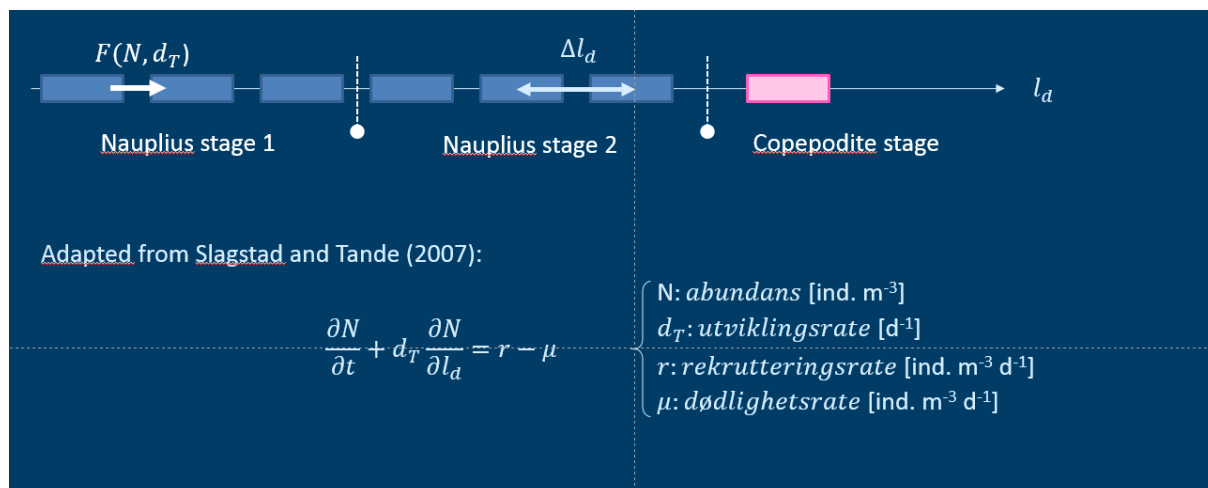
2.2 Populasjonsmodell for lus

Et romlig fordelt oppsett av en strukturert populasjonsmodell (Figur 1) for den pelagiske delen av livssyklusen til lakselus har blitt koblet til SINMOD (Figur 2) Lusemodellen beregner tetthet av nauplii stadiene (I og II) og smittestadiet som en funksjon av rekruttering (eggproduksjon/klekkende nauplii), temperaturavhengig utviklingstid og en konstant dødelighetsrate (Stien et al. 2005). Koblingen baseres på en eulersk tilnærming, dvs. at den simulerte lusetettheten i hver gridcelle er konsentrasjonsbasert, og beregnes som et kontinuerlig 3D-felt i modellområdet. Det tas hensyn til lusens adferd i vannsøylen ved å beregne aktiv vertikal vandring i lakselusmodellen; lusefeltet vandrer opp mot overflaten der det har kommet for dypt pga. vertikale blandingsprosesser, virvling og frontdynamikker. Lusefeltet vandrer nedover når det utsettes for lav saltholdighet (under 20).

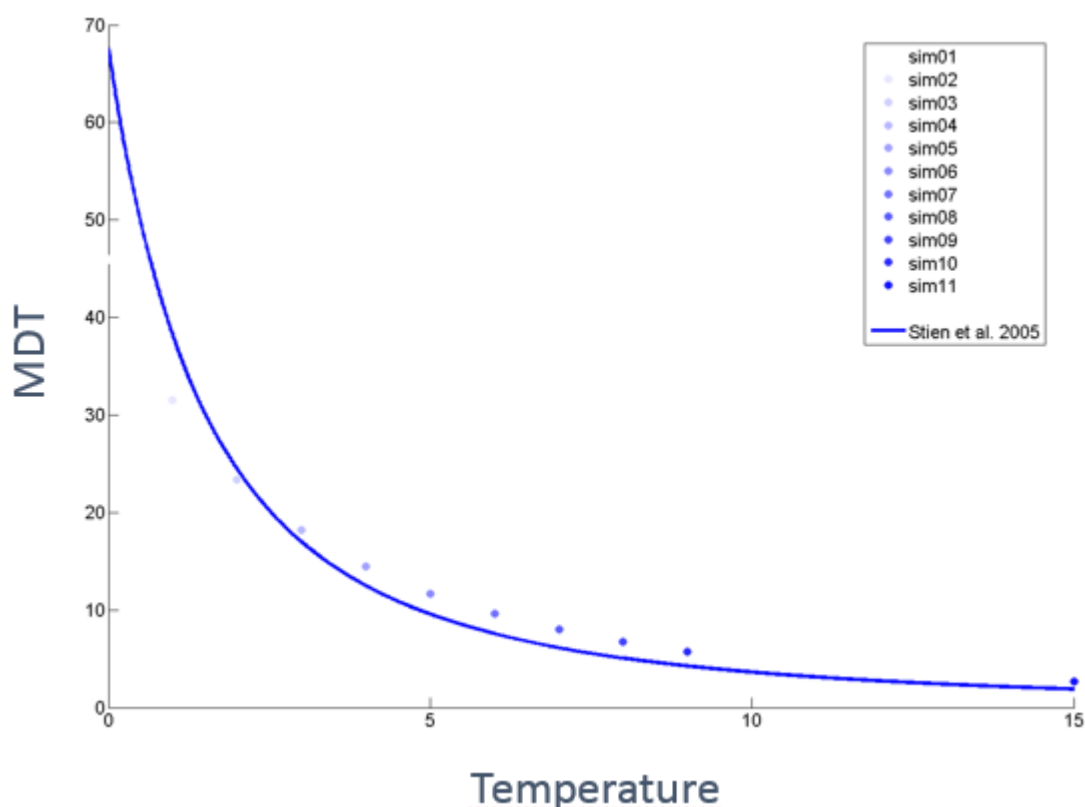


Figur 1 konseptuelt diagram av lakselusmodellen innenfor modellsystemet SINMOD. Oppsettet består av tre moduler: havmodellen (2), den parasittiske livsfasen til lakselus (3) og den frittlevende planktoniske fasen (1) som er fokuset i denne rapporten.

Den partielle differensialligningen (Figur 2) representerer dynamikken til en strukturert populasjonsmodell for *L. salmonis* som baseres på en normalisert utviklingsdimensjon (l_d) etter samme prinsippet som ble anvendt for den stadiefordelte *Calanus*-modellen i SINMOD (Slagstad and Tande, 2007; Alver et al. 2016). Utviklingsraten d_T beregnes som den omvendte funksjonen av utviklingstid (Wroblewski, 1980) mot temperatur, basert på eksperimentelle forsøksdata (Stien, 2005). Diagrammet øverst på Figur 2 viser fram den numeriske diskretiseringen av utviklingsdimensjonen (l_d) hvor utviklingsinkrementer vises som små firkanter. Hvert utviklingsstadium dannes av flere utviklingsinkrementer. For å redusere numerisk diffusjon og samtidig kunne redusere antall av inkrementer, et kjent fenomen knyttet til numerisk diskretisering, implementeres det en "flux limiter" funksjon av typen superbee (Roe, 1986). Figur 3 viser den modellerte ontogenetiske utviklingstiden for 1 grad Celsius intervaller mellom 0-15 °C fra egg til kopepodittstadiet, sammenliknet med funksjonen basert på observert utvikling (Stien et al., 2005). Modellen reproducerer målte verdier innenfor den målte variabiliteten.



Figur 2 Den partielle differensialligningen representerer dynamisk abundans (N) til en strukturert populasjonsmodell som baseres på en normalisert utviklingsdimensjonen (l_d). Skjemaet øverst viser fram den numeriske diskretiseringen av utviklingsdimensjonen (l_d).



Figur 3 Sammenligning mellom den målte ontogenetiske utviklingstiden (MDT, antall dager) mot temperatur (°C; Stien et al., 2005) og den simulerte utviklingstiden (blå punkter).

2.3 Modell for utvandring av smolt og påslag av lus

I prosjektet SALMODIS ble det utviklet en postsmoltmodell for utvandring av postsmolt fra elvene Rauma, Eira og Oselva i Romsdalsfjorden. Utvandringen modelleres ved at postsmolten holder seg i de øvre 4 m av vannsøylen (Bengt Finstad, personlig kommunikasjon). Videre er postsmolten gitt en svømmehastighet rettet med strømretningen. Tidligere simuleringer fra Eirefjorden har vist at modellert postsmolt har en for rask utvandring i første del av fjorden. Vi har derfor implementert en svømmeatferd mot strømmen i 24 timer etter at postsmolten slippes ut i modellen. Dette er for å tilpasse modellen til den observerte adferden der postsmolten bruker litt tid på å svømme ut fra den innerste delen av fjorden (Finstad et al. 2005). Vi finner at denne metoden gir en god tilpasning til de observerte data for Eira, der Finstad et al. (2005) får en gjennomsnittlig utvandringstid fra fjordsystemet på 240 timer, får vi en median utvandringstid på 249 timer.

Modellen er nå videre utvidet til å inkludere postpostsmoltvandring fra 15 vassdrag i Romsdalsfjorden og 24 vassdrag i Trondheimsfjorden. Utvandring av postsmolt er antatt å være jevn i hele utvandringsperioden (8 virtuelle smolt per time). Det vil naturlig være variasjoner i utvandringen gjennom sesongen og mellom år, men det er ikke tilstrekkelige data tilgjengelig til å sette opp gode modeller for utvandringsforløp. Påslag (smittepress) av lus beregnes for hver time ut i fra et eksponeringsvolum og konsentrasjonen av smittsomme kopepoditter ($Kop\ m^{-3}$) i de gridcellene smoltene befinner seg i. Eksponeringsvolumet beregnes ut fra en bestemt radius og avstanden en virtuell smolt tilbakelegger i løpet av en time ved å svømme med en bestemt hastighet (likning 1).

Denne tilnærmingen er den samme som HI bruker i Appendix VI. Vi har også valgt å bruke samme parametre. Radiusen, som er den avstanden man kan anta at lusen kan oppdage og sette seg på postsmolten, er satt til 3 cm. Svømmehastigheten til smolten er $20\ cm\ s^{-1}$.

Sannsynlighet for påslag av lusen, f_s , er satt til 32% (se Appendix VI for detaljer).

$$1. \quad P = \sum_{t=1}^{t=T} Kop \cdot V \cdot f_s, \quad V = Swim * \pi * r^2, \quad P = \text{påslag i antall lus per fisk.}$$

Antall lus per postsmolt (20g) integreres over tidsrommet de oppholder seg i det respektive fjordsystem. Før det beregnes dødelighet antas det videre 40% dødelighet for faststittende lus på smolten. Videre beregnes % dødelighet for hver bestand ut fra tabell 1 (Taranger et al., 2014).

Tabell 1. Estimert dødelighet av smolt som følge av lusepåslag.

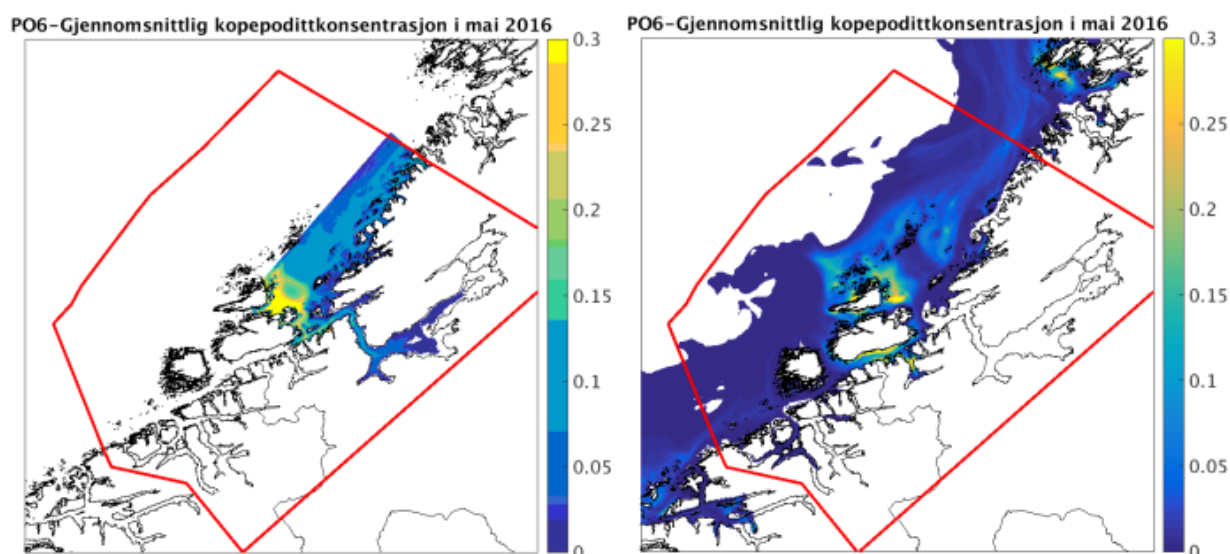
Antall lus per smolt (20g) Estimert risiko for dødelighet

<i>Mindre enn 2 lus</i>	0 %
<i>Mellom 2 og 4 lus</i>	20%
<i>Mellom 4 og 6 lus</i>	50%
<i>Mer enn 6 lus</i>	100%

2.4 Resultater og diskusjon

I resultatene fra produksjonsområde 5 til og med 7 vises fordeling av smittsomme kopeditter i mai. I tillegg vises estimert påslag for mai måned for hver modellrute. Dette gir et bilde av smittepresset som er vanskelig å lese ut fra middelerverdier og kan tolkes som det påslaget en smolt ville fått dersom den oppholdt seg i modellruten i tidsrommet. Videre vises tidsutvikling av totalt antall smolt innenfor de enkelte produksjonsområder. For PO5 og 6 vises resultat av beregnede dødelighet på utvandrende smolt fra Romsdalsfjorden og Trondheimsfjorden. Påslagene er beregnet ut fra simulerte kopepodittfelt fra modellen med 800 m oppløsning. Det er også brukt høyere oppløsning i Romsdalsfjorden og Trondheimsfjorden. Sammenligning av simulerte felt med modeller med ulik oppløsning viser at oppløsning kan ha store regionale effekter. For eksempel er det simulert større transport av smittsomme kopepoditter inn i Trondheimsfjorden i 160 m-modellen enn det som er simulert med 800 m-modellen (se Figur 4). Vi har også beregnet påslag av lus på smolt ut fra 160 m-modellen. Høyere oppløsning gir bedre representasjon av fronter og virvler, og gir derfor også en mer flekkvis fordeling. Dette gir enkelte steder høye konsentrasjoner som smolten utsettes for og som ikke er tilstrekkelig oppløst i modell med 800m oppløsning. Resultatet blir betydelig høyere estimert dødelighet som følge av lusepåslag. Dette illustrerer de store usikkerhetene knyttet til estimering av påslag av lus. Det viser også at man må se på modeller med høy oppløsning i det videre arbeidet.

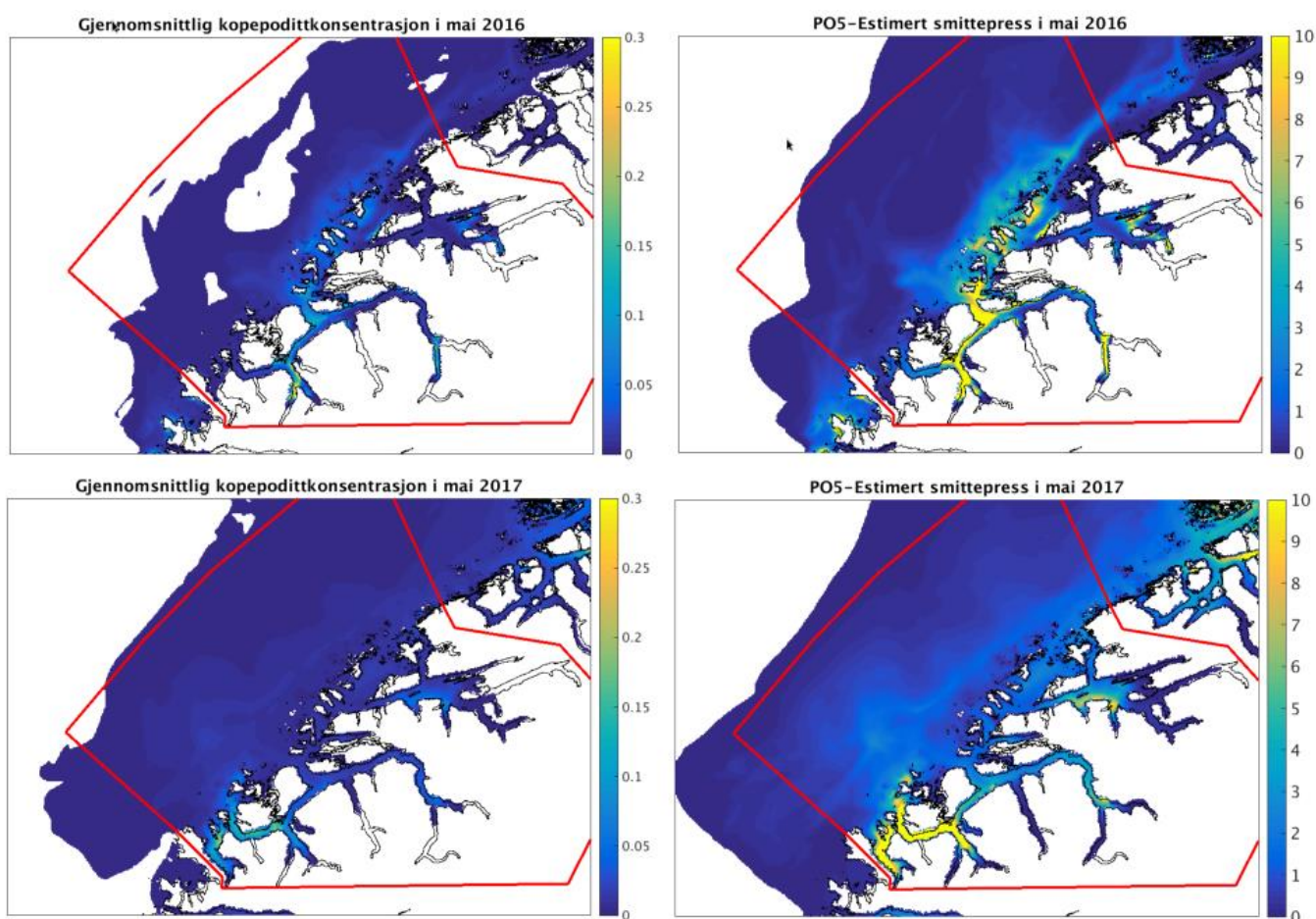
Parameterne i ligning 1. som er valgt, er de samme som brukes i Appendix IV basert på 800 m modellgrid, og for å få mest mulig konsistente resultater brukes derfor også kopepodittfelt fra 800 m-modellen i estimatene for dødelighet som følge av lusepåslag.



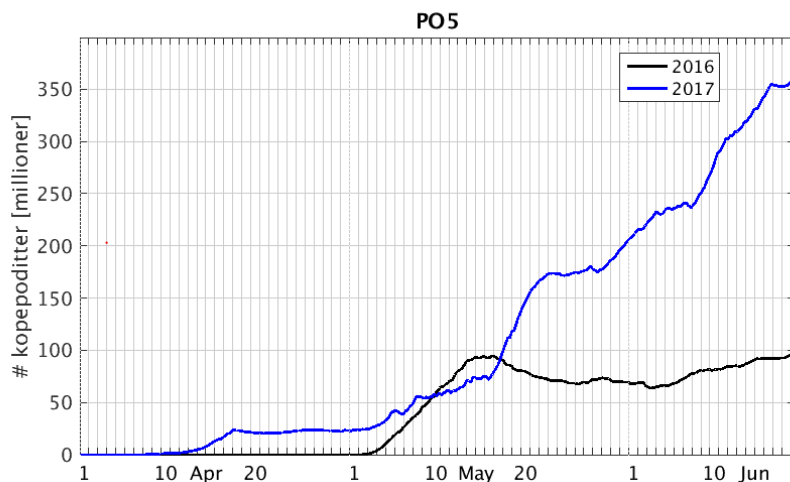
Figur 4 Gjennomsnittlig kopepodittkonsentrasjon for mai 2016 beregnet fra resultater fra 160 m-modell til venstre og 800 m-modell til høyre. Feltets utstrekning avgrenses iht. minimum lusekonsentrasjonen ($0.0001 \text{ \# lus m}^{-2}$ for 800m modell. For 160m dekkers hele modellområdet av lusekonsentrasjoner over minimumsgrensen. Merk at Trondheimsfjorden er hvit i figuren til høyre, som betyr at smittsomme kopepoditter ikke ble transportert inn dit i simuleringen med 800m oppløsning. Det er en signifikant forskjell til simuleringen med 160 m oppløsning.

2.4.1 Produksjonsområde 5, Stadt til Hustadvika

Kart over estimert potensielt lusepåslag i PO5 viser moderate til høye estimat (over 4 lus per smolt) over store deler av området i begge år (Figur 5). Lusekonsentrasjonen er spesielt høy i enkelte områder og smittepresseestimatene resulterer i verdier over 10 lus per smolt. Disse kartene representerer ikke estimat av reelle påslag, men gir et geografisk bilde av potensielt smittepress. Det er noe forskjell i tidsuviklingen av totalt antall kopepoditter innenfor PO 5 i mai og juni (hovedperioden for utvandring av smolt). I 2017 øker antall kopepoditter fra midten av april og holder seg på et jevnt nivå frem til en kraftig økning i mai som fortsetter utover juni. I 2016 økes antallet kopepoditter i PO5 fra begynnelsen til midten av mai og holdes deretter på et nokså stabilt nivå utover i juni. Beregnet dødelighet på virtuell smolt ligger under 11% for 2016 og 2017 for bestander fra 15 elver i Romsdalsfjorden (Tabell 2). Dødeligheten for de ulike bestandene varierer noe mellom årene.



Figur 5 Resultater for 2016 (øverst) og 2017 (nederst). Panelene til venstre viser månedsgjennomsnitt av kopepodittkonsentrasjon i vannmassene ($\#$ kopepoditt m^{-2}). I panelene til høyre er det beregnet teoretisk påslag av lus på smolt i perioden innenfor for hver modellrute. Feltets utstrekning avgrenses iht. minimum lusekonsentrasjonen ($0.0001 \#$ lus m^{-2}).



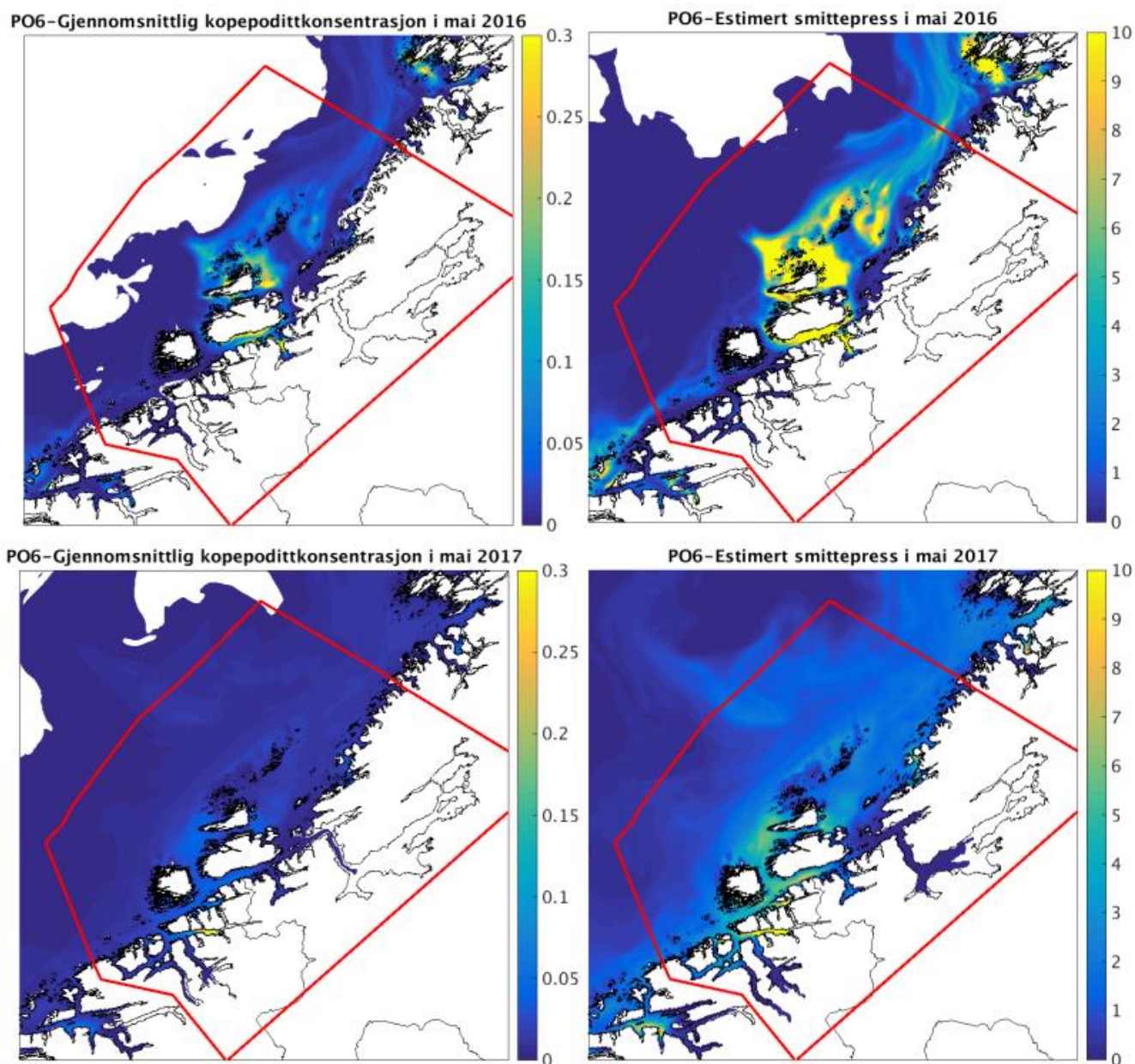
Figur 6 Tidsutvikling av totalt antall kopepoditter innenfor PO 5 i 2016 og 2017.

Tabell 2 Estimert dødelighet (i %) og medianen for påslag av lus på de enkelte bestandene fra de ulike vassdragene i Romdalsfjorden som følge av lusepåslag på utvandrende smolt i 2016 og 2017. Resultatene er kun veiledende ettersom det er store usikkerheter knyttet til metoden. Se for øvrig tekst for diskusjon.

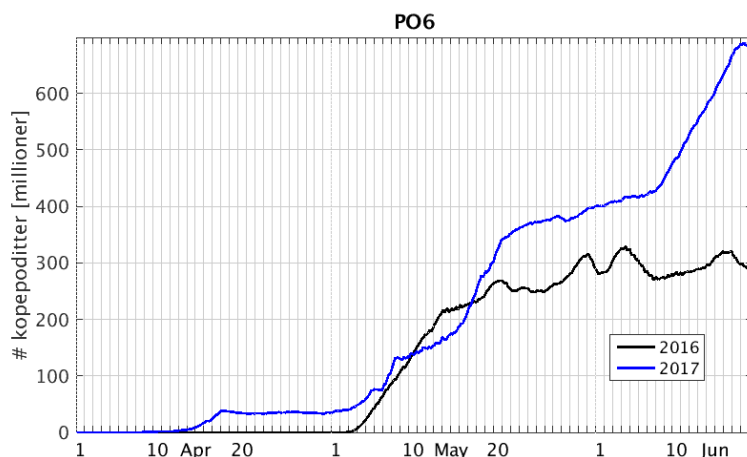
	2016		2017	
	Est. dødelighet	Median #lus	Est. dødelighet	Median #lus
Storelva	6	0.7	4	0.3
Skorgelva	5	1.3	11	0.8
Tressa	5	1.2	11	0.8
Mana	7	0.7	6	0.5
Innfjordselva	7	0.7	6	0.1
Isavassdraget	8	0.9	6	0.1
Rauma	7	0.9	6	0.1
Mittetelva	6	0.9	5	0.0
Visa	3	0.9	6	0.0
Eira	3	0.9	8	0.9
Roa	9	0.8	7	0.9
Olteraa	7	0.5	7	0.3
Oppdølselva	8	0.6	7	0.5
Osenassdraget	7	0.5	6	0.2
Sylteelva	3	0.1	1	0.1

2.4.2 Produksjonsområde 6 Nordmøre og Sør-Trøndelag

Kart over smittepress viser stor forskjell i potensielle lusepåslag mellom 2016 og 2017 i PO 6 (Figur 7). Høye estimat for potensielle påslag (over 10 lus per smolt) er simulert for områdene rundt Hitra og Frøya og nordover i Frohavet i 2016. Smittepresset er størst lengre sør i 2017, men med reduserte estimat (under 5 lus per smolt over hele området). Utbredelsen av smittepresset er større i 2017 enn i 2016. En mulig årsak kan være stor vindindusert blanding og spredning av lusefeltet i 2017, men det har ikke vært tid til å se på dette i mer detalj. Beregnet dødelighet på virtuell smolt ligger under 9 % for 2016 og 2017 for smolt fra 24 elver i Trondheimsfjorden (Tabell 3). Det er noe forskjell i beregnet smittepress mellom bestandene. Smolten som vandrer fra de innerste elvene vil bruke lengre tid ut fjorden, men har liten betydning ettersom 800 m modellen ikke gir lusespredning innover Trondheimsfjorden og som derfor kan være en viktig usikkerhetsfaktor. Tidsutvikling av totalt antall kopepoditter innenfor PO 6 er vist i Figur 8 og viser i grove trekk samme utvikling som beskrevet for PO5.



Figur 7 Resultater for 2016 (øverst) og 2017 (nederst). Panelene til venstre viser månedsgjennomsnitt av kopepodittkonsentrasjon i vannmassene ($\#$ kopepoditt m^{-2}). I panelene til høyre er det beregnet teoretisk påslag av lus på smolt i perioden innenfor for hver modellrute. Feltets utstrekning avgrenses iht. minimum lusekonsentrasjonen ($0.0001 \#$ lus m^{-2}).



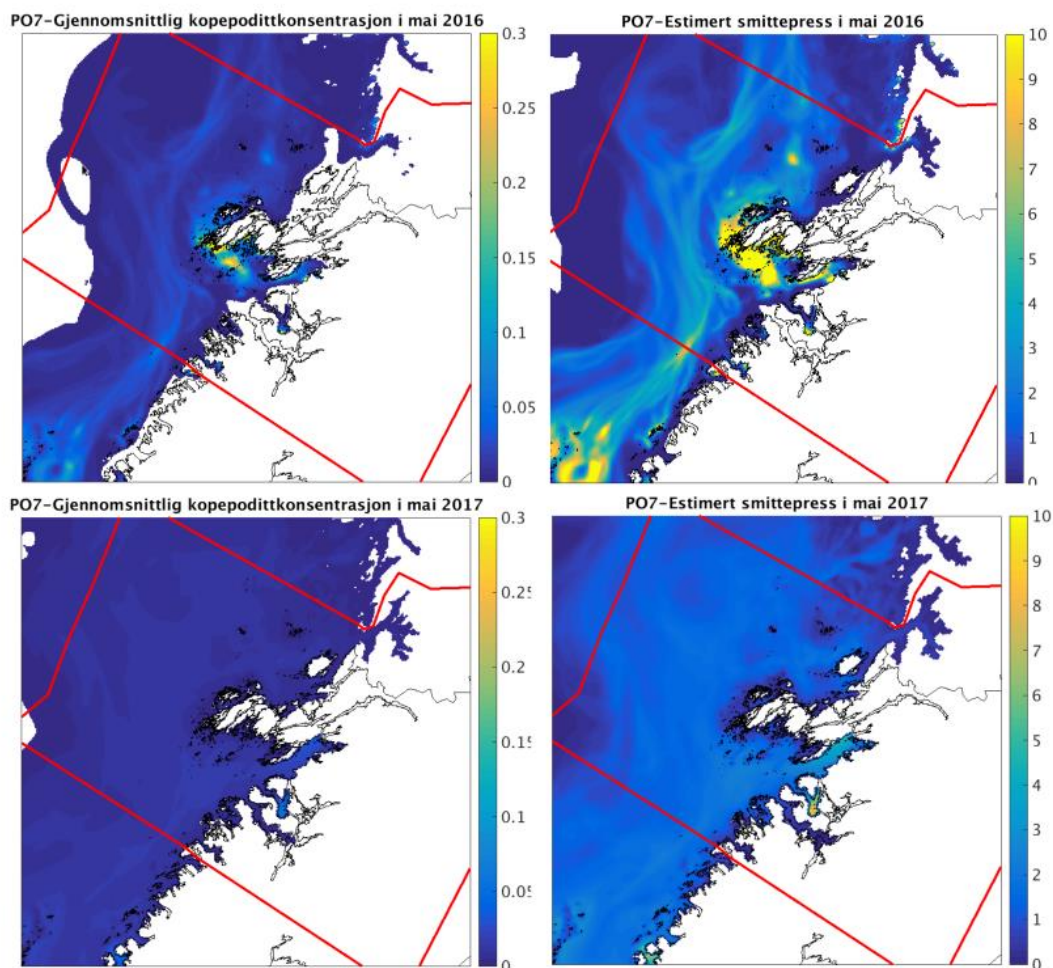
Figur 8 Tidsutvikling av totalt antall kopepoditter innenfor PO 6 i 2016 og 2017.

Tabell 3 Estimert dødelighet (i %) og medianen for påslag av lus på de enkelte bestandene fra de ulike vassdragene i Trondheimsfjorden som følge av lusepåslag på utvandrende smolt i 2016 og 2017. Resultatene er kun veiledende ettersom det er store usikkerheter knyttet til metoden. Se for øvrig tekst for diskusjon.

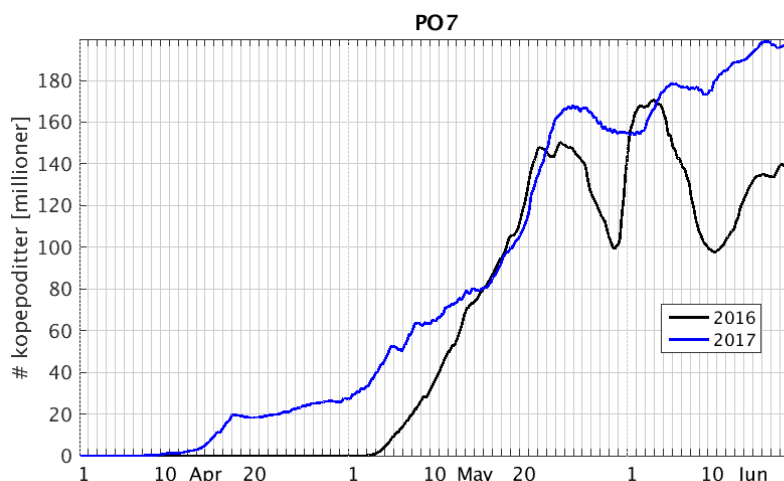
	2016		2017	
	Est. dødlighet	Median #lus	Est. dødlighet	Median #lus
Orkla	4	0.2	1	0.3
Gaula	3	0.2	1	0.3
Nidelvassdraget	3	0.2	1	0.3
Stjordalsvassdraget	1	0.0	2	0.0
Verdalsvassdraget	2	0.0	2	0.0
Steinkjerelva	0	0.0	1	0.0
Lakselva	0	0.0	0	0.0
Fremstadelva	9	0.9	2	0.2
Stordalselva	6	0.6	3	0.6
Lena	7	0.6	2	0.3
Skjenaldelva	4	0.2	1	0.2
Vigda	5	0.2	1	0.2
Homla	5	0.1	1	0.2
Levangervassdraget	0	0.0	0	0.0
Figga	2	0.0	1	0.1
Follavassdraget	2	0.0	1	0.0
Tangstadelva	0	0.0	0	0.0
Mossa	4	0.0	1	0.1
Prestelva	4	0.3	1	0.2
Hasselvassdraget	5	0.6	1	0.3
Skaudalsvassdraget	4	0.5	2	0.6
Osaelva	2	0.3	1	0.4
Nordelva	3	0.4	1	0.6
Brekkelva	0	0.0	0	0.0

2.4.3 Produksjonsområde 7 Nord-Trøndelag med Bindal

Smittekart viser stor forskjell i estimerte potensielle lusepåslag mellom 2016 og 2017. Høye verdier (over 10 lus per smolt) i områdene sør for Vikna i 2016, og større områder med estimerte potensielle påslag med verdier fra 4 til 6 smolt per fisk i den nordgående kyststrømmen. I 2016 er det stor utstrekning av smittepresset, men med lave estimerte potensielle påslag (mindre enn 2 lus per smolt). Som beskrevet for PO 6 er feltet med lusekopepoditter større men med lave konsentrasjoner. Tidsutviklingen (Figur 9) viser også samme utvikling som beskrevet for området 5 og 6 for 2016 og 2017 i mat. I juni derimot viser modellen noen fluktuasjoner i antall kopepoditter i PO7 som kan skyldes svingninger av deler av kyststrømmen inn og ut av området. Det har ikke vært tid til å beregne påslag på smolt fra elver fra PO7.



Figur 9 Resultater for 2016 (øverst) og 2017 (nederst). Panelene til venstre viser månedsgjennomsnitt av kopepodittkonsentrasjon i vannmassene ($\#$ kopepoditt m^{-2}). I panelene til høyre er det beregnet teoretisk påslag av lus på smolt i perioden innenfor for hver modellrute. Feltets utstrekning avgrenses iht. minimum lusekonsentrasjonen ($0.0001 \#$ lus m^{-2}).



Figur 10 Tidsutvikling av totalt antall kopepoditter innenfor PO 7 i 2016 og 2017.

2.4.4 Usikkerhet i beregningene

SINMOD er et veletablert modellsystem for biologiske og hydrodynamiske prosesser (se www.sintef.no/SINMOD for mer informasjon). Populasjonsmodellen for lus følger samme rammeverk som utviklet for andre biologiske arter (Alver et al., 2016). Utfordringen er å få gode vurderinger av modellerte konsentrasjoner mot observasjoner. For eksempel er både kildeleddet og dødelighet to store usikkerhetsfaktorer som påvirker modellresultatene. Innledende sammenligninger med burdata gir en pekepinn mot at modellen gir realistiske nivåer, men det er behov for flere observasjoner. SINMOD er i tillegg kjørt med ulik oppløsning. Modellresultatene viser seg å være sensitive til oppløsning i enkelte områder (Se Appendix VIII).

Usikkerheten øker når man bruker simulert lusefelt for å videre beregne påslag av lus og ta dette videre til dødelighet. Smoltutvandringen modelleres i SINMOD ved å la fisken svømme med strømmen. Det har gitt en realistisk oppholdstid for smolten i fjorden ut i fra sammenligning med målinger fra ett vassdrag. Det viser at metoden er lovende. Oppholdstid og utvandringstid har mye å si for smitterisikoen, og det er derfor usikkerhet knyttet til resultatene fra smoltmodellen.

2.5 Referanser

Alver, M. O., et al. (2016). "Validation of an Eulerian population model for the marine copepod *Calanus finmarchicus* in the Norwegian Sea." Journal of marine systems **160**: 81-93.

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

Karlsen, Ø., Finstad, B., Ugedal, O., Svåsand, T. 2016. Kunnskapsstatus som grunnlag for kapasitetsjustering innen produksjonsområder basert på lakselus som indikator. Rapport fra Havforskningen, Nr. 14-2016, 139 s.

Roe, P.L. (1986), "Characteristic-based schemes for the Euler equations", *Annu. Rev. Fluid Mech.*, **18**: 337–365, [Bibcode:1986AnRFM..18..337R](#), [doi:10.1146/annurev.fl.18.010186.002005](#)

Slagstad, D. and K. S. Tande (2007). "Structure and resilience of overwintering habitats of *Calanus finmarchicus* in the Eastern Norwegian Sea." Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography **54**(23-26): 2702-2715.

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

Taranger GL, Karlsen Ø, Bannister RJ, Glover KA, Husa V, Karlsbakk E, Kvamme BO, Boxaspen KK, Bjørn PA, Finstad B (2014) Risk assessment of the environmental impact of Norwegian Atlantic salmon farming. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*:fsu132.

Wroblewski, J. S. (1980). "A simulation of the distribution of *Acartia clausi* during Oregon Upwelling, August 1973 " Journal of Plankton Research **2**(1): 43-68.

Appendiks 9: Fangst og gjenfangst av laks i områder med og uten fiskeoppdrett på Vestlandet i perioden 1992-2015.

Harald Sægrov

Rådgivende Biologer AS

Oppsummering

Det er her beregnet fangst i sjø og elv av smoltårsklassene fra 1992-2015 i 13 elver i 5 produksjonssoner for fiskeoppdrett på Vestlandet, der 3 elver på Jæren ligger i et område uten fiskeoppdrett og blir regnet som en upåvirket referanse. Beregningsgrunnlaget er offisiell fangststatistikk som ved hjelp av skjellanalyser er korrigert for innslag av rømt oppdrettslaks, forandringer i sjøalderfordeling og forandringer i fangstfordeling i sjø og elv. Beregnet gjenfangst er basert på en antakelse om at bærenivået for produksjon av laksesmolt har blitt nådd i alle elvene og år. Analysen indikerer høyere dødelighet for laksebestander i alle produksjonssonene sammenlignet med bestandene på Jæren midt på 1990-tallet, og størst dødelighet i 1997. Etter 1998 er det en tendens til høyere dødelighet i sone 3 (Hardangerfjorden og Bjørnefjorden) for flere smoltårsklasser. Dette er en tilnærming med betydelig usikkerhet, og usikkerheten er størst for anslått bærenivå for smoltproduksjon i de enkelte elvene og at dette er nådd alle år. Det er også betydelig usikkerhet knyttet til hvordan beskatningen er fordelt i sjø og elv for de enkelte bestandene. Registreringene utgjør opptil og over 50 % av totalt antall laks i disse bestandene som har overlevd oppholdet i havet, inkludert påslag av lakselus.

Introduksjon

Den naturlige dødeligheten er høy for laks i havet, og de fleste laksesmoltene som vandrer ut i sjøen dør før de når tilbake til kysten som voksen laks. Dødeligheten varierer fra årsklasse til årsklasse, og de siste 10 årene er dødeligheten for laks fra Imsa i Rogaland beregnet til rundt 95 %, og enda høyere for enkelte smoltårsklasser (Anon 2016a). På 1970-tallet og utover 1980-tallet var dødeligheten betydelig lavere for laks fra Imsa og Figgjo på Jæren og North Esk i Skottland og fra Imsa (Jonsson og Jonsson 2011, Friedland mfl. 2000). Det er påvist en nær sammenheng mellom laksens overlevelse og tilvekst det første året i havet og det er sannsynlig at begrenset tilgang på føde er en avgjørende faktor (Friedland mfl. 2000). I den tidlige sjøfasen er trolig predasjon fra fugl og større fisk den ultimate dødsårsaken og predatorer antas å forårsake stor dødelighet under vandringen fra elven til kysten. I denne tidlige fasen kan også lakselus være en betydelig dødelighetsfaktor (Skilbrei mfl. 2013, Vollset mfl. 2015).

Lakselusindusert dødelighet. I overvåkingsprogrammet av lakselus blir det registrert infestasjon av lakselus på laksesmolt i bur og i trålfangster. Utfra forsøk er det beregnet hvor mange lus en laksesmolt av en gitt størrelse kan ha på seg for at den skal dø av denne påkjenningen eller få subletale effekter. Det er antatt at mesteparten av lakselusen i fjordene kommer fra oppdrettsanlegg, og egg og larver av lakselus spres fra anleggene med strømmen. Antall lakselus i ulike stadier på oppdrettslaksen blir talt jevnlig, og ved hjelp av strømmodeller og registrert temperatur blir det beregnet tetthet av infektive stadier av lakselus i alle områder der det er lakseoppdrett (Nilsen mfl. 2017). Utfra dette er det beregnet infestasjon av lakselus på virtuell laksesmolt og medfølgende dødelighet utfra anslag for vandringsruter og antall og tid for smoltutvandring fra alle lakseelvene. Denne lakselusinduserte dødeligheten kan ikke overføres til dødelighet på bestandsnivå for laks fordi en ikke vet om laksesmolten som blir infisert ville dødd av andre årsaker og eventuelt når.

Lakselusdødelighet på bestandsnivå, felteksperimenter. Felteksperimenter har dokumentert at i områder med mye fiskeoppdrett kan infestasjon av lakselus medføre forhøyet dødelighet på utvandrende

laksesmolt og som i neste omgang gjør at det kommer færre voksne laks tilbake enn fra grupper som var beskyttet mot infestasjon (Skilbrei mfl. 2013, Vollset mfl. 2015, Vollset mfl. 2016). Slike felteksperimenter har bare blitt gjennomført for et fåtall laksebestander og i de fleste produksjonsområder er dødelighet på bestandsnivå som er forårsaket av lakselusinfestasjon ukjent.

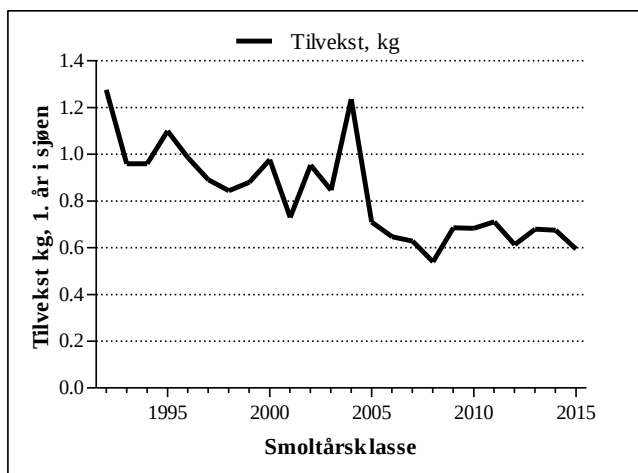
Dødelighet på bestandsnivå i områder med og uten fiskeoppdrett. En alternativ tilnærming til felteksperimenter er å bruke den offisielle fangststistikken til å beregne fangst og gjenfangst av laks i ulike produksjonsområder og sammenligne med fangst og gjenfangst for laksebestander i områder uten fiskeoppdrett. Det er antatt at laksebestandene på Jæren i Rogaland er lite eller ikke påvirket av lakselus siden det er lite oppdrettsaktivitet i området og det er heller ikke registrert høye infestasjoner av lakselus på villfisk i dette området (Kålås mfl. 2012). Bestandsutviklingen for laks fra Jærelvene kan dermed brukes som en upåvirket referanse til å synliggjøre lakselusrelatert dødelighet for laksebestandene mellom Jæren og Sunnmøre, et område med omfattende oppdrett av laks. Sammenligningen er basert på fangstdata (SSB) i enkeltelver og på fylkesnivå i sjøfisket fra perioden 1993-2016. Det er inkludert bestander i alle produksjonsområdene på Vestlandet, men det er bare et fåtall bestander å velge mellom i hvert område fordi mange elver har vært stengt for fiske. I andre områder er bestander i en gjenoppbyggingsfase etter forsøringsproblemer (sør og midt på Vestlandet), eller infestasjon av *Gyrodactylus salaris* med etterfølgende rotenonbehandling (midt og nord på Vestlandet). På tross av at det er et lavt antall bestander som kan brukes og store usikkerheter, kan denne tilnærmingen likevel gi et grunnlag for å sammenligne samlet dødelighet for laks i hele sjøfasen, og gi en grov indikasjon på om det er forhøyet dødelighet for laks i områder med mye fiskeoppdrett og mye lakselus på oppdrettslaksen i utvandringsperioden for vill laksesmolt.

Metode

Samlet fangst som voksen laks av en smoltårsklasse er beregnet separat for hver sjøaldergruppe for hver bestand. Det er korrigert for innslag av rømt oppdrettslaks basert på skjellanalyser der slike foreligger, og når ikke slike fins er det benyttet regionvise anslag som er oppgitt av Vitenskapelig råd for lakseforvaltning (Anon 2016b). En smoltårsklasse blir gjenfanget i sjøen eller elva etter å ha vært henholdsvis 1, 2 og 3 eller flere år ute i havet. Andelen i hver sjøaldergruppe varierer mellom bestander og et enkelt gen forklarer ca. 40 % av denne variasjonen (Barson mfl. 2015). For å beregne samlet fangst av en smoltårsklasse er fangsten av denne årsklassen summert over 3 år, eller i noen tilfelle 4 år.

Variasjon i tilvekst første år i havet. Friedland mfl. (2000) påviste en god sammenheng mellom overlevelse til laks og tilvekst det første året i havet for 1-sjøvinter laks fra Figgjo på Jæren og laks fra elva North-Esk i Skottland. Laksesmolt fra elver i Sør-Norge har en gjennomsnittslengde på 13 cm ved utvandring, og vekten er i underkant av 20 gram. Skjellanalyser av laks fanget i mange elver på Vestlandet i perioden 1999 til 2016 viser at 1-sjøvinterlaks fra de ulike elvene vokser like mye i løpet av det første året i sjøen, men også at tilveksten varierer mellom år (Urdal 2016 a,b,c).

Figur 1. Gjennomsnittlig tilvekst (kg) det første året i sjøen for 1-sjøvinter laks fra mange elver på Vestlandet av smoltårsklassene fra perioden 1998 til 2015, for smoltårsklassene fra 1992-1997 er det bare data fra en elv (Suldalslågen).



I perioden 1992 til 2004 varierte tilveksten det første året i havet mellom 0,75 og 1,3 kg, de fleste årene vokste laksene mellom 0,8 og 1,0 kg (**figur 1**). Etter 2005 har tilveksten vært tydelig dårligere og har variert mellom 0,6 og 0,7 kg. I den første perioden økte vekten med 45 ganger i løpet av den første vekstsesongen, i den siste perioden med ca. 30 ganger.

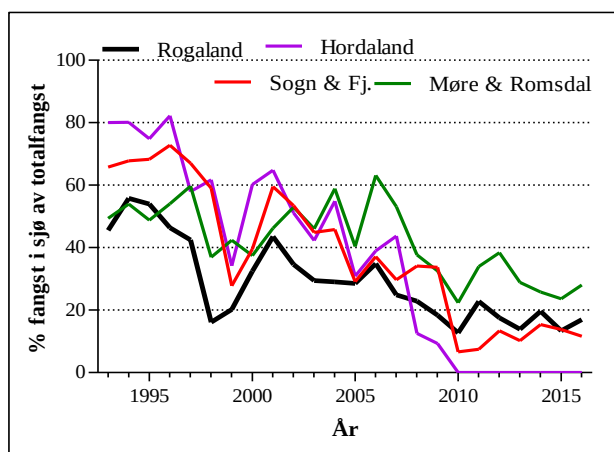
Korrigerer for variasjon i tilvekst og sjøalder. I den offisielle fangststatistikken (SSB) er laksefangsten delt i tre vektgrupper; < 3kg, 3-7 kg og > 7 kg. Frem til 2005 skilte disse vektkategoriene relativt godt mellom laks som hadde vært henholdsvis 1, 2 og 3 år eller mer i sjøen. Redusert vekst i sjøen etter 2005 medførte at en økende andel av laksen som hadde vært 2 år i sjøen var under 3 kg når den ble fanget. Tilsvarende økte andelen av 3-sjøvinterlaks som var under 7 kg (Skilbrei mfl. 2013, Jonsson og Jonsson 2015). Basert på alder og vekstberegninger for et høyt antall laks fanget i perioden 1993-2016 (Urdal 2016 a,b,c), er fangsten korrigert i henhold til forandringene i vekst og vektkategori plassering for hver smoltårsklasse fra alle elvene som inngår i denne analysen.

Korrigerer for endring i sjøbeskatning. Det blir fanget laks i kilenøter sjøen. Sjøbeskatningen har avtatt i alle fylkene på Vestlandet i perioden 1992-2016, men i ulik grad (**figur 2**). Midt på 1990-tallet ble mellom 50 og 80 % av samlet laksefangst tatt i sjøfisket, siden 2010 har andelen fanget i sjøen variert mellom 0 og 35 %. Det har vært størst reduksjon i andel fanget i sjøen i Hordaland, fra 80 % midt på 1990-tallet til 0 % etter 2010.

Reduksjonen i andel fanget i sjøen og forskjellen mellom fylkene er korrigert for i beregnet totalfangst i den enkelte elv, men det er ikke mulig å korrigere for potensielt forskjellig beskatningsmønster av den enkelte bestand innen hvert fylke. I tillegg kan fisk fra en bestand bli fanget i sjøfisket i et annet fylke enn der elven ligger. Maskeviddebegrensingene i kilenøtene gjør at de minste laksene har lavere fangstsannsynlighet enn de som er større, men her ble det gjort samme korrigering for sjøfangsten med hensyn til aldersfordeling i vektgrupper som for elvefangsten.

Forandringen i fordeling av fangst mellom sjø og elv betyr at sikkerheten i beregning av innsiget av laks kan være forandret. Midt på 1990-tallet var det høyere total beskatning og en større andel av bestanden ble kontrollert. På den andre siden ble en høyere andel fanget i blandingsfisket i sjøen, noe som gir betydelig usikkerhet. Når en høy andel av fisken blir fanget i elva er det høyere sannsynlighet for at fisken hører hjemme der. Ved sammenligning av samlet laksefangst mellom år innen elv og mellom elver er det antatt samme beskatning i elvefisket, med det er kjent at denne varierer mellom år og elver (Hellen mfl. 2004, Skoglund mfl. 2016). Svært lav vannføring i elva i fiskesesongen kan medføre lav beskatning, som i 2014 i midtre og nordlige elver på Vestlandet.

Figur 2. Andel (%) av samlet laksefangst som er blitt fanget i sjøen i de fire Vestlandsfylkene i perioden 1993-2016



Bærenivå for smoltproduksjon. I forbindelse med utarbeidelse av gytebestandsmål ble det anslått bærenivå for produksjon av laksesmolt i elvene (Hindar mfl. 2007, Anon 2016a). I beregninger av gjenfangst av de ulike smoltårsklassene og elvene er det antatt konstant produksjon av laksesmolt på bærenivået for hver elv. Dette forutsetter at det har vært tilstrekkelig med gytefisk i elva til at bærenivået for smoltproduksjon kunne bli nådd. Dette var ikke tilfelle i forsurrede elver i Ryfylke eller i Uskedalselva på 1990-tallet og heller ikke i Valldalselva (sone 5) på grunn av rotenonbehandling. Disse

elvene ligger i områder med mye lakseoppdrett, og det var fåtallige gytebestander sent på 1990-tallet. Det skjedde likevel en kraftig bestandsøkning tidlig på 2000-talet. Også andre forhold kan medføre redusert smoltproduksjon. I Etneelva var det i desember 2005 en storflom etter at laksen hadde gytt. Ungfiskundersøkelser høsten 2008 indikerte at dette medførte redusert produksjon av smoltårsklassene som var gytte som egg høsten 2005. Flommen kan ha medført redusert smoltutvandring i årene 2006-2009, og trolig med størst reduksjon i utvandringen i 2008 (Urdal mfl. 2009).

Andre påvirkninger. I løpet av perioden fra 1992 til 2015 har det skjedd en forbedring i forsuringssituasjonen på Vestlandet og en del elver er blitt kalket. Disse endringene har medført økt smoltproduksjon og smoltoverlevelse i noen av elvene som er inkludert i denne analysen. I noen elver, spesielt i produksjonsområde 5, var mange laksebestander infisert av *Gyrodactylus salaris* og ble rotenonbehandlet. I perioden med reetablering var smoltproduksjonen lavere enn bærenivået. I de tre elvene på Jæren har det vært god vannkvalitet. Mange bestander i Ryfylke (produksjonssone 2) har vært påvirket av forsuring og blir kalket, og det har vært omfattende utsetninger av laksesmolt i noen elver (Årdal og Suldalslågen), i dette området er derfor bare Vorma inkludert i analysene. I sone 3 er elvene Etne, Uskedal og Oselva inkludert. I Uskedalselva var det ikke rekruttering av laks i en lang periode inntil 2000, men da ble vasskvaliteten så god at lakseegg og lakseunger kunne overleve. Etter dette skjedde det en rask økning i bestanden (**tabell 1**), og for denne elva er smoltårsklassene fom. 2005 inkludert. I Etneelva har det etter 2009 bare vært åpnet for ordinært laksefiske i to av årene, og smoltårsklassen fra 2008 er derfor den siste (og denne er usikker) som er med i analysen. I denne sonen er det få andre aktuelle kandidater på grunn av at de fleste elvene har vært stengt for fiske. Sone 4 dekker flere fjordsystemer og i den sørlige delen har en del elver vært utsatt for forsuring. Det har vært omfattende utsetninger av laksesmolt i noen elver og på 1990-tallet ble laksen i Lærdalselva, smittet av *Gyrodactylus salaris* og er blitt behandlet i flere omganger. I sone 4 er det derfor tatt med bare tre bestander i analysen. Ervikelva på Stad ligger i denne sonen og det er beregnet fangst for laksebestanden i denne elva fordi den munner ut i havgapet, men på grunn av beliggenheten er den er ikke tatt med i gjennomsnittet for sonen. I produksjonssone 5 er det inkludert 2 laksebestander på Sunnmøre. Den ene av disse er i Valldalselva som ble behandlet med rotenon pga. *Gyrodactylus salaris* og fangsten av laks på 1990-talet var påvirket av dette.

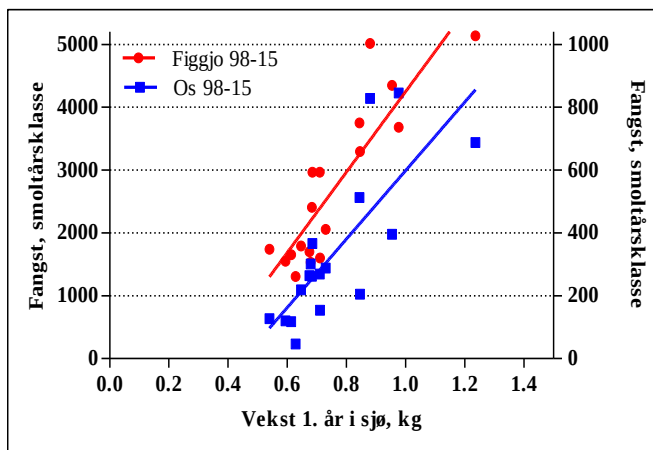
Med de ovenstående korrigeringene og er det beregnet fangst av villaks i sjø og elv av smoltårsklassene fra perioden 1992-2015 i 13 elver i 5 produksjonsområder på Vestlandet (**tabell 1**). Vi kan grovt regne at 50 % av laksen som går opp i elva blir fanget i fiskesesongen, men vanligvis blir en høyere andel av smålaksen fanget sammenlignet med større laks (Sættem 1995, Hellen mfl. 2004). I mange elver foreligger det tall fra gytefisktellettinger (Skoglund mfl. 2016) og i disse elvene er en meget høy andel av bestanden av voksne laks registrert. En kan derfor regne at minst 50 % av overlevende voksne laks som kommer inn til kysten av hver smoltårsklasse fra alle årsklassene fra perioden 1992-2014 i alle elvene er registrert, med unntak av 2015-årsklassen der mange fortsatt er ute i havet. Merk at gytebestandene i elvene om høsten kommer i tillegg til de som er blitt fanget. Samlet overlevelse er altså høyere enn beregnet fangst, og reduksjonen i sjøfisket har medført at en høyere andel av bestanden overlever frem til gyting sammenlignet med perioden da beskatningen var høyere i sjøen (Anon 2016a).

Det er betydelig grad av usikkerhet knyttet til denne tilnærmingen. Beregningen av antall laks som er fanget er mest usikre for sjøfangsten. Voksne laks vandrer langs kysten og kan bli fanget i et annet fylke enn der han hører hjemme. Videre medfører størrelsesselektiv fangst i kilenøter på grunn av maskeviddebegrensinger at de minste laksene i vektgruppen under 3 kg har lavest fangstsannsynlighet, noe som ikke er korrigert for her. Dette påvirker beregningene både for fangst og gjenfangst, i tillegg kommer at beskatningen i elven varierer mellom elver og år, og fangbarheten er påvirket av fiskestørrelse- og alder (Hellen mfl. 2004). Beregnet gjenfangst er avhengig av smoltestimatene som er svært usikre i mange elver. Det er videre usikkert i hvilken grad bærenivået er oppfylt i alle elvene alle år, og det er videre sannsynlig at bærenivået varierer innen elv mellom år i forhold til fysiske forhold som temperatur og vannføring.

Resultater og diskusjon

Fangst av laks og tilvekst. For smoltårsklassene fra perioden 1998-2015 var det en signifikant sammenheng ($p < 0,0001$) mellom fangst av Figgjolaks og tilvekst det første året i havet for 1-sjøvinterlaks (r^2 ; 0,76), og tilsvarende for Oselva (r^2 ; 0,61) (**figur 3**). Dette tilsier at vekstvilkårene i havet forklarer en god del av variasjonen i overlevelse og fangst av smoltårsklassene fra 1998-2015. I perioden 2005-2015 har det vært stabilt dårlig vekst i havet (**figur 2**) og i samme periode var det også relativt lav fangst av laks i elvene på Jæren sammenlignet med foregående periode da veksten var bedre (**tabell 1**). Merk også at alder ved kjønnsmodning økte i alle bestandene fom. 2005, noe som er korrigert for. Endring i sjøalder er også vist for laks fra Imsa (Jonsson mfl. 2016).

Figur 3. Samlet fangst (sjø og elv) av laks fra smoltårsklassene fra perioden 1998 til 2015 i Figgjo (rød) og Oselva (blå) mot tilvekst det første året i havet for 1-sjøvinter laks av de samme smoltårsklassene.



Det er antydnet at variasjon i postsmolt overlevelse av den øst-atlantiske bestandsgruppen av laks er koblet til variasjon i predasjonstrykk og størrelsesrelatert dødelighet om sommeren. Denne er videre relatert til AMO (Atlantic Multidecadal Oscillation), og dødeligheten øker, noe uventet, med økende sommertemperatur (Friedland mfl. 2014)

Bestandsstørrelse. Hver av de tre referansebestandene på Jæren er tallrike, med beregnede fangster på 4622 til 5763 individ som maksimum for årsklassene fra perioden 1992 til 2015, gjennomsnittsfangsten for flere årsklasser ligger typisk på ca. halvparten av maks. fangst (**tabell 1**). Også Nausta i Sogn og Fjordane har en tallrik laksebestand med beregnet maks. fangst på over 4000. For de øvrige bestandene er maksimum fangst beregnet til 325 i Uskedalselva som det laveste til 1572 i Etneelva.

Fangst av laks pr. areal. Uttrykt som fangst pr. hektar smoltproduserende areal (Anon 2016a), er det høyest maksimum fangst i Loneelva på Osterøy og i Ervikelva på Stad. Det er også høye fangster pr. areal i referanseelvene på Jæren, i Vorma, i Nausta og i Åheimselva (**tabell 1**). I de andre elvene som ligger lenger inne i fjordene er fangsten lavere pr. areal. Uskedalselva utmerker seg med lav fangst pr. areal, men denne bestanden er i en oppbyggingsfase og bærenivået for smoltproduksjon er trolig ikke nådd. Også i Eidselva er det lav fangst pr. areal, men i denne bestanden er det høyere sjøalder ved kjønnsmodning sammenlignet med de andre bestandene og laksen er utsatt for høyere dødelighet i sjøen på grunn av lengre oppholdstid.

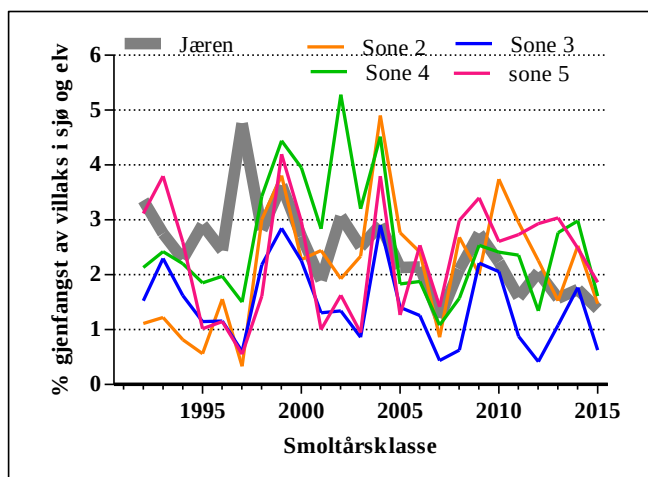
Tabell 1. Gytebestandsmål, lakseproduserende elveareal (hektar) og anslag for produksjon av laksesmolt (Anon 2016a) og beregnet fangst av villaks i sjø og elv av smoltårsklassene fra perioden 1992-2015 i 13 elver i 5 produksjonsområder på Vestlandet, og der tre elver på Jæren (grå farge) er regnet som referanse i et område uten fiskeoppdrett. Merk at av årsklassene fra 2014 og 2015 er det fremdeles laks ute i havet. For disse årsklassene er total fangst beregnet utfra relativ fangst av de ulike sjøaldergruppene i foregående smoltårsklasser og beregningen for 2015-årsklassen er derfor svært usikker. Fangst av smoltårsklassene fra 2012 og 2013 i Eidselva er noe oppjustert på grunn av svært lav vannføring i fiskesesongen i 2014 (blå), og tilsvarende er 2002-årsklassen fra Åheim justert. I Vorma er smoltproduksjonen oppjustert fra 10875 til 20000 basert på fangst av smoltårsklassene fom. 1998.

Prod. sone	1		2		3			4				5	
Elv	Ogna	Håelva	Figgjo	Vorma	Etne	Uskedal	Os	Lone	Nausta	Eid	Ervik	Åheim	Valldal
Areal, ha	28,08	44,01	54,27	10,87	28,90	20,00	15,50	3,69	40,00	55,32	4,47	5,86	16,96
Vassføring, m³/s	6,6	7,3	7,8	7,9	21,7	4,4	5,1	5,4	20,6	22,8	2,2	16,8	4,9
Gytebest.mål, kg	1162	1821	2246	300	1025		425	153	2171	763	123	468	808
Smoltproduksjon	80875	100337	143295	20000	54991	9675	27731	8874	72403	33191	5351	15608	25775
Smoltår													
1992	3031	3841	3577	241	1359		165	212	1461	658	93	487	
1993	3133	2265	3025	265	1524		505	101	2216	1014	192	593	106
1994	2053	1901	3497	178	1359		212	224	1422	702	61	407	24
1995	2616	3167	3334	122	652		310	227	1021	521	99	159	55
1996	2464	1854	3488	339	1028		125	69	2636	491	171	180	58
1997	4622	5763	4043	72	438		114	145	1215	394	91	86	54
1998	2354	2930	3750	656	1380		513	382	2889	658	131	251	82
1999	2624	4166	5017	828	1489		828	365	4412	1032	164	655	180
2000	1982	3105	3679	496	804		845	463	2314	1140	229	519	676
2001	1784	2079	2055	531	870		288	438	1655	436	351	126	306
2002	2071	3622	4347	419	683		396	1004	1698	729	290	150	592
2003	2440	2214	3295	510	544		205	395	1973	798	149	159	225
2004	1965	2712	5139	1065	1572	325	688	586	2815	1018	476	955	383
2005	1555	2400	2968	603	1214	101	269	257	783	504	280	297	161
2006	2397	2213	1790	524	959	120	219	249	1168	403	209	660	218
2007	1657	684	1306	187	388	45	46	92	556	477	85	235	341
2008	2211	2350	1739	582	273	91	127	175	1121	389	302	691	398
2009	3608	1737	2968	440		299	366	253	1441	917	657	794	441
2010	2609	1778	2406	814		306	262	281	1568	633	527	462	582
2011	1440	1875	1600	641		116	154	338	1550	372	514	583	447
2012	2513	1908	1654	491		40	117	182	955	212	339	608	507
2013	2146	992	1532	332		104	301	336	1874	641	973	567	630
2014	1856	1700	1700	550		250	264	269	2210	950	1030	410	600
2015	1500	1200	1550	320		80	120	170	800	600	650	400	300
Snitt 92-97	2986	3132	3494	203	1060		238	163	1662	630	118	318	59
Snitt 98-15	2151	2204	2694	555	925	156	334	346	1766	662	409	473	393
Maks. fangst	4622	5763	5139	1065	1572	325	845	1004	4412	1140	1030	955	676
Maks. fangt/ha	165	131	95	98	54	16	55	272	110	21	230	163	40

Gjenfangst. Produktiviteten (laksesmolt/areal) varierer mellom elver og for å sammenligne fangst over tid innen bestander og mellom bestander vil gjenfangst av laks være det beste uttrykket, altså beregnet fangst delt på anslått smoltproduksjon. I de tre referanseelvene på Jæren var det smoltårsklassen fra 1997 som gav høyest gjenfangst med 4,8 % (**tabell 1, figur 4**). For de andre smoltårsklassene fra perioden 1992 til 2004 lå gjenfangsten mellom 2,5 og 3,5 %. Fra 2011 til 2015 avtok gjenfangsten i referanseelvene, og var nær halvert sammenlignet med gjenfangstene på 1990-talet. I de andre sonene utmerker årsklassene fra 1999, 2004 og 2009 seg med relativt høye gjenfangster.

Årsklassene fra perioden 1995-1997 og spesielt den fra 1997 gav lav gjenfangst i alle sonene sammenlignet med referanseelvene på Jæren og årsklassene fra 2001-2003 i sone 3 og 5. Deretter er det relativt liten forskjell på gjenfangsten i de ulike sonene, unntatt sone 3.

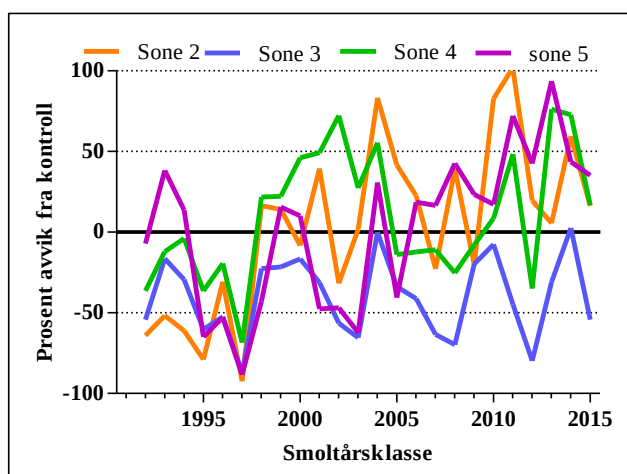
Figur 4. Beregnet gjennomsnittlig gjenfangst i sjø og elv av smoltårsklassene fra perioden 1992-2015 i utvalgte elver i fem produksjonssoner på Vestlandet (se tabell 1). På Jæren er det ikke lakseoppdrett og blir her regnet som upåvirket referanse. Merk at Figgjo ligger i sone 2, men er regnet som en av referanseelvene og inngår ikke i snittet for sone 2. Tilsvarende er Ervikelva ikke medregnet i sone 4.



Gjenfangst kan også uttrykkes som avvik i prosent fra referansebestandene på Jæren (**figur 5**). I denne framstillingen blir avviket i sone 3 mer tydelig. Lav gjenfangst i sone 3 av årsklassene fra 2006-2008 kan delvis skyldes flommen i Etne høsten 2005, og selv om den lave gjenfangsten av årsklassene fra 2012 og 2013 i noen grad kan forklares med vannføringsforholdene i fiskesesongen i 2014 «mangler» det gjennomgående mer laks i sone 3 enn i de andre områdene.

Hele perioden sett under ett er det en tendens til ekstra dødelighet i alle sonene på 1990-tallet sammenlignet med bestandene på Jæren. Det var svært lav gjenfangst av årsklassen fra 1997 i alle sonene utenom på Jæren som hadde toppfangst av denne smoltårsklassen.

Figur 5. Avvik (%) i gjenfangst i 4 produksjonsområder for smoltårsklassene 1992-2015 av laks sammenlignet med gjennomsnittet av 3 referansebestander på Jæren. Merk at Figgjo ligger i sone 2, men er regnet som en av referanseelvene og inngår ikke i snittet for sone 2. Tilsvarende er Ervikelva ikke medregnet i sone 4.



På 1990-talet ble det registrert omfattende prematur tilbakevandring av sjøaure med svært høye infestasjoner av lakselus, og det ble påvist en sammenheng mellom infestasjonsnivå og avstand til oppdrettsanlegg. Etter 2000 har det ikke blitt påvist like høye infestasjoner på prematurt tilbakevandret sjøaure (Kålås mfl. 2012 og referanser i denne), selv om produksjonen av oppdrettslaks har økt mye og oppdrettsanleggene ligger tettere (Karlsen, Finstad, Ugedal og Svåsand, red. 2016). Det er et markert skille i relativ gjenfangst i områder med og uten oppdrett fra perioden før 1997 og perioden fom. 1998 til 2015. Dette skillet sammenfaller tidsmessig med at det ble tatt i bruk nye og mer effektive avlusingsmidler i 1998/1999 (Kålås mfl. 2012). Det er derfor nærliggende å konkludere med at lave gjenfangster av smoltårsklasser av laks på 1990-tallet tom. 1997 i områder med lakseoppdrett skyldes høy dødelighet på grunn av lakselusinfestasjoner på utvandrende laksesmolt. Av smoltårsklassene av laks som vandret ut fra elvene i 1998 og senere har det vært klart mindre forskjell i gjenfangst av laks fra områder med oppdrett sammenlignet med områder uten oppdrett.

Referanser

- Anon. 2016a. Status for norske laksebestander i 2016. Rapport fra Vit. råd for lakseforvaltning nr. 9, 190 s.
- Anon. 2016b. Vedleggsrapport med vurdering av måloppnåelse for de enkelte bestandene. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr. 9b, 849 s.
- Barson, N, T. Aykanat, K. Hindar et. al. 2015. Sex-dependent dominance at a single locus maintains variation in age at maturity in Atlantic salmon. *Nature* 528: 405-408.
- Friedland, K.D., L.P. Hansen, D.A. Dunkley & J.C. Maclean 2000. Linkage between ocean climate, post-smolt growth, and survival of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in the North Sea area. *ICES Journal of Marine science* 57:419-429.
- Friedland, K.D., B.V. Shank, C.D. Todd, P. McGinnity & J.A. Nye 2014. Differential response of continental stock complexes of Atlantic salmon (*Salmo salar*) to the Atlantic Multidecadal Oscillation. *Journal of Marine Systems* 133:77-87.
- Hellen, B.A., S. Kålås & H. Sægrov 2004. Gytefiskteljinger på Vestlandet i perioden 1996 til 2003. Rådgivende Biologer AS, rapport nr. 763, 21 sider.
- Hindar, K., O. Diserud, P. Fiske, T. Forseth, A.J. Jensen, O. Ugedal, N. Jonsson, S.-E. Storeid, J.-V. Arnekleiv, S.J. Saltveit, H. Sægrov & L.M. Sættem 2007. Gytebestandsmål for laksebestander i Norge. NINA Rapport 226, 78 s.
- Jonsson, B. & N. Jonsson 2011. Ecology of Atlantic salmon and brown trout. Habitat as a template for life histories. *Fish & Fisheries Series* 33, 708 s.
- Jonsson, B., N. Jonsson & J. Albrechtsen 2016. Environmental change influences the life history of salmon *Salmo salar* in the North Atlantic Ocean. *Journal of Fish Biology* 88(2):618-637.
- Karlsen, Ø., B. Finstad, O. Ugedal & T. Svåsand, red. 2016. Kunnskapsstatus som grunnlag for kapasitetsjustering innen produksjonsområder basert på lakselus som indikator. Rapport fra Havforskningen nr. 4-2016.
- Kålås, S., G.H. Johnsen, H. Sægrov & K. Urdal 2012. Lakselus på Vestlandet fra 1992 til 2010. Forekomst og bestandseffekt på laks. Rådgivende Biologer AS, rapport 1516, 53 s.
- Nilsen, R., Serra-Llinares, R.M., Sandvik, A.D., Schrøder Elvik, K.M., Asplin, L., Bjørn, P.A., Askeland Johnsen, I., & Karlsen, Ø. (Havforskningsinstituttet), Finstad, B., Berg, M. & Uglem I. (Norsk institutt for naturforskning), Wiik Vollset, K. & Lehmann, G.B. (UNI Research - Miljø) 2017. Lakselusinfestasjon på vill laksefisk langs norskekysten i 2016. Med vekt på modellbasert varslings og tilstandsbekreftelse. Rapport fra Havforskningen nr.1-2017, 50 sider.

- Skilbrei, O., B. Finstad, K. Urdal, G. Bakke, F. Kroglund & R. Strand 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(3):
- Skoglund, H., B.T. Barlaup, E. Straume Normann, T. Wiers, G. Bekke Lehmann, B. Skår, U. Pulg, K. Wiik Vollset G. Velle, S-E. Gabrielsen & S. Stranzl. 2016. Gytefisktelling og uttak av rømt oppdrettslaks i elver på Vestlandet høsten 2015. LFI Uni Research Miljø – rapport nr. 266, 41 sider.
- Sættem, L. M. 1995. Gytebestander av laks og sjøaure. En sammenstilling av registreringer fra ti vassdrag i Sogn og Fjordane fra 1960 - 94. Utredning for DN. Nr 7 – 1995, 107 sider.
- Urdal, K., S. Kålås & H. Sægrov 2009. Ungfiskundersøkingar i Etnevassdraget i Hordaland hausten 2008. Rådgivende Biologer AS, rapport 1204, 33 s.
- Urdal, K. 2016a. Analysar av skjelpørvar frå Sogn & Fjordane i 2015. Rådgivende Biologer AS, rapport 2237, 35 s.
- Urdal, K. 2016b. Analysar av skjelpørvar frå Hordaland i 2015. Rådgivende Biologer AS, rapport 2238, 23 s.
- Urdal, K. 2016c. Analysar av skjelpørvar frå Rogaland i 2015. Rådgivende Biologer AS, rapport 2239, 24 s.
- Vollset, K.W., R.I. Krontveit, P.A. Jansen, P. A., B. Finstad, B.T. Barlaup, O.T. Skilbrei, M. Krkošek, P. Romunstad A. Aunsmo, A.J. Jensen & I. Dohoo 2015. Impacts of parasites on marine survival of Atlantic salmon: a meta-analysis. *Fish and Fisheries*. doi: 10.1111/faf.12141.
- Vollset, K.W., S. Mahlum, J. G. Davidsen, H. Skoglund And B. T. Barlaup 2016. Interaction between migration behaviour and estuarine mortality in cultivated Atlantic salmon *Salmo salar* smolts. *Journal of Fish Biology*. doi:10.1111/jfb.13097

Prosjektrapport

Rapport:
RAPPORT FRA HAVFORSKNINGEN

Nr. – År:
[X-XXXX]

Dato:
11.09.2017

Distribusjon: Åpen

Havforskningsprosjektnr.:
14891-07

Oppdragsgiver(e):
Nærings- og fiskeridepartementet

Oppdragsgivers referanse:
[xxxxx xxxxxx]

Program:
Akvakultur

Forskningsgruppe:
Populasjonsgenetikk

Antall sider totalt:
29

Tittel (norsk og engelsk):
Utvandringsruter for smolt i norske fjorder – genetiske analyser
Migration routes of smolt in Norwegian fjords – genetic analysis

Forfattere:
Alison C. Harvey, Maria Quintela, Kevin A. Glover & Vidar Wennevik

Sammendrag (norsk):
[Tekst]

Summary (English):

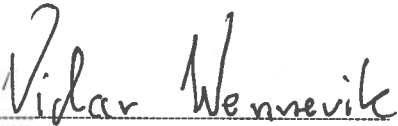
This report describes the genetic analyses used to assign salmon smolts caught in the 2017 sea lice monitoring trawls in three fjord systems in Norway back to their river of origin. Samples were gathered from various rivers in Boknafjord, Hardangerfjord and Sognefjord in order to create genetic baselines for each fjord to be able to genetically assign the trawl smolts. The present results are to be treated as preliminary as the completeness of the baseline samples varied across the fjord systems.

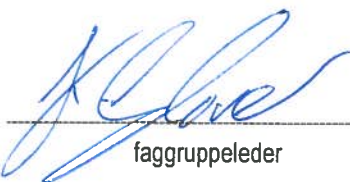
Emneord (norsk):

1. Laks
2. Genetikk
3. Utvandring

Subject heading (English):

1. Atlantic salmon
2. Genetics
3. Migration routes


prosjektleder


faggruppelider



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Background

Each year the salmon louse monitoring program conducts trawling surveys for wild salmon within a number of Norway's fjord systems in order to estimate the dispersion of sea lice larvae, and the resulting potential infection pressure and mortality on wild salmonids. The spread of larvae is estimated through the use of a hydrodynamic model, and a smolt migration model has been developed to estimate temporal and spatial overlap of larvae and smolts. However, the smolt migration model is parameterised using only estimates of smolt movement. To improve and verify the model, genetic tools may be used to assign smolts caught in trawl surveys in these fjords back to their river of origin. Through such assignments our knowledge of timing and migration routes of smolts from different rivers can be increased and applied to improve the model estimates about the spatial and temporal distribution of migrating salmon. These data will also strengthen our knowledge of potential areas in the fjord where infection pressure and the risk for mortality of wild smolts is high. In the current pilot study, we have explored the feasibility of using a microsatellite based genetic baseline of rivers in three fjord systems to identify the origin of post-smolts caught in trawl surveys in these fjords.

Methods

Sample collection & sampling

Trawl samples

Trawl samples were collected over the summer (May – July) of 2017 for each fjord system. Trawling in the fjords was conducted over 4 weeks, covering different parts of the fjords. Salmon post-smolts caught in the trawl were examined for sea lice, biologically measured (wet weight, total and fork length) and then humanely killed, labelled with a unique identifier and frozen for storage. Any evidence of the presence of passive integrated transponder (PIT) tags was recorded. Trawl samples were then transported back to the Institute of Marine Research (IMR), Bergen, for further sampling. Further sampling consisted of collecting fin clips and scale tissue from each sample for genetic and age analysis. Where possible, PIT tags or external tags were recovered from fish. The fin clips were conserved in 100% ethanol. The number of samples per trawl varied among the fjord systems (Table 1).

Baseline samples

The baseline samples for each of the fjord systems originated from 4 main sources: (i) historical scale or tissue samples provided to IMR by Rådgivende Biologer, (ii) existing genetic

data from previously-genotyped river samples, (iii) samples stored as frozen whole fish at IMR, and (iv) samples collected by electrofishing during the summer of 2017. The number and source of baseline samples varied among the fjord systems (Table 1). In Boknafjord, 2045 samples were obtained from 19 rivers covering a period from 2006 to 2017 (Fig. 1). The number of samples per river ranged from 13 (Storelva i Sauda) to 234 (Espedalselva), with a mean of 114 samples per river. In Hardangerfjord, 884 samples were obtained from 10 rivers covering a period from 2011 to 2017 (Fig. 2). The number of samples per river ranged from 34 (Rosendalelvane) to 150 (Tysseelva), with a mean of 88 fish per river. In Sognefjord, 753 samples were obtained from 10 rivers covering a period from 2001 to 2017 (Fig. 3). The number of samples per river ranged from 57 (Nærøydalselva) to 119 (Mørkridselva), with an average of 75 fish per river. Whole fish were biologically measured (frozen weight) and fin clips and scale tissue were taken for genetic and age analysis.

Genotyping

All samples (trawl and baseline) were registered in a database and given a unique ID number. DNA analysis took place in the Molecular Biology laboratory at IMR in Bergen during the period 1 May 2017 – 1 September 2017. DNA was extracted from either fin clips or scale tissue in 96-well plates using the Qiagen DNeasy 96 Blood & Tissue Kit with two negative controls. In total, 31 microsatellite markers were amplified in five PCR multiplexes (details available on request). PCR products were resolved on an ABI 3730 Genetic Analyser and sized using a 500LIZ size standard (Applied Biosystems). Genemapper version 5.0 was used to score alleles manually. Scoring was quality checked before exporting the data for statistical analysis.

Existing genetic data consisted of samples that were previously genotyped at 18 microsatellite loci, and these individuals were further genotyped at 13 microsatellite loci as above. The monomorphic locus SsD486 was removed from the dataset, therefore, each individual was analysed at 30 loci.

Statistical Analysis

The total number of alleles and allelic richness of each river and trawl were calculated with Microsatellite Analyser (MSA) (Dieringer and Schlötterer, 2003). Pairwise F_{ST} and its significance were tested among baseline rivers within each fjord system using ARLEQUIN v.3.5.1.2 (Excoffier et al., 2005).

The evaluation of how well individual fish could be assigned back to each baseline was conducted with the Self-Assignment test in GeneClass 2 (Piry et al., 2004) using the Rannala

& Mountain (1997) method of computation with a significance threshold of $\alpha = 0.05$. The test sequentially removes one fish from the baseline and attempts to assign the fish to its most likely river of origin using the rest of the baseline (sampling without replacement). Fish are given an assignment score based on the likelihood of their belonging to the assigned river. Assignment accuracy was investigated visually by plotting the percentage of individuals successfully assigned to their river of origin and the percentage of individuals included at different assignment score thresholds (Fig. 4). This was performed for each fjord system. ONCOR (Kalinowski et al., 2007) was also used to conduct a mixture analysis using the baseline samples from each fjord system to estimate the stock composition of the trawl samples using conditional maximum likelihood (Fig. 5).

The assignment of individual trawl samples to their potential rivers of origin was conducted with GeneClass 2 (Piry et al., 2004) using the Rannala & Mountain (1997) method. Individuals were assigned using a combination of direct genetic assignment to a potential source river and exclusion from all potential source rivers within a fjord system with significance thresholds of $\alpha = 0.05$ and $\alpha = 0.001$. Individuals that were assigned to a river with an assignment score of above 70 were deemed to be correctly assigned. In order to ensure maximum accuracy, individual assignment was also carried out with ONCOR. It was decided to accept assignments as correct when both GeneClass and ONCOR agreed on the potential river of origin, and it is recommended that only fish with a GeneClass assignment score above the cut-off of 70 are to be accepted.

STRUCTURE v.2.3.4 (Pritchard et al., 2000) was used to identify possible genetic groups among rivers and trawls in each fjord system under a model assuming admixture and correlated allele frequencies without using population information. Ten runs with a burn-in period of 100 000 replicates and a run length of 1 000 000 Markov Chain Monte Carlo (MCMC) iterations were performed for clusters ranging from 1-13 (Boknafjord), 1-10 (Hardanger) and 1-10 (Sognefjord). STRUCTURE Harvester was then used to calculate the Evanno et al. (2005) ad hoc summary statistic ΔK , based on the rate of change of the estimated likelihood between successive K values, allowing the determination of the uppermost hierarchical level of structure in the data. Runs were averaged with CLUMPP v.1.1.1 using the LargeK-Greedy algorithm and the G' pairwise matrix similarity statistic, and graphically displayed using bar plots. The structure analyses, together with the F_{ST} estimates among rivers and the level of miss-assignment among baseline rivers within each fjord system would allow for the inference of potential area groupings of certain rivers which may be genetically and geographically similar, and could thus be treated as a single assignment unit in further analyses.

Results

Genotyping

Individuals with more than 30% (9 loci) missing were excluded from the baseline data prior to any statistical analysis. The Boknafjord baseline consisted of 1883 individuals from 19 rivers, ranging from 13 (Storelva i Sauda) to 231 (Espedalselva) individuals per river with an average of 105 individuals per river. Within the Boknafjord trawl samples, 213 were genotyped and 201 were entered into Geneclass and ONCOR to be assigned back to their river of origin. The Hardangerfjord baseline consisted of 780 individuals from 10 rivers, ranging from 33 (Rosendalselvane) to 149 (Etneelva) individuals per river with an average of 88 individuals per river. Within the Hardangerfjord trawl samples, 291 were genotyped and 272 were entered into Geneclass and ONCOR to be assigned back to their river of origin. The Sognefjord baseline consisted of 580 individuals from 10 rivers, ranging from 23 (Mørkridselva) to 95 (Ytredalselva) individuals per river with an average of 58 individuals per river. The large drop in number of samples within the Sognefjord baseline was due to a high number of trout present in some river samples. Within the Sognefjord trawl samples, 226 were genotyped and 183 were entered into Geneclass and ONCOR to be assigned back to their river of origin. For an overview of sample numbers per baseline and trawl see Table 1.

Summary Statistics and Self Assignment

Total number of alleles and allelic richness among the rivers in each baseline ranged from 192 and 6.43 to 410 and 8.11 in Boknafjord, 306 and 9.62 to 410 and 10.51 in Hardangerfjord, and from 265 and 8.03 to 386 and 9.87 in Sognefjord. Pairwise F_{st} among the rivers within the three fjord systems revealed significant differentiation between most rivers (Table 2), apart from between Jørpelandelva and several rivers that are located nearby in Boknafjord (Table 2A, Fig. 1) and between Daleelva and Vikja in Sognefjord (Table 2C).

The number of individuals correctly self-assigned back to river varied among the fjord systems. In Boknafjord, self-assignment accuracy averaged 53.3% overall, and varied between rivers from 16.13% (Jørpelandelva) to 61.54% (Suldalslågen) (Table 3A). For some rivers, there was a visible trend of frequent miss-assignment to rivers that were located nearby. For example, many rivers located in the south-eastern part of Boknafjord were incorrectly assigned to Espedalselva at levels above 10% (Table 3A). In Hardangerfjord, 519 out of 789 individuals were correctly assigned back to the baseline (65.8%), and correct self-assignment ranged from

24.24% (Rosendal) to 85.04% (Tysse). In general, rivers located further into Hardangerfjord miss-assigned more often to each other, and most of the south-eastern rivers were miss-assigned to Etneelva at levels above 10% (Table 3B). In Sognefjord, 349 out of 580 individuals were correctly assigned back to the baseline (60.2%), and correct self-assignment ranged from 34.78% (Mørkridselva) to 77.89% (Ytredalselva). Many individuals were incorrectly assigned to Daleelva and Nærøydalselva at levels above 10%, with no apparent trend among rivers located near to each other (Table 3C).

STRUCTURE, direct assignment and mixed stock analysis

Based on the STRUCTURE results, Evanno's test showed that ΔK was highest when $K = 2$ (28.1) and $K = 5$ (10.2) for Boknafjord (Fig 6A), indicating that two and five genetic clusters would fit the data best. Bar plots for 2 and 5 clusters are shown in Figure 7. At two clusters, there appears to be a weak gradient from Figgjo in the south-west moving north-east, with the exceptions of Høleåna, Førre and Suldalselva. In general, there is a similar mix of the two clusters within most of the rivers in Boknafjord. At five clusters, Høleåna, Førre and Suldalselva appear more distinct from the other rivers, while the rivers in the south-eastern part of Boknafjord display a similar mix of clusters, with some exceptions (Fig. 7B). The STRUCTURE results and the Evanno's test for Hardangerfjord indicated that ΔK was highest when $K = 2$ (81.21). At two clusters, all rivers display a similar mix apart from Tysse and Oselva (Fig 7C). The Evanno's table for Sognefjord indicated that ΔK was highest when $K = 2$ (8.17), $K = 4$ (3.82) and $K = 9$ (4.09). At $K = 2$, Ytredalselva and Aurlandselva displayed a more distinct mix of the clusters than the other rivers, with a weak geographical gradient visible from west to east (Fig. 6D). At $K = 4$, once again Ytredal and Aurland appear most different to the other rivers, and rivers on the northern bank of the fjord display a similar mix of clusters (Fig. 6E). At $K = 9$, the trends are not very clear, apart from the rivers located on the northern bank displaying more similar levels of clustering than the other rivers (Fig. 6F).

In Boknafjord, of the 201 trawl samples to be assigned back to their river of origin, the direct assignment for 158 individuals were in agreement between GeneClass and ONCOR (78.6%) and of those, 105 had a GeneClass assignment score above 70 (66.5%) (Table 4A). For Hardangerfjord, of the 272 trawl samples, the direct assignment between GeneClass and ONCOR were in agreement for 205 individuals (75.4%), of which 167 individuals had a GeneClass assignment score above 70 (81.5%) (Table 4B). In Sognefjord, of the 214 trawl samples assigned back to their river of origin, 192 (89.71%) were in agreement between

GeneClass and ONCOR; of which 157 (81.77%) had a GeneClass assignment score above 70 (Table 4C).

The mixture analysis for Boknafjord estimated that the stock composition of Boknafjord was dominated by Espedalselva and Suldalselva, while Hjelmeland, Håland, Storelva i Sauda and Vikedal were estimated to have little to no individuals within the stock (Fig. 5A). In Hardanger, the stock composition was estimated to be made up of 70% Etne fish, while Tysse and Oselva had little to no estimated contribution to the stock (Fig. 5B). The mixture analysis for Sognefjord estimated that the stock composition was made up of Daleelva Høyanger, Nærøydalselva and Lærdalselva fish, while the other rivers contributed far less to the stock (Fig. 5C).

In the Boknafjord trawl samples, 10 of the 213 fish had external tags. All the tags were from fish released from the River Imsa, which was not present in the baseline. GeneClass assigned 7 of these fish to Høleåna, while ONCOR assigned 8 out of 10 to Høleåna, which is located very close to Imsa (Table 5). In the Hardangerfjord trawl samples, PIT tags were found inside 27 of the 291 fish. One PIT tag was from a fish released from Eidfjord, 5 were from fish released from Guddal, and 21 were from Etne releases. Neither GeneClass nor ONCOR assigned the Eidfjord fish correctly, and Guddal was not present in the baseline. Of the PIT tagged Etne fish, GeneClass assigned 13 correctly, while ONCOR assigned 20 correctly (Table 5). In the Sognefjord trawl samples, PIT tags were found inside 9 of the 226 fish., all releases from Årøyelva. Both GeneClass and ONCOR assigned 3 of the PIT tagged fish correctly back to Årøyelva (Table 5).

Discussion

Boknafjord

In Boknafjord, the non-significant F_{ST} values and high levels of self miss-assignment between rivers located close to each other highlights the potential of grouping the fjord system into areas for assignment rather than basing assignment on rivers alone. For certain rivers within Boknafjord, the STRUCTURE results and bar plots further support a grouping of rivers into areas (Fig 6). Rivers within the south-eastern part of Boknafjord exhibited a similar level of cluster mixing and could be treated as a single area unit in future genetic analyses. However, this trend was not apparent among all rivers located near to each other. When $K = 5$, Høleåna appeared to consist of individuals that were distinct from the nearest rivers (Fig. 6B), although it is possible that these individuals were fish originating from the River Imsa, located close to Høleåna, which was not represented in our baseline. This assumption is reinforced by the fact

that external tags recovered from several trawl fish showed that these fish were from the River Imsa, and 7 of the 10 tagged fish were assigned back to Høleåna by both GeneClass and ONCOR. Anecdotal accounts also confirm that the level of straying between Høleåna and Imsa is high. A sibship analysis using COLONY 2.06.4 (Jones and Wang, 2010) found several related individuals, including a family of 11 members, therefore relatedness between individuals may also explain the unique clustering observed in Høleåna. When $K = 5$, three other rivers in Boknafjord displayed distinct clustering compared to the rest: Førre, Suldal and Sauda (Fig. 6B). It is possible that the difference observed in Suldal is caused by stocking, which is carried out annually, while it is unknown whether stocking occurs in Førre or Sauda (Anonymous, 2017). Sibship analysis for Suldalselva revealed several families of related individuals, although families were not larger than 4 individuals. Sibship analysis for Førre revealed several related individuals, including a family of 12 members. The sample size for Sauda was very small ($n = 13$), and a sibship analysis found that several of the individuals were related, potentially inflating their apparent differences compared to other rivers.

Hardangerfjord

In Hardangerfjord, although all rivers exhibited significantly different F_{ST} values, there were high levels of miss-assignment between rivers located in the inner part of the fjord, and between rivers located nearby each other in the south-eastern part of the fjord (Table 3B). There was also a trend of many rivers miss-assigning to Etne, and the level of direct assignment agreement between GeneClass and ONCOR was lowest (75.4%) in the Hardangerfjord, potentially due to that ONCOR directly assigned over 20% more fish to Etne than GeneClass (Table 4B). This potential bias for/against assignment to Etne is shown in the results for the assignment of the PIT tagged Etne fish, which differed largely between GeneClass and ONCOR (Table 5). Etne was also estimated to be the largest contributing river to the simulated stock mixture (Fig. 5B), which is not unexpected as the estimated spawning biomass of the River Etne is the largest of the Hardangerfjord rivers (Anonymous, 2017). The STRUCTURE results and bar plots indicated that Tysseelva and Oselva displayed distinct clustering compared to the other rivers (Fig. 6C) and were estimated to contribute almost nothing to the stock mixture (Fig. 5B), which is intuitive based on their locations within the fjord compared to the other baseline rivers (Fig. 2). There has been no reported stocking within these two rivers (Anonymous, 2017).

Sognefjord

In Sognefjord, although non-significant F_{ST} values were observed between some rivers located near to each other (Table 2C), in general there appeared to be no real pattern to the level of miss-assignment among rivers (Table 3C). All rivers displayed some levels of miss-assignment to Daleelva i Høyanger. Rivers that are located further into the fjord had less individuals miss-assigned to them, apart from Lærdalsevla (Table 3C). The level of agreement of direct assignment between GeneClass and ONCOR was highest in Sognefjord (89.7%), although the number of PIT tagged individuals that were correctly assigned back to their river was low (Table 5). The STRUCTURE results highlighted distinct clustering for Ytredalselva and Aurlandselva (Fig.6). Aurlandselva is stocked yearly, while no stocking takes place in Ytredalselva (Anonymous, 2017), and an investigation into putative sibling relationships showed that both rivers contained some related individuals, potentially contributing to the difference observed in clustering between these rivers and the other baseline rivers in Sognefjord.

Caveats and Recommendations

Accurate genetic assignment depends on the reliability and completeness of the baseline, and the level of genetic differences between populations. The completeness of the baselines in the present data varied across fjord systems, therefore it is recommended that these results be treated as preliminary. Further sampling of existing and absent baseline rivers is required within each of the fjord systems in order to increase the accuracy of the genetic assignment. The potential of the present marker set to accurately assign individuals back to their natal rivers, can only be fully assessed when the baseline sample sets have been completed beyond what was available for this pilot study. Such analyses may reveal that a higher number of markers may be required, and that the marker sets may have to be adapted to different fjord systems. Markers that differentiate well in one fjord system, may not necessarily work as well in others. Further work to complement the baseline, and the sampling strategy, is planned for the next year. In this context, it will also be important to assess the temporal stability of marker frequencies in small rivers where a small number of effective breeders may result in genetic drift and fluctuating frequencies. Further analysis may also show that assigning individuals to clusters of populations may be a viable approach where inter-river genetic differences are too small.

The discrepancy in direct assignment between the two chosen assignment programs used in this pilot study highlights a level of uncertainty within the results, and it was chosen to report the river of origin of those individuals where the two programs were in agreement and

where the GeneClass assignment score was above 70. For the baseline rivers where siblings were detected, it is recommended that future analyses conduct putative sib-ship tests before any other analyses, and to remove all but a chosen number of full siblings from each river sample. Studies recommend that either one (Ozerov et al., 2017) or two (Olafsson et al., 2014) full sibs per family are retained with baseline river samples (but see Waples and Anderson, 2017).

Acknowledgements

This project is funded by the Norwegian Ministry of Trade, Industry and Fisheries. We would like to thank everyone who contributed to the project, including those who collected the trawl samples (coordinated by Ørjan Karlsen), contributed baseline samples (Rådgivende Biologer & IMR), helped to sample the fish at IMR and contributed to the genotyping in the laboratory.

References

- ANONYMOUS 2017. Vedleggsrapport med vurdering av måloppnåelse for de enkelte bestandene. *Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning*. Trondheim.
- DIERINGER, D. & SCHLÖTTERER, C. 2003. MICROSATELLITE ANALYSER (MSA): a platform independent analysis tool for large microsatellite data sets. *Molecular Ecology Notes*, 3, 167-169.
- EVANNO, G., REGNAUT, S. & GOUDET, J. 2005. Detecting the number of clusters of individuals using the software structure: a simulation study. *Molecular Ecology*, 14, 2611 - 2620.
- EXCOFFIER, L., LAVAL, G. & SCHNEIDER, S. 2005. Arlequin (version 3.0): An integrated software package for population genetics data analysis. *Evolutionary Bioinformatics Online*, 1, 47-50.
- JONES, O. R. & WANG, J. 2010. COLONY: a program for parentage and sibship inference from multilocus genotype data. *Molecular Ecology Resources*, 10, 551 - 555.
- KALINOWSKI, S. T., MANLOVE, K. R. & TAPER, M. L. 2007. ONCOR: a computer program for genetic stock identification. Department of Ecology, Montana State University.
- OLAFSSON, K., PANPOULIE, C., HJØRLEIFSDÓTTIR, S., GUDJONSSON, S. & HREGGVIDSSON, G. O. 2014. Present-day genetic structure of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Icelandic rivers and ice-cap retreat models. *PLOS One*, 9, 1 - 12.
- OZEROV, M., VÄHÄ, J. P., WENNEVIK, V., NIEMELA, E., SVENNING, M.-A., PRUSOV, S., FERNANDEZ, R. D., UNNELAND, L., VASEMAGI, A., FALKEGÅRD, M., KALSKE, T. & CHRISTENSEN, B. 2017. Comprehensive microsatellite baseline for genetic stock identification of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in northernmost Europe. *ICES Journal of Marine Science*, 1 - 11.

- PIRY, S., ALAPETITE, A., CORNUET, J.-M., PAETKAU, D., BAUDOUIN, L. & ESTOUP, A. 2004. GeneClass2: A Software for Genetic Assignment and First-Generation Migrant Detection. *Journal of Heredity*, 95, 536 - 539.
- PRITCHARD, J. K., STEPHENS, M. & DONNELLY, P. 2000. Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics* 155, 945-959.
- RANNALA, B. & MOUNTAIN, J. L. 1997. Detecting immigration by using multilocus genotypes. *Proc Natl Acad Sci USA*, 94, 536 - 539.
- WAPLES, R. S. & ANDERSON, E. C. 2017. Purging putative siblings from population genetic data sets: a cautionary view. *Molecular Ecology*, 26.

Tables

Table 1: Summary data for the three fjord systems.

Fjord system	River Name	No. Genotyped	No. Samples	No. alleles	Allelic richness	Year sampled	Sample type	Stage	Source	Stocking
Boknafjord	Figgjo	89	89	388	7.96	2006	DNA	juvenile	IMR	Yes
	Høleåna	103	92	309	6.96	2017	fin clip	juvenile	IMR	No
	Forsandåna	108	98	343	7.45	2017	fin clip	juvenile	IMR	No
	Espedalselva	234	231	435	8.01	2009, 2016	DNA & scale	juvenile & adult	IMR & RB	Historical
	Dirdalselva	115	110	410	8.11	2015, 2016	scale	adult	RB	No
	Frafjordelva	76	76	375	8.01	2009	DNA	juvenile	IMR	Historical
	Lyseelva	67	66	351	7.73	2009	DNA	juvenile	IMR	No
	Jørpeland	33	31	296	7.76	2016	scale	adult	RB	Histprical
	Årdalselva	204	196	403	7.88	2009, 2017	DNA & fin clip	juvenile	IMR & RB	Yes
	Hjelmeland	105	105	357	7.56	2017	fin clip	juvenile	IMR	No
	Vormo	194	176	406	7.89	2009, 2014	DNA & scale	juvenile & adult	IMR & RB	No
	Førre	132	106	339	7.41	2014, 2015	scale	juvenile	RB	No
	Ulla	121	100	372	7.85	2014, 2015	scale	juvenile	RB	Yes
	Hålandselva	47	45	322	7.78	2016	scale	adult	RB	No
	Suldalslågen	213	171	381	7.53	2010, 2007	DNA & scale	juvenile	IMR & RB	Yes
	Storelva i Sauda	13	13	192	6.43	2017	fin clip	juvenile	IMR	No
	Vikedalselva	82	82	341	7.58	2006	DNA	juvenile	IMR	No
	Rødneelva	109	96	371	7.87	2017	fin clip	juvenile	IMR	No
Hardangerfjord	Oselva	98	73	332	9.64	2015, 2016	scale & fin clip	juvenile	IMR & RB	Historical
	Tysse	150	127	326	9.19	2014, 2015	scale	juvenile	RB	No
	Steindal	60	60	346	10.39	2017	fin clip	juvenile	IMR	Yes
	Eidfjord	118	99	358	9.88	2014, 2017	fin clip	juvenile	IMR & RB	Yes
	Opo	58	56	328	9.91	2014	fin clip	juvenile	RB	Yes
	Æneselv	43	35	306	9.62	2014	scale	juvenile	RB	No
	Rosendal	34	33	320	10.33	2017	fin clip	juvenile	IMR	Yes
	Omvik	76	65	335	9.90	2011, 2017	fin clip	juvenile	IMR & RB	No
	Uskedal	98	92	366	10.10	2017	fin clip	juvenile	IMR	No
	Etne	149	149	410	10.51	2013	DNA	adult	IMR	Yes
Sognefjord	Ytredalselva	106	95	332	8.74	2017	fin clip	juvenile	IMR	No
	Daleelva	98	87	386	9.73	2001/2002	DNA	adult	IMR & RB	Yes
	Vikja	64	61	375	9.87	2006/2008	DNA	juvenile	IMR & RB	Yes
	Sogndalselva	75	45	297	8.72	2017	fin clip	juvenile	IMR	No
	Årøyelva	81	34	295	9.10	2007	DNA	adult	IMR & RB	Yes
	Nærøydal	57	56	317	8.83	2003/2004	DNA	adult	IMR & RB	No
	Flåmselva	74	68	336	8.86	2007	DNA	juvenile	IMR & RB	No
	Aurland	100	61	290	8.03	2007	fin clip	juvenile	IMR	Yes

	Lærdalselva	51	50	313	8.78	2017	fin clip	juvenile	IMR	Yes
	Mørkridselva	119	23	265	8.16	2017	fin clip	juvenile	IMR	No
Boknafjord	Trawl	213	201	436	8.06	2017	fin clip	smolt	IMR	
Hardangerfjord	Trawl	291	272	451	10.78	2017	fin clip	smolt	IMR	
Sognefjord	Trawl	226	183	427	9.56	2017	fin clip	smolt	IMR	

Table 2: Pairwise FST (below diagonal) and P-values after 10000 permutations (above diagonal) for each fjord system. A: Boknafjord; B: Hardangerfjord; C: Sognefjord.

A	Figgjo	Høleåna	Forsand	Espedal	Dirdal	Frafjord	Lyse	Jørpeland	Årdal	Hjelmeland	Vormo	Førre	Ulla	Håland	Suldals	Sauda	Vikedal	Rødne
Figgjo	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Høleåna	0.017	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Forsand	0.016	0.022	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Espedal	0.014	0.017	0.009	-	0.016	0.000	0.000	0.763	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Dirdal	0.012	0.019	0.010	0.001	-	0.000	0.000	0.986	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.039	0.000	0.000	0.000	0.000
Frafjord	0.011	0.017	0.010	0.003	0.003	-	0.000	0.378	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Lyse	0.017	0.022	0.012	0.005	0.006	0.006	-	0.083	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jørpeland	0.007	0.010	0.007	0.000	0.000	0.000	0.002	-	0.907	0.000	0.136	0.001	0.836	0.000	0.000	0.000	0.003	0.031
Årdal	0.009	0.016	0.009	0.001	0.001	0.002	0.004	-0.002	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000
Hjelmeland	0.015	0.026	0.016	0.010	0.012	0.012	0.019	0.009	0.012	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Vormo	0.010	0.019	0.011	0.006	0.005	0.006	0.010	0.001	0.005	0.011	-	0.000	0.000	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000
Førre	0.025	0.032	0.018	0.009	0.010	0.013	0.011	0.009	0.010	0.024	0.012	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ulla	0.009	0.017	0.008	0.003	0.002	0.004	0.006	-0.002	0.002	0.013	0.002	0.009	-	0.063	0.000	0.000	0.000	0.000
Håland	0.008	0.019	0.012	0.005	0.002	0.006	0.009	0.011	0.002	0.005	0.002	0.013	0.002	-	0.000	0.000	0.000	0.000
Suldals	0.026	0.034	0.018	0.012	0.012	0.014	0.014	0.012	0.012	0.026	0.016	0.019	0.012	0.015	-	0.000	0.000	0.000
Sauda	0.029	0.048	0.032	0.031	0.029	0.031	0.031	0.028	0.027	0.042	0.031	0.045	0.026	0.032	0.043	-	0.000	0.000
Vikedal	0.017	0.027	0.013	0.007	0.008	0.007	0.011	0.005	0.008	0.017	0.009	0.015	0.008	0.013	0.022	0.036	-	0.000
Rødne	0.012	0.018	0.012	0.006	0.007	0.006	0.010	0.003	0.007	0.014	0.008	0.018	0.008	0.009	0.019	0.035	0.012	-

B	Oselva	Tysse	Steindal	Eidfjord	Opo	Aneselv	Rosendal	Omvik	Uskedal	Etne
Oselva	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Tysse	0.017	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Steindal	0.019	0.016	-	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
Eidfjord	0.017	0.015	0.004	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Opo	0.019	0.018	0.007	0.012	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Aneselv	0.015	0.014	0.006	0.012	0.010	-	0.005	0.001	0.000	0.009
Rosendal	0.018	0.015	0.008	0.008	0.011	0.007	-	0.000	0.000	0.001
Omvik	0.017	0.018	0.010	0.015	0.013	0.007	0.008	-	0.000	0.000
Uskedal	0.014	0.013	0.007	0.010	0.011	0.007	0.008	0.010	-	0.000
Etne	0.008	0.013	0.008	0.011	0.009	0.003	0.005	0.008	0.005	-

C	Ytredal	Daleelva	Vikja	Sogndal	Årøyelva	Nærøydal	Flåmselva	Aurland	Lærdal	Mørkrids
Ytredal	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Daleelva	0.011	-	0.067	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Vikja	0.010	0.002	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.017
Sogndal	0.027	0.012	0.010	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Årøyelva	0.030	0.021	0.013	0.023	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Nærøydal	0.021	0.008	0.007	0.014	0.025	-	0.000	0.000	0.001	0.002
Flåmselva	0.030	0.017	0.015	0.017	0.027	0.011	-	0.000	0.000	0.000
Aurland	0.049	0.039	0.039	0.054	0.071	0.047	0.048	-	0.000	0.000
Lærdal	0.021	0.010	0.005	0.014	0.018	0.007	0.015	0.050	-	0.105
Mørkrids	0.018	0.013	0.005	0.020	0.023	0.009	0.019	0.054	0.003	-

Table 3: Percentage of the baseline samples that were assigned to each river within each fjord system by the Self-Assignment test in GeneClass in order to evaluate the accuracy of the baselines for each fjord system. The diagonal (in bold) represents the percentage of individuals that were correctly self-assigned by the program. The tables should be read from left to right. A: Boknafjord; B: Hardangerfjord; C: Sognefjord.

A	Figgjo	Høleåna	Forsand	Espedals	Dirdals	Frafjord	Lyse	Jørpeland	Årdalselva	Hjelmeland	Vormo	Førre	Ulla	Håland	Suldals	Sauda	Vikedal	Rødne
Figgjo	61.80	3.37	1.12	3.37	4.49	3.37	0.00	0.00	6.74	1.12	6.74	0.00	5.62	0.00	0.00	0.00	0.00	2.25
Høleåna	3.26	71.74	1.09	5.43	1.09	1.09	3.26	2.17	4.35	0.00	2.17	0.00	0.00	0.00	1.09	0.00	0.00	3.26
Forsand	0.00	0.00	76.53	4.08	3.06	1.02	1.02	0.00	3.06	1.02	6.12	0.00	1.02	0.00	0.00	0.00	1.02	2.04
Espedals	1.30	1.30	1.73	36.36	10.39	9.52	4.33	1.30	13.85	2.16	4.76	1.30	4.76	1.30	1.73	0.00	3.46	0.43
Dirdals	0.00	0.00	0.00	21.82	37.27	4.55	2.73	0.00	12.73	0.91	4.55	0.91	4.55	1.82	2.73	0.00	2.73	2.73
Frafjord	3.95	1.32	1.32	17.11	9.21	28.95	3.95	0.00	10.53	1.32	6.58	0.00	5.26	1.32	2.63	0.00	6.58	0.00
Lyseelva	3.03	0.00	4.55	15.15	4.55	7.58	39.39	0.00	6.06	4.55	6.06	0.00	0.00	1.52	3.03	0.00	0.00	4.55
Jørpeland	0.00	6.45	0.00	12.90	12.90	9.68	3.23	16.13	6.45	0.00	12.90	0.00	6.45	3.23	0.00	0.00	3.23	6.45
Årdalselva	1.53	0.00	0.51	16.84	10.71	5.61	3.06	0.00	39.80	1.53	6.12	1.02	5.10	2.04	0.51	0.00	2.55	3.06
Hjelmeland	4.76	0.00	0.95	6.67	2.86	0.95	1.90	1.90	2.86	62.86	6.67	0.00	1.90	1.90	0.00	0.00	0.00	3.81
Vormo	2.27	0.57	1.14	8.52	8.52	2.27	1.14	1.14	5.11	2.27	51.70	0.57	5.68	2.27	0.57	0.00	2.27	3.98
Førre	0.94	0.00	0.00	3.77	1.89	1.89	0.94	0.00	3.77	0.00	7.55	71.70	2.83	2.83	0.94	0.00	0.00	0.94
Ulla	9.00	0.00	1.00	7.00	5.00	2.00	0.00	4.00	7.00	0.00	8.00	0.00	49.00	1.00	3.00	0.00	2.00	2.00
Håland	6.67	0.00	0.00	6.67	2.22	6.67	2.22	0.00	6.67	6.67	11.11	2.22	6.67	35.56	2.22	0.00	0.00	4.44
Suldals	0.58	0.00	0.58	4.09	4.09	2.34	2.34	0.58	2.34	0.00	1.75	0.00	1.75	0.58	76.61	0.00	1.75	0.58
Sauda	0.00	0.00	0.00	7.69	0.00	0.00	0.00	0.00	7.69	7.69	7.69	0.00	7.69	0.00	0.00	61.54	0.00	0.00
Vikedal	1.22	0.00	1.22	4.88	4.88	6.10	2.44	2.44	4.88	0.00	4.88	0.00	0.00	0.00	1.22	0.00	63.41	2.44
Rødneelva	3.13	0.00	1.04	5.21	3.13	6.25	2.08	1.04	3.13	1.04	5.21	1.04	4.17	2.08	2.08	0.00	0.00	59.38

B	Oselva	Tysse	Steindal	Eidfjord	Opo	Aneselv	Rosendal	Omvik	Uskedal	Etne
Oselva	71.23	2.74	2.74	2.74	0.00	1.37	0.00	1.37	2.74	15.07
Tysse	2.36	85.04	2.36	0.79	0.79	2.36	0.79	0.00	3.15	2.36
Steindal	1.67	3.33	48.33	21.67	6.67	3.33	1.67	5.00	3.33	5.00
Eidfjord	0.00	1.01	15.15	72.73	1.01	1.01	0.00	2.02	4.04	3.03
Opo	1.79	0.00	16.07	7.14	44.64	3.57	7.14	1.79	5.36	12.50
Æneselv	2.86	2.86	11.43	2.86	2.86	28.57	2.86	5.71	14.29	25.71
Rosendal	0.00	6.06	3.03	3.03	3.03	6.06	24.24	6.06	12.12	36.36
Omvik	0.00	1.54	1.54	1.54	0.00	10.77	1.54	67.69	7.69	7.69
Uskedal	1.09	1.09	2.17	5.43	1.09	3.26	6.52	2.17	65.22	11.96
Etne	2.68	0.67	2.01	3.36	4.03	4.03	0.67	2.01	6.04	74.50

C	Ytredal	Daleelva	Vikja	Sogndal	Årøyelva	Nærøydal	Flåmselva	Aurland	Lærdal	Mørkrid
Ytredalselva	77.89	12.63	7.37	0.00	1.05	0.00	0.00	0.00	1.05	0.00
Daleelv	5.75	55.17	24.14	2.30	2.30	6.90	0.00	1.15	1.15	1.15
Vikja	3.28	31.15	39.34	1.64	3.28	8.20	8.20	0.00	4.92	0.00
Sogndalselva	2.22	8.89	6.67	68.89	4.44	4.44	0.00	0.00	4.44	0.00
Årøyelva	0.00	11.76	5.88	5.88	61.76	11.76	2.94	0.00	0.00	0.00
Nærøydalselva	0.00	10.71	7.14	0.00	3.57	55.36	1.79	0.00	21.43	0.00
Flåmselva	0.00	8.82	4.41	0.00	0.00	11.76	69.12	2.94	2.94	0.00
Aurland	0.00	18.03	4.92	0.00	3.28	1.64	3.28	67.21	1.64	0.00
Lærdalselva	0.00	8.00	10.00	2.00	4.00	18.00	8.00	0.00	48.00	2.00
Mørkridselva	0.00	17.39	4.35	0.00	0.00	21.74	8.70	0.00	13.04	34.78

Table 4: Direct assignment comparisons of the trawl samples between Geneclass and ONCOR for the three fjord systems. A: Boknafjord; B: Hardangerfjord; C: Sognefjord. In agreement; the number of individuals directly assigned to each river by both Geneclass and ONCOR, >70; the number of individuals in agreement and where Geneclass had an assignment score above 70.

A	Geneclass		ONCOR		In Agreement		>70	
	Number	%	Number	%	Number	%	Number	%
Figgjo	15	7.46	17	8.46	14	8.86	11	10.38
Høleåna	11	5.47	12	5.97	11	6.96	10	9.43
Forsand	6	2.99	3	1.49	3	1.90	3	2.83
Espedal	31	15.42	55	27.36	31	19.62	13	12.26
Dirdal	14	6.97	13	6.47	10	6.33	4	3.77
Frafjord	13	6.47	6	2.99	5	3.16	3	2.83
Lyse	6	2.99	5	2.49	5	3.16	3	2.83
Jørpeland	3	1.49	3	1.49	3	1.90	3	2.83
Årdal	16	7.96	15	7.46	11	6.96	4	3.77
Hjelmeland	4	1.99	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Vormo	14	6.97	16	7.96	14	8.86	7	6.60
Førre	2	1.00	1	0.50	1	0.63	1	0.94
Ulla	10	4.98	11	5.47	7	4.43	5	4.72
Håland	6	2.99	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Suldals	42	20.90	43	21.39	42	26.58	37	34.91
Sauda	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Vikedal	3	1.49	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Rødne	5	2.49	1	0.50	1	0.63	1	0.94
Total	201		201		158		105	
B								
Oselva	5	1.84	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Tysse	3	1.10	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Steindal	14	5.15	6	2.21	6	2.93	5	2.99
Eidfjord	22	8.09	16	5.88	15	7.32	14	8.38
Opo	15	5.51	7	2.57	6	2.93	4	2.40
Aneselv	14	5.15	6	2.21	6	2.93	6	3.59
Rosendal	9	3.31	2	0.74	2	0.98	2	1.20
Omvik	16	5.88	6	2.21	6	2.93	5	2.99
Uskedal	34	12.50	28	10.29	24	11.71	19	11.38
Etne	140	51.47	201	73.90	140	68.29	112	67.07
Total	272		272		205		167	
C								
Ytredal	10	4.67	9	4.21	9	4.69	9	5.73
Daleelva	48	22.43	57	26.64	48	25.00	37	23.57
Vikja	28	13.08	28	13.08	26	13.54	21	13.38
Sogndal	11	5.14	6	2.80	6	3.13	6	3.82
Årøyelva	16	7.48	14	6.54	13	6.77	12	7.64
Nærøydal	39	18.22	46	21.50	39	20.31	32	20.38
Flåmselva	13	6.07	7	3.27	7	3.65	7	4.46
Aurland	2	0.93	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Lærdal	43	20.09	46	21.50	43	22.40	32	20.38
Mørkrids	4	1.87	1	0.47	1	0.52	1	0.64
Total	214		214		192		157	

Table 5: Summary of the comparison of direct assignment for trawl fish with external or PIT tags between GeneClass and ONCOR.

Fjord system	Number of tags	Tag type	Origin of tags	Number assigned correctly		Number in agreement	Comments
				GeneClass	ONCOR		
Boknafjord	10	External tags	Imsa	0 (7 assigned to Høleåna)	0 (8 assigned to Høleåna)	7	Imsa was not in the baseline
Hardangerfjord	1	PIT tags	Eidfjord	0	0	1	Assigned to Æneselva
Hardangerfjord	5	PIT tags	Guddal	0	0	4	Guddal was not in the baseline
Hardangerfjord	21	PIT tags	Etne	13	20	14	
Sognefjord	9	PIT tags	Årøyelva	3	3	3	

Some of the fish captured in the trawls had external or PIT tags, and thus had known origins therefore we were able to test the accuracy of the genetic assignment by comparing the direct assignment results to the tags.

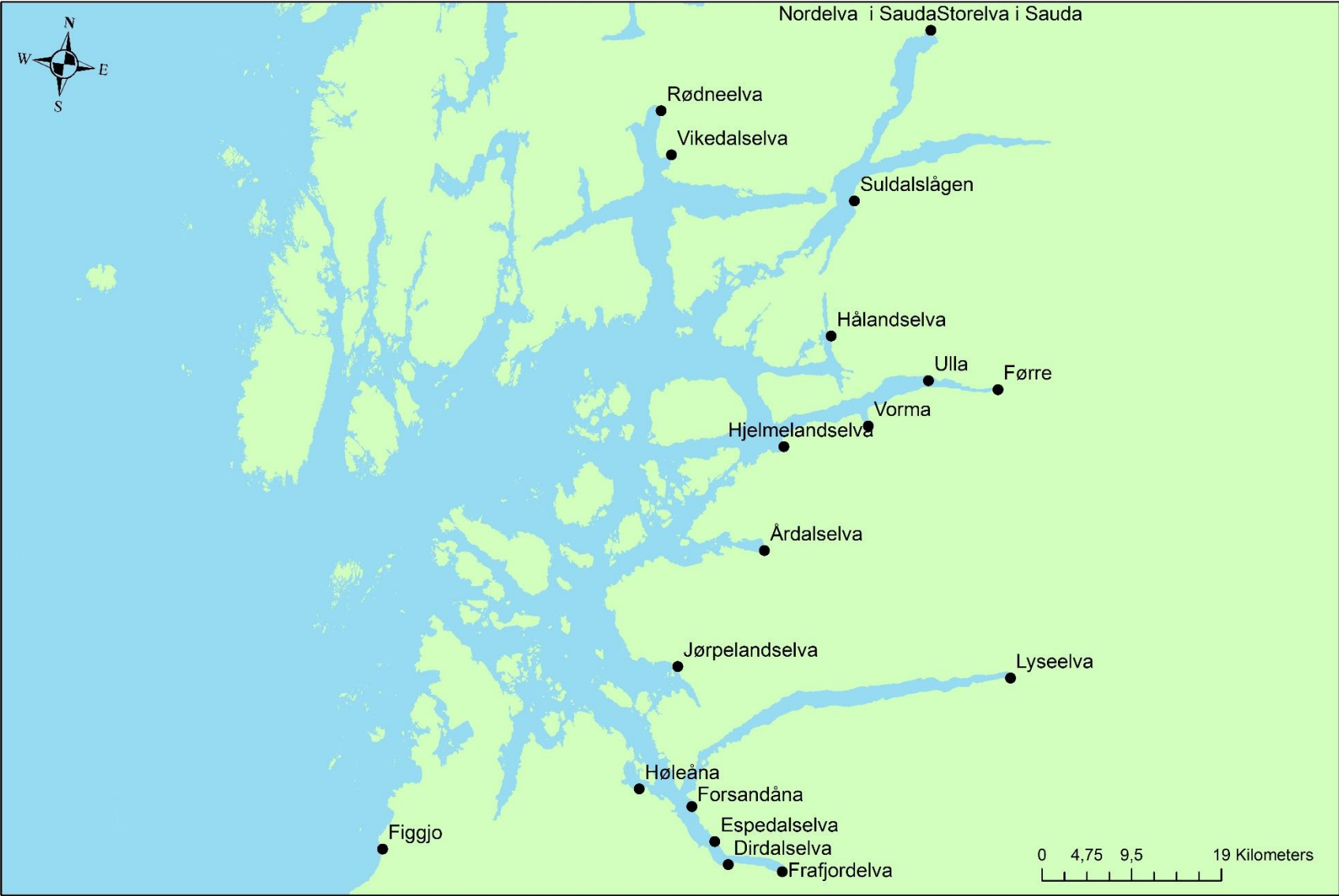


Figure 1. Map of Boknafjord indicating the rivers included in the baseline.

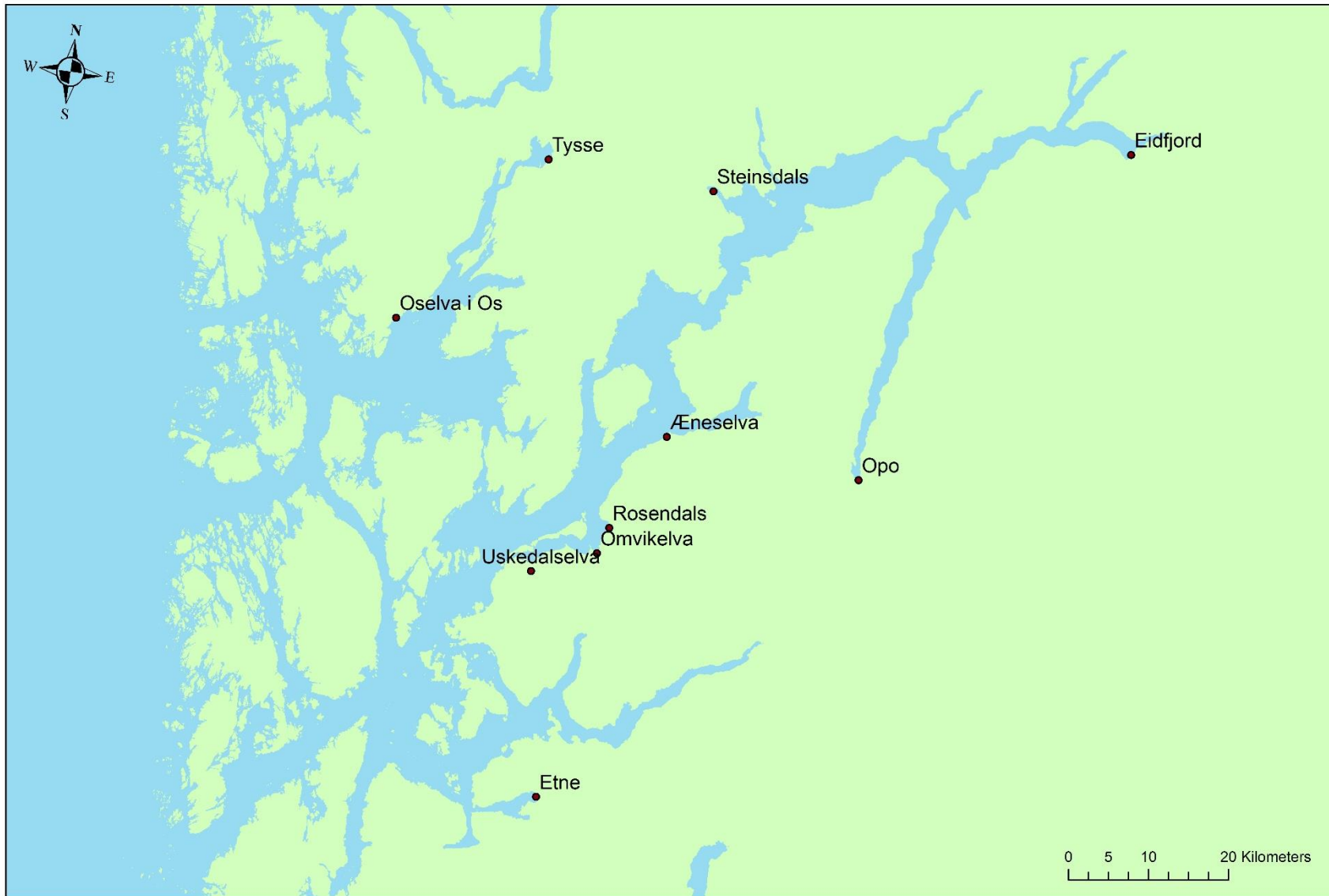


Figure 2. Map of Hardangerfjord indicating the rivers included in the baseline.



Figure 3. Map of Sognefjord indicating the rivers included in the baseline.

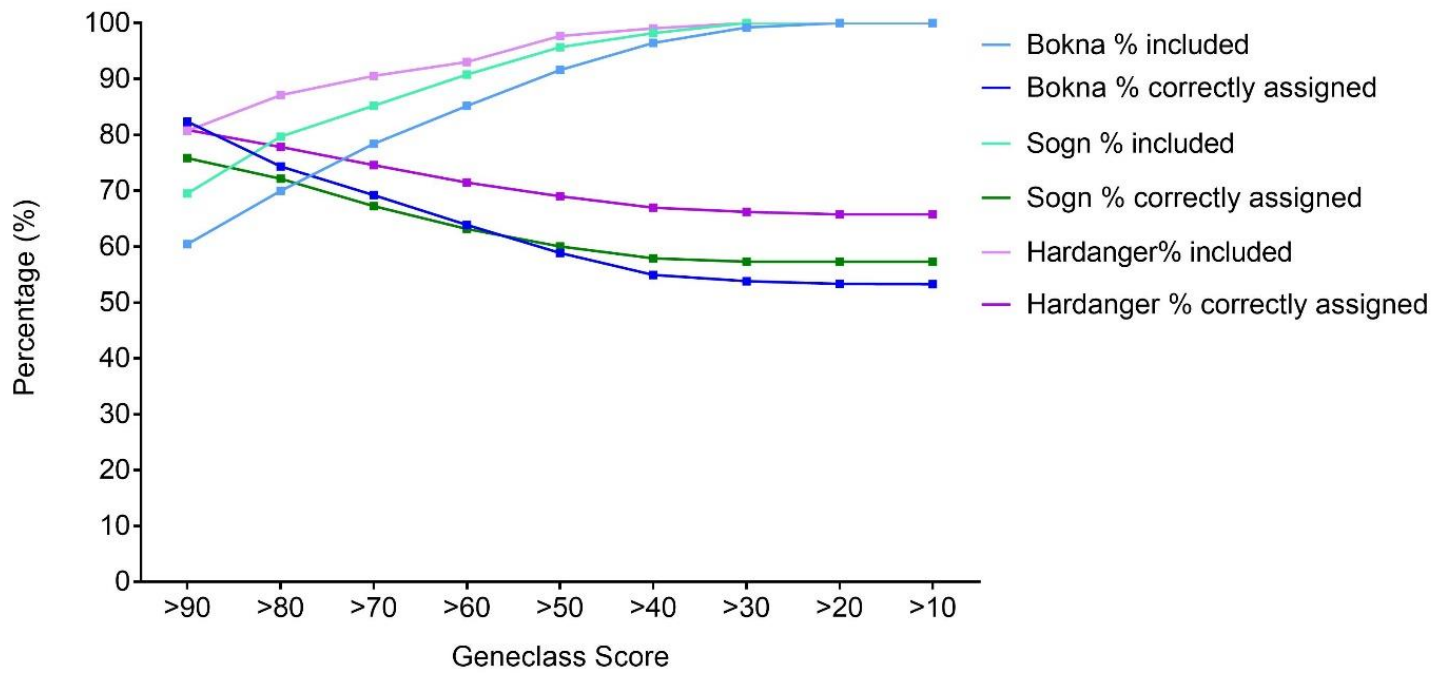


Figure 4: Percentage of individuals included in the baseline and percentage of individuals correctly assigned to the baseline as the cut-off for the assignment score is changed for each fjord system using the results from the Self-Assignment test in GeneClass. A cut-off score of 70 was chosen for the direct assignment of trawl individuals.

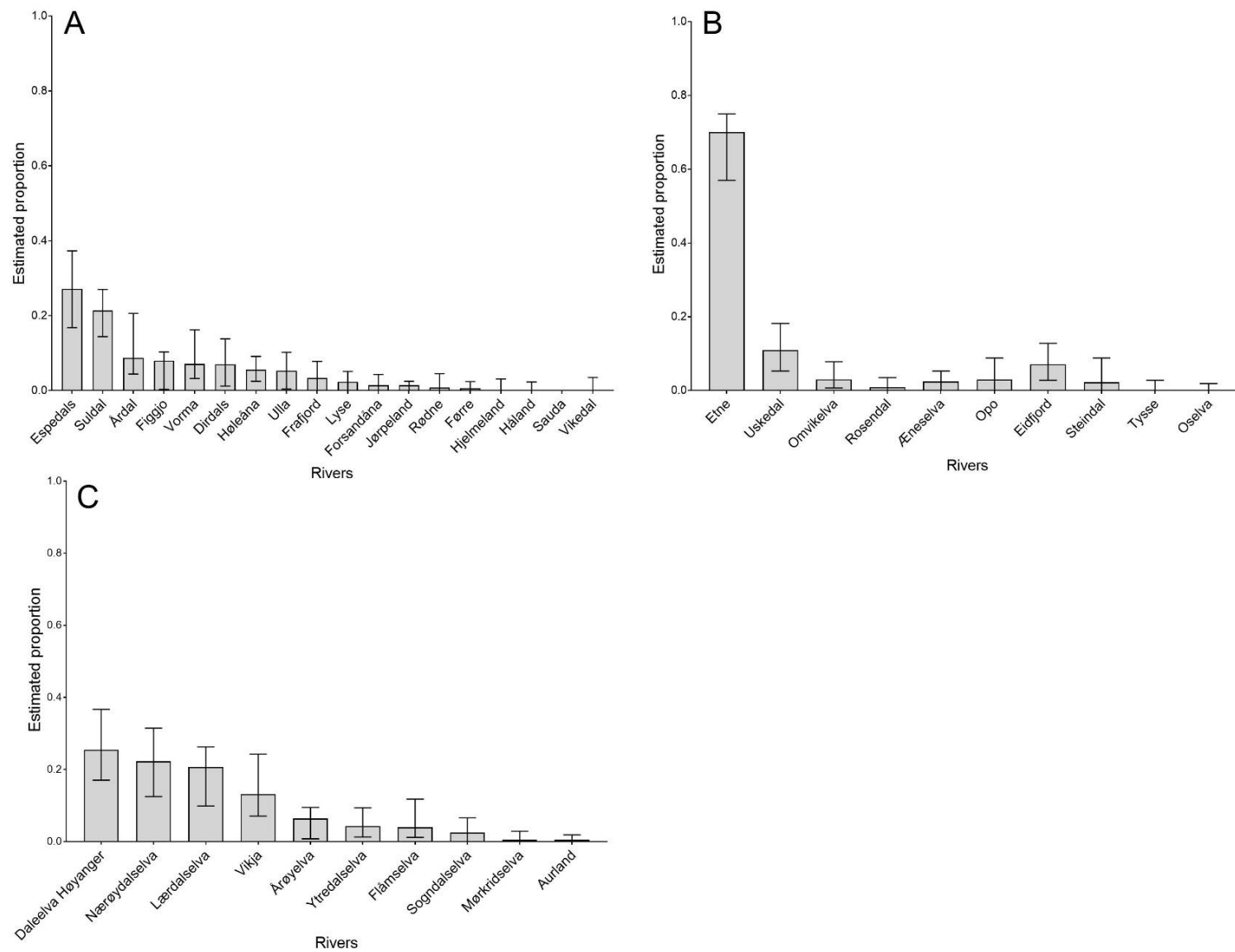
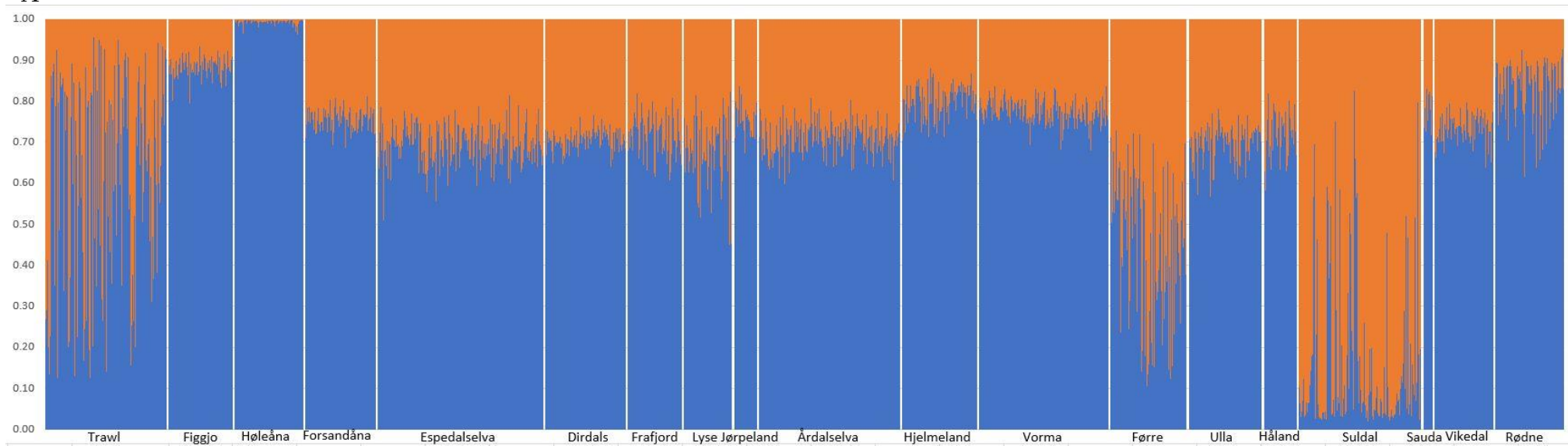
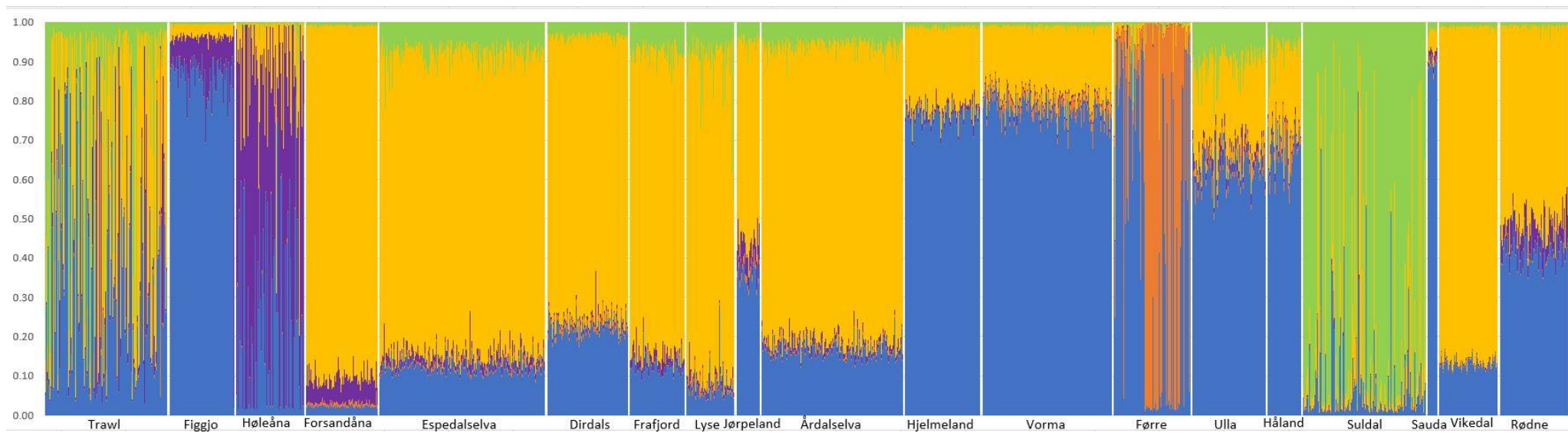


Figure 5: The mixed fishery stock composition of the trawl samples from each fjord system estimated by ONCOR using the baseline samples. A: Boknafjord; B: Hardangerfjord; C: Sognefjord.

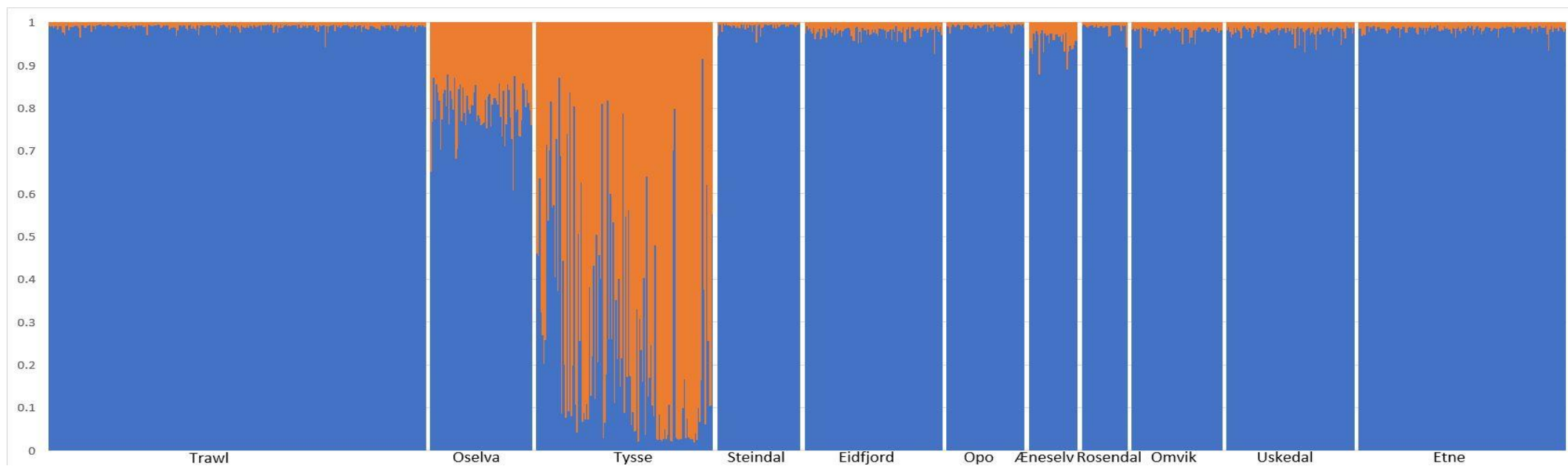
A



B



C



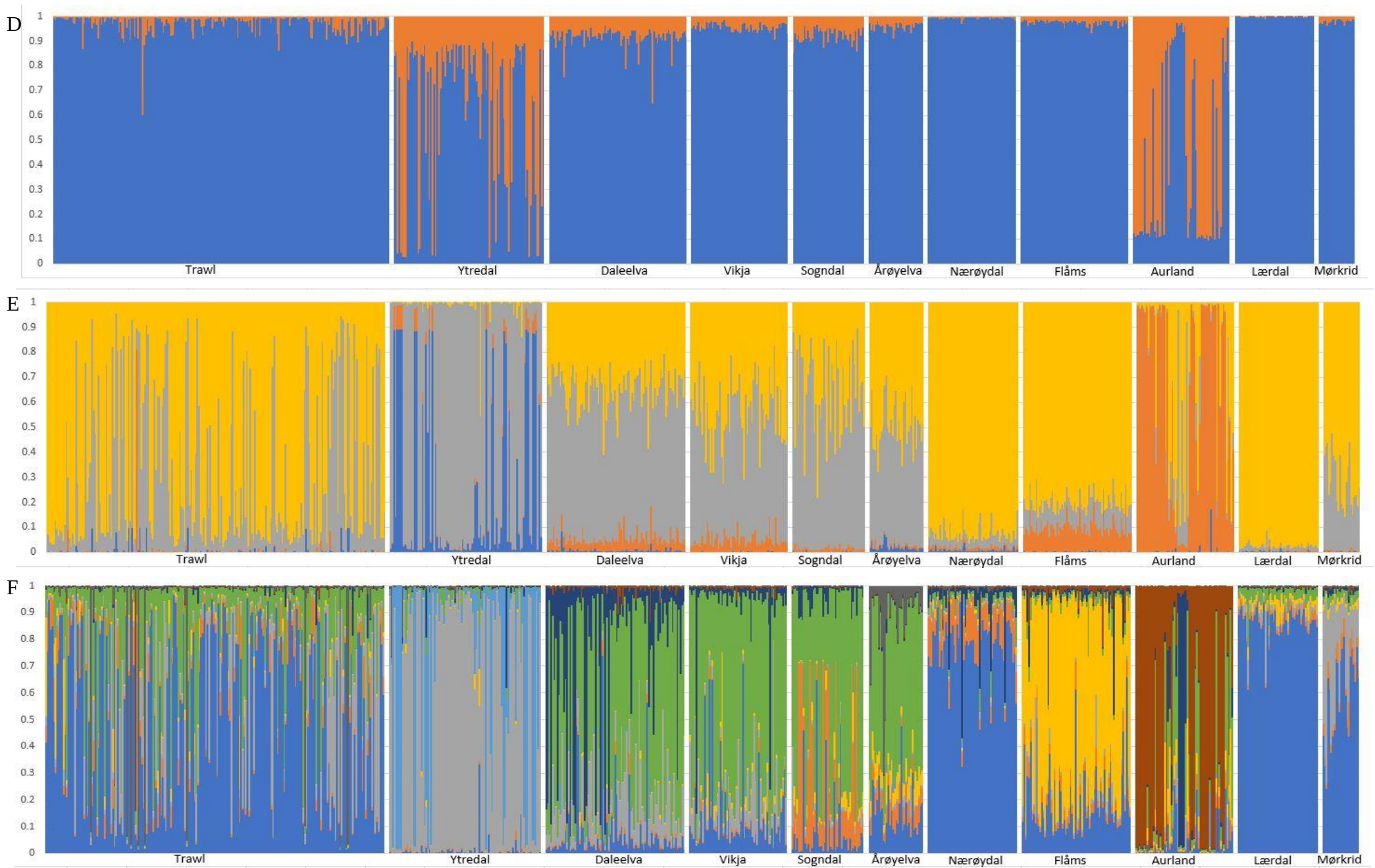


Figure 6: Bar plot clusters for Boknafjord where $K = 2$ (A), $K = 5$ (B), Hardangerfjord where $K = 2$ (C), and Sognefjord where $K = 2$ (D), $K = 4$ (E), $K = 9$ (F) 28