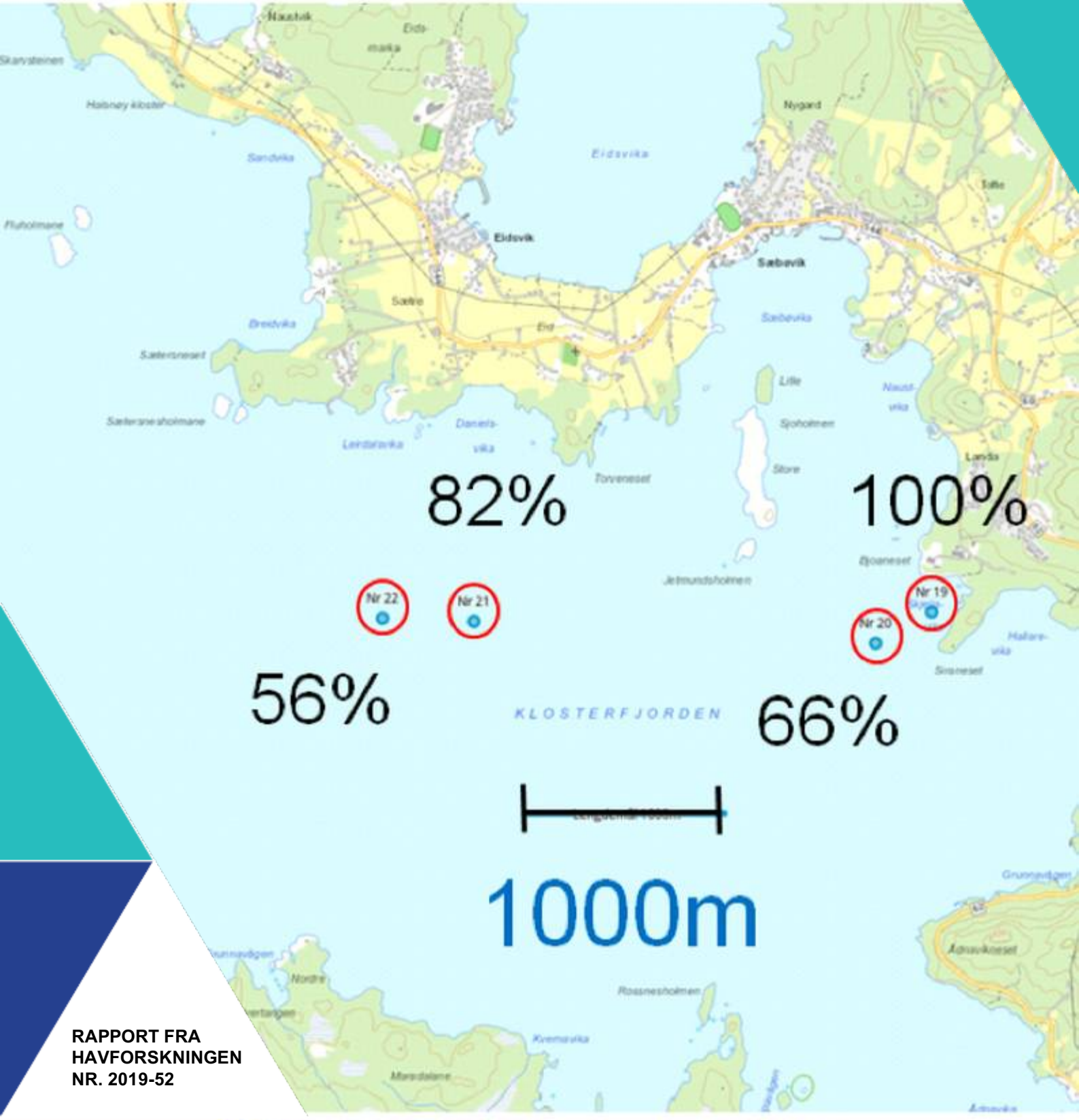




PÅVIRKNING FRA LAKSELUS PÅ VILL LAKSEFISK

ROC, estimert fra luselarvefelt med stor variabilitet

Anne Dagrun Sandvik, Jofrid Skardhamar, Mari Skuggedal Myksvoll, Morten D Skogen og Lars Asplin (HI)



Tittel (norsk og engelsk):

Påvirkning fra lakselus på vill laksefisk
Impact from salmon lice on wild salmonids

Undertittel (norsk og engelsk):

ROC, estimert fra luselarvefelt med stor variabilitet
ROC, estimated from salmon lice maps with high spatial and temporal variability

Rapportserie:

Rapport fra Havforskningen
ISSN:1893-4536

År - Nr.:

2019-52

Dato:

10.10.2019

Forfatter(e):

Anne Dagrund Sandvik, Jofrid Skardhamar, Mari Skuggedal Myksvoll,
Morten D Skogen og Lars Asplin (HI)

Forskningsgruppeleder(e): Jan Erik Stiansen (Oseanografi og klima)
Godkjent av: Forskningsdirektør(er): Geir Lasse Taranger
Programleder(e): Terje Svåsand

Distribusjon:

Åpen

Prosjektnr:

14650-03

Program:

Akvakultur

Forskningsgruppe(r):

Oseanografi og klima

Antall sider:

24

Sammendrag (norsk):

For å beregne hvor i fjordene og langs kysten der er så mye lakselus i vannmassene at det vil gjøre skade på ville laksefisker som svømmer gjennom eller oppholder seg i området har vi utviklet en metode som regner om fra luselarver i vannmassene til lus på fisk som står i smoltbur. Resultatene er presenter som horisontale kart i tre kategorier og tidsserier. I de områdene der det finnes smoltburdata for 2019 er resultatene sammenlignet, og det er i stor grad overenstemmelse mellom de to datasettene.

Rapporten er Appendiks V til hovedrapporten om "Vurdering av lakseindusert dødelighet per produksjonsområde i 2019".

Sammendrag (engelsk):

To calculate where in the fjords and along the coast there is so much salmon lice larvae in the water masses that it will have high impact on wild salmonides swimming through or staying in the area, we have developed a method which transforms lice larvae in the water masses to lice fish in smolt cages. The results are presented as horizontal maps in three categories and time series. In the areas where data from smolt cages were available for 2019, the results have been compared and are relatively consistent between the two data sets.

Innhold

1	Bakgrunn	5
2	Metode - ROC (Relative Operating Characteristic)	6
3	Resultat 2019	7
3.1	PO 1: Svenskegrensa til Jæren	8
3.2	PO 2: Ryfylke	9
3.3	PO 3: Karmøy til Sotra	10
3.4	PO 4: Nordhordland til Stadt	11
3.5	PO 5: Stadt til Hustadvika	12
3.6	PO 6: Nordmøre og Sør-Trøndelag	13
3.7	PO 7: Nord-Trøndelag med Bindal	14
3.8	PO 8: Helgeland til Bodø	15
3.9	PO 9: Vestfjorden og Vesterålen	16
3.10	PO 10: Andøya til Senja	17
3.11	PO 11: Kvaløya til Loppa	18
3.12	PO 12: Vest-Finnmark	19
3.13	PO 13: Øst-Finnmark	20
4	Sammenligning med burdata i PO2, PO3, PO4 og PO7	21
5	Referanser	23

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 ved å benytte en høyoppløselig sirkulasjonsmodell kombinert med modell for lakselus. Denne informasjonen kan enkelt benyttes til å se på relative forskjeller mellom områder og år, men kan være vanskelig å tolke i forhold til hvor stort det absolutte smittepresset er. Vi har derfor utarbeidet **to** produkter som begge er en **tolkning** av kopepodittkonsentrasjonen. Det ene produktet kaller vi *virtuell smoltutvandring* som er beskrevet i en egen rapport (Appendix VI til hovedrapporten om "Vurdering av lakseindusert dødelighet per produksjonsområde i 2019"), og det andre kaller vi *kalibrert smittepresskart (ROC)* som er beskrevet i denne rapporten.

Det kalibrerte smittepresskartet tar utgangspunkt i den romlige fordelingen av modellerte lakselus-koepoditter, og smittepresset på vill laksefisk er beregnet ved å benytte observerte lusepåslag i såkalte vaktbur til å kalibrere modellen. Benevnelsen ROC (Relative Operating Characteristic) kommer fra metoden som er benyttet til å beregne parameterne for smittepresset og er beskrevet i Sandvik mfl. 2016 (se også Mason 2003). Smittepresskartet som fremkommer kan lettest tolkes som resultatet der vi har utplassert virtuelle vaktbur i et finmasket rutenett i hele fjordsystemet og langs kysten.

Metoden, slik den så langt har blitt benyttet i rådgivningen fram til 2019, har hatt grenseverdiene 1 for lav til moderat påvirkning og 10 lus som grense mellom moderat og høy påvirkning. Disse har blitt satt på bakgrunn av konservativ empiri, slik at vi skal være rimelig sikre på effektene over og under. Metoden har høsten 2019 blitt videreutviklet slik at vi nå kan velge en vilkårlig lusegrense, og i denne rapporten viser vi resultat der grenseverdiene er satt til 2 og 6 lus, i samsvar med grenseverdiene som er benyttet i de andre vurderingene i denne rapporten (basert på Taranger mfl. (2015)). Grenseverdiene er usikre, og 6 lus per fisk er sannsynligvis en for lav verdi når vi summerer over 30 dager. Vi har derfor også gjort en sensitivitetsanalyse der grenseverdien ble doblet til 12 lus per fisk.

Modellen som blir benyttet i rådgivningen er satt opp på et gitter der hver rute er 800m x 800m. For utvalgte områder langs kysten har vi også satt opp en modell med et enda finere gitter (160m x 160m). Denne finere modellen er foreløpig ikke like godt testet mot observasjoner som det 800m modellen er, men de foreløpige testene som er utført tyder på at forskjellene først og fremst er lokale. Vi har derfor i dette arbeidet valgt å benytte resultat fra 800m modellen, og dermed samme metode langs hele kysten.

2 - Metode - ROC (Relative Operating Characteristic)

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 (og noen andre fjorder). Smoltburene, også kalt vaktbur, er små bur med ca. 30 laksesmolt (oppdrettet) per bur som er utplassert på forskjellige steder i fjorden i en kortere periode (to - tre uker). I løpet av denne perioden vil det kunne feste seg lakselus på smolten, og med dagens metodikk mener vi (på grunn av at vi her vet hvor fisken har vært og hvor lenge den har vært der) at dette er det beste/sikreste estimatet vi kan benytte for observert lusepress i vannmassene. En direkte sammenheng mellom fisk som vandrer i fjorden og fisk som står fast på et bestemt sted (bur) er imidlertid ikke etablert.

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 middelværdien for det enkelte bur når vi skal sammenligne med tilsvarende data fra modellen. For et forvaltningssystem vil det viktigste være å kartlegge de områdene langs kysten som har et forhøyet smittepress. Smoltburdataene fra 2012-2017 ble derfor delt i 2 kategorier (over og under 10 lus per fisk) og ble videre benyttet til kalibrering av den modellerte kopepodittkonsentrasjonen til to smittepressklasser. Metoden er beskrevet i Sandvik mfl. (2016) og benytter seg av et område (3x3 gridceller) rundt smoltburposisjonen når smittepresset skal beregnes. I Sandvik mfl. (2019) er metoden videreutviklet til å inkludere flere klasser, og vi har benyttet metoden til også å bestemme hvilke områder som var uten påvirkning fra oppdrett 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.

Metoden slik den er benyttet i trafikklysvurderingen 2019

I denne rapporten viser vi resultat der grenseverdiene er satt til 2 og 6 lus, i samsvar med grenseverdiene som er benyttet i de andre vurderingene i denne rapporten (basert på Taranger mfl. 2015). Grenseverdiene er imidlertid usikre, og 6 lus per fisk er sannsynligvis en for lav verdi når vi summerer over 30 dager. Vi har derfor også gjort en sensitivitetsanalyse der grenseverdien ble doblet til 12 lus per fisk.

Metoden blir benyttet til å tegne smittepresskart over et område og i en periode, der rødt, gult og grønt betegner at den ville laksefisk er utsatt for høyt, middels eller lavt smittepress. Disse kartene har blitt benyttet som et viktig verktøy for å si noe om lakselusen sin påvirkning på den ville laksefisk i et gitt område (innen POet). I tillegg trenger vi et mål som skal gjelde for hele produksjonsområdet. Da har vi, basert på verdier som er integrerte i tid og rom, definert en indeks som gjelder for et helt produksjonsområde. Vi beregner først en glidende 30 dagers sum av størrelsen på områdene med ulike smittepress. Videre er størrelsen på disse områdene vektet mot størrelsen på arealet som er avgrenset av en linje som ligger 9,6 km fra land (12 gridpunkt x 800m, se figur 1 – 13 for utstrekning av det totale arealet). Videre har vi antatt at risikoen for høy påvirkning innen området med middels smittepress er 50%. Et samlet estimat (indeks) for risiko for høy påvirkning for hele området kan da grovt beregnes som: sum areal med høyt smittepress (rødt) + halvparten av arealet med middels smittepress (gult). Verdien i kolonnen "HI smittepress" er satt på bakgrunn av en samlet vurdering: horisontalt smittepresskart, tidsutvikling og risiko for høy påvirkning for hele området ved midlere dato for 50 % utvandring. Usikkerheten er satt på bakgrunn av hvor smittepresset er høyt/lavt i forhold til viktige lakseelver, hvor raskt indeksen endrer seg rundt 50 % utvandring og hvor følsom den er for en dobling av grenseverdien fra 6 til 12 lus.

Generell usikkerhet i kildeleddet

For alle produksjonsområdene gjelder det at der er en usikkerhet knyttet til nøyaktigheten i kildeleddet. Denne usikkerheten kan enkelt reduseres ved at det inføres informasjon om eksakt dato for når de rapporteringspliktege observasjonene ble foretatt. Slik det er per dags dato rapporteres antall lus per fisk og temperatur i 3m dyp en gang i uken (med ukenummer som tidsangivelse) og antall fisk en gang i måneden (også denne uten at dato er oppgitt). Siden slaktemerdene ikke er rapporteringspliktige utgjør disse også en usikkerhet når kildeleddet, som er utgangspunktet for modellestimatene, skal beregnes.

3 - Resultat 2019

Resultatene er presentert i kart med 3 farger, der rødt kan tolkes som at villfisk som oppholder seg i disse områdene i løpet av den perioden smittepresskartet gjelder for, trolig vil få på seg mer enn 6 lus, mens fisk som oppholder seg i områder med lav smitteklasse (grønt) vil få på seg mindre enn 2 lus. I det resterende området (gult) vil smittepresset være middels og den ville laksefisk er estimert til å få på seg mellom 2 og 6 lus.

Størrelsen på arealet med høyt, middels og lavt smittepress (ROC) vil avhenge av den tiden vi integrer over. For å få en best mulig oversikt over det smittepresset i den perioden smolten vandrer ut, har vi i figurene under summert over 30 dager fra dato for 50% utvandring og plottet det som horisontale kart i 3 kategorier. Videre har vi beregnet størrelsen på arealet med høyt og middels smittepress (ROC) som en glidende 30 dagers sum fra 1. april og plottet indeksen for risiko for høy påvirkning fra 1. april. Dersom denne kommer over 30% blir området klassifisert som sterkt påvirket, 10-30% middels påvirket og under 10% lite påvirket. 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 I til hovedrapporten om "Vurdering av lakseindustri dødeighet per produksjonsområde i 2019).

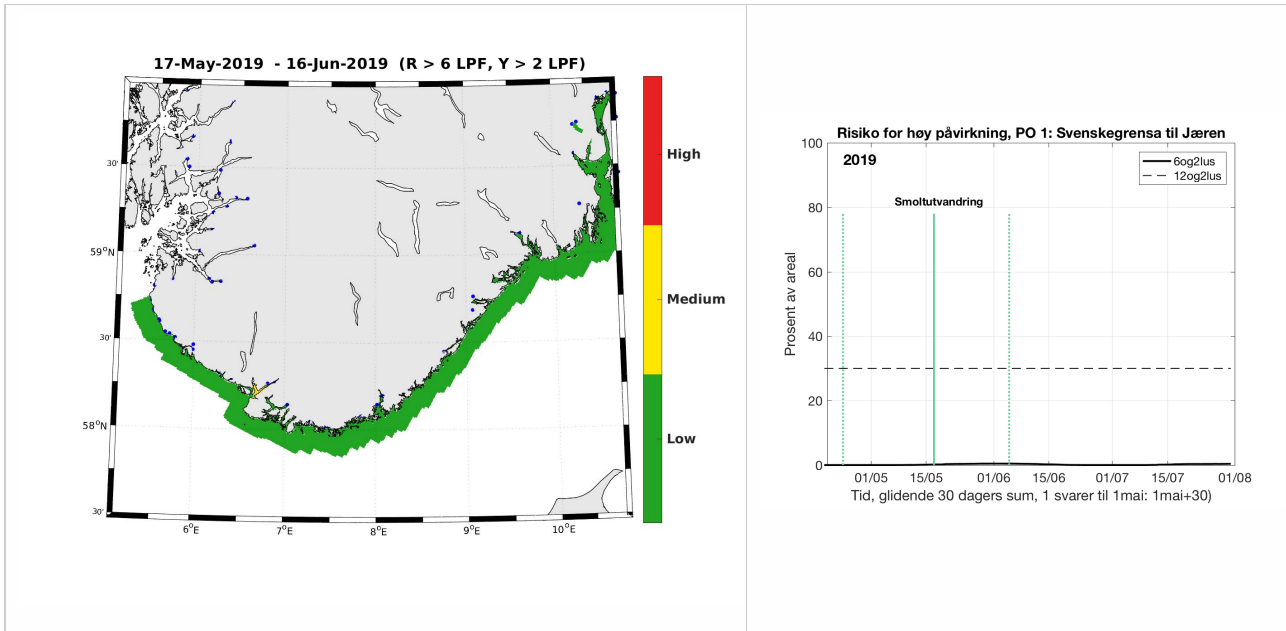
For alle områdene gjelder det at smittepresset øker utover sommeren, både som en konsekvens av mer lus i anleggene etter at perioden med lav lusegrense i den antatte utvandringsperioden er over, og at vanntemperaturen øker utover sommeren slik at flere egg klekkes daglig. Villfisk som står i fjorden utover sommeren (sjørørret og sjørøye) vil derfor være mye mer utsatt for skade pga. lakselus enn smolten som vandrer ut til havet om våren. Det er ikke gjort en analyse av modellert smittepress og resultat fra ruse/garn fangst i 2019. Men i en nylig publisert artikkel (Myksvoll mfl. 2018) er det funnet god korrelasjon (Spearman rank korrelasjon på 0.71) mellom HI sin modellestimerte kopepodittkonsentrasjon og tidlige stadier av lakselus (kopepoditter og chalimus I+II) på villfisk fanget med garn og ruse. Studien omfatter data for 3 år (2015-2017) og teller 102 stasjoner og 5211 fisk.

3.1 - PO 1: Svenskegrensa til Jæren

Antatt tidspunkt for utvandring: 24. april – 5. juni, med 50 % utvandring på PO-skala satt til 17. mai. Smittepresset er lavt i hele området, og laksesmolten som vandrer ut vil trolig ikke bli påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene.

Konklusjon : Lav

Usikkerhet : Liten



Figur 1. Venstre: smittepresskart som viser områder med lavt, moderat og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager fra tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Høyre: Estimert risiko for høy påvirkning, fremgangsmåte: $(\text{Rødt areal} + 50\% \text{ av gult areal}) / (\text{Rødt} + \text{gult} + \text{grønt areal})$

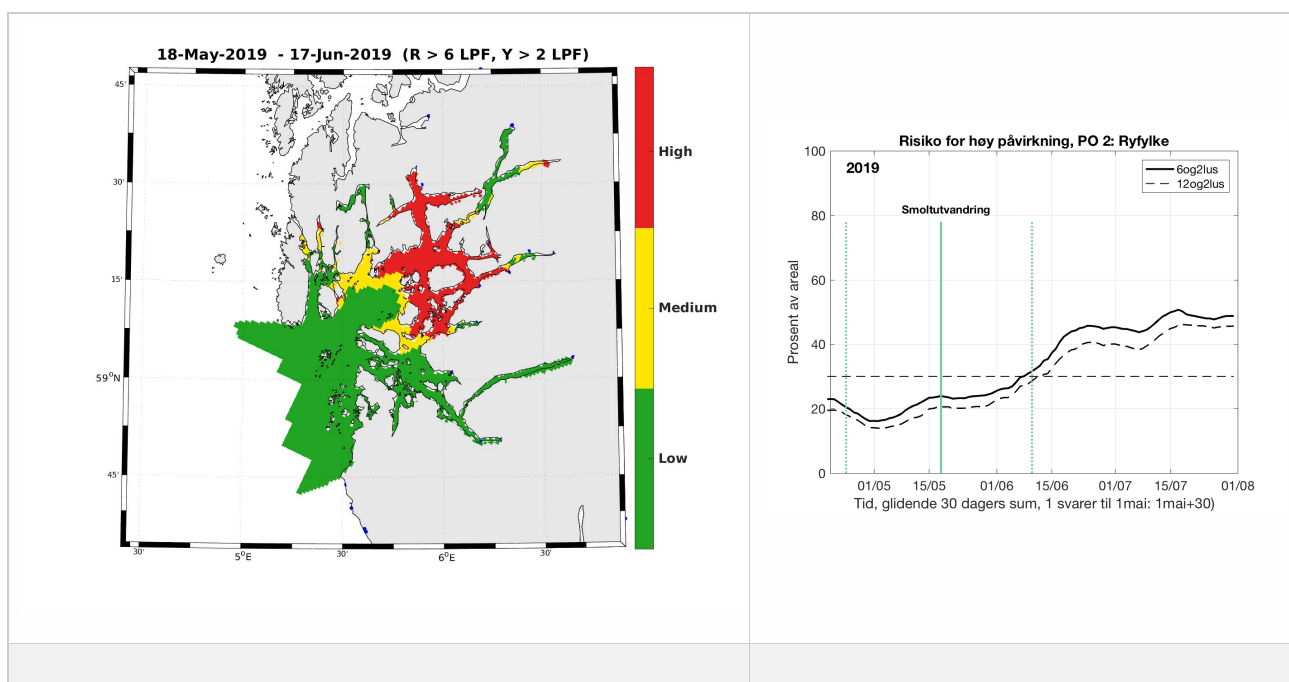
3.2 - PO 2: Ryfylke

Antatt tidspunkt for utvandring: 24.april – 10. juni, med 50 % utvandring på PO-skala satt til 18. mai.

Det kalibrerte smittepresset er høyt og moderat i en relativt stor del av området, og laksesmolten som vandrer ut fra elvene i nordøst vil trolig bli betydelig påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Indeksen for risiko for høy påvirkning er 24% (dvs. at i omlag en fjerdedel av produksjonsområdet er smittepresset så høyt at fisk som befinner seg der i 30 dager vil få på seg en potensielt dødelig dose, avhengig av størrelsen på fisken). Indeksen varierer lite rundt tidspunktet for 50% utvandring, og holder seg i kategorien moderat. En dobling av grenseverdien for høy påvirkning (overgangen gult til rødt, stiplet linje i figur 2) reduserer indeksen med mindre enn 5%. Det ble plottet kart for samme periode som det var smoltbur i området. Moderat smittepress fra burdata er sammenfallende med moderat smittepress i modellen. Usikkerheten anses derfor for å være lav.

Konklusjon : Moderat

Usikkerhet : Liten



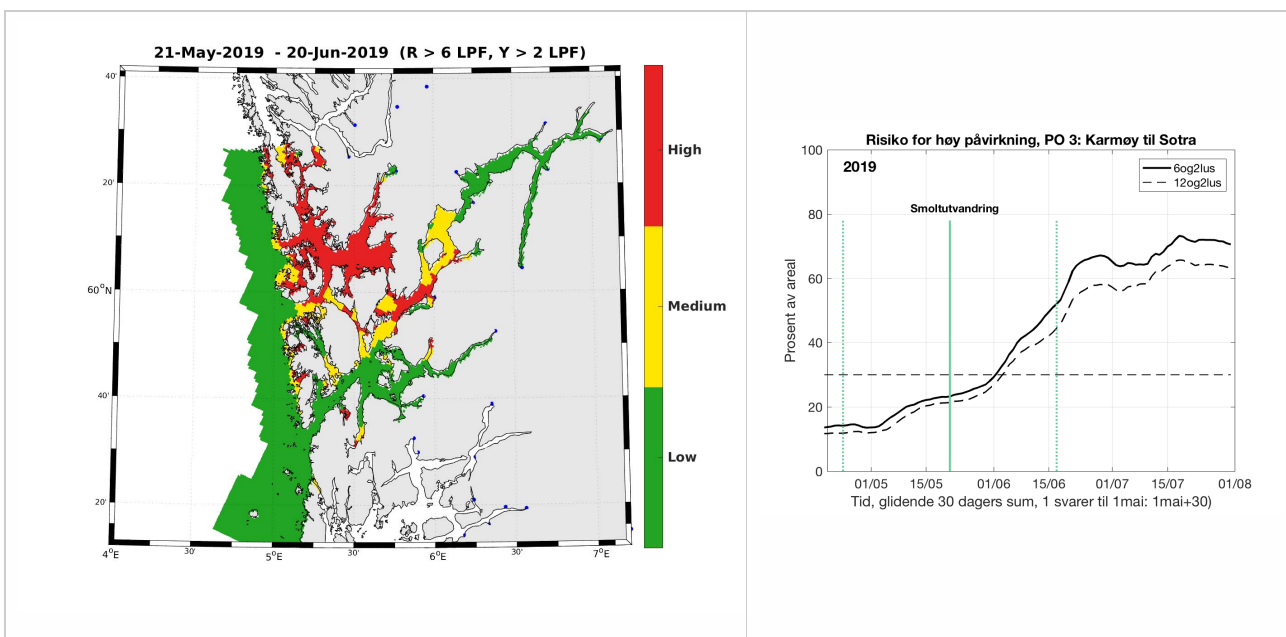
Figur 2. Venstre: smittepresskart som viser områder med lavt, moderat og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager fra tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Høyre: Estimert risiko for høy påvirkning, fremgangsmåte: $(\text{Rødt areal} + 50\% \text{ av gult areal}) / (\text{Rødt} + \text{gult} + \text{grønt areal})$

3.3 - PO 3: Karmøy til Sotra

Antatt tidspunkt for utvandring: 24. april – 17. juni, med 50 % utvandring på PO-skala satt til 21. mai. Det kalibrerte smittepresset er moderat til høyt i deler av området (spesielt i nord), og laksesmolten som vandrer ut fra enkelte elver vil trolig bli betydelig påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Indeksen for risiko for høy påvirkning er moderat (24%) (dvs. at i ca. en fjerdedel av produksjonsområdet er smittepresset så høyt at fisk som befinner seg der i 30 dager vil få på seg en potensielt dødelig dose, avhengig av størrelsen på fisken). Indeksen varierer noe rundt tidspunktet for 50% utvandring, men holder seg i kategorien moderat (mellom 10 og 30%). En dobling av grenseverdien for høy påvirkning (overgangen gult til rødt, stiplet linje i figur 3) reduserer indeksen med mindre enn 5%. Det ble plottet kart for samme periode som der var smoltbur i området. Moderat smittepress fra burdata var stort sett sammenfallende med moderat smittepress i modellen. Det var ingen bur i de områdene som hadde høyt smittepress i modellen.

Konklusjon : Moderat

Usikkerhet : Liten



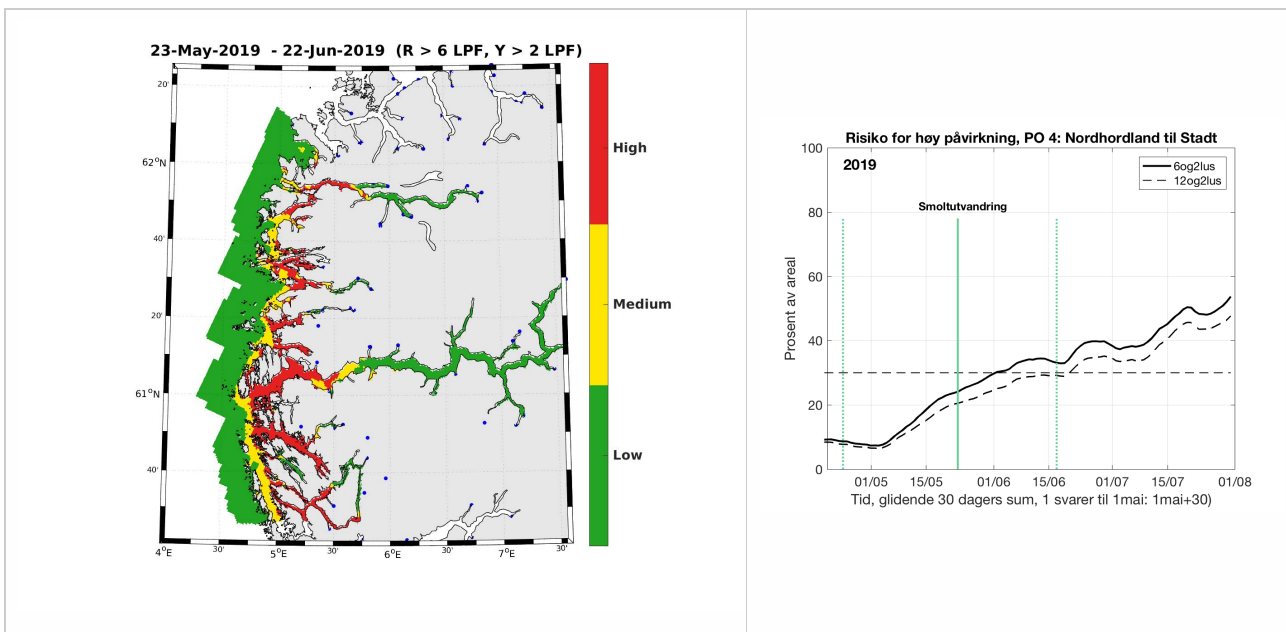
Figur 3. Venstre: smittepresskart som viser områder med lavt, moderat og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager fra tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Høyre: Estimert risiko for høy påvirkning, fremgangsmåte: $(\text{Rødt areal} + 50\% \text{ av gult areal}) / (\text{Rødt} + \text{gult} + \text{grønt areal})$

3.4 - PO 4: Nordhordland til Stadt

Antatt tidspunkt for utvandring: 24. april – 17. juni, men 50 % utvandring på PO-skala er beregnet til 23. mai. Det kalibrerte smittepresset er moderat til høyt i relativt store deler av området, og laksesmolten som vandrer ut fra elvene vil trolig bli betydelig påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Indeksen for risiko for høy påvirkning er moderat (24%) (dvs. at i ca en fjerdedel av produksjonsområdet er smittepresset så høyt at fisk som befinner seg der i 30 dager vil få på seg en potensielt dødelig dose, avhengig av størrelsen på fisken). Indeksen varierer noe rundt tidspunktet for 50% utvandring, men holder seg i kategorien moderat (mellom 10 og 30%). En dobling av grenseverdien for høy påvirkning (overgangen gult til rødt, stiplet linje i figur 4) reduserer indeksen med mindre enn 5%. Det er imidlertid høyt smittepress ved de fleste fjordmunningene der det fleste postsmoltene må passere. I dette området ble det observert høye påslag av lus både på trålfanget postsmolt, smoltbur og rusefanget ørret. Dette gjenspeiler seg ikke i modellen noe som kan skyldes enten at modellen ikke fanger opp innstrømmingsepisoder som kan ha ført lus fra ytre til midtre deler av Sognefjorden, eller at modellen underestimerer mengden lus pga. av manglende informasjon om kildeledd for nauplier (f.eks. lus på fisk i slaktermerd ved Brekke, figur i avsnitt 4).

Konklusjon : Moderat

Usikkerhet : Stor



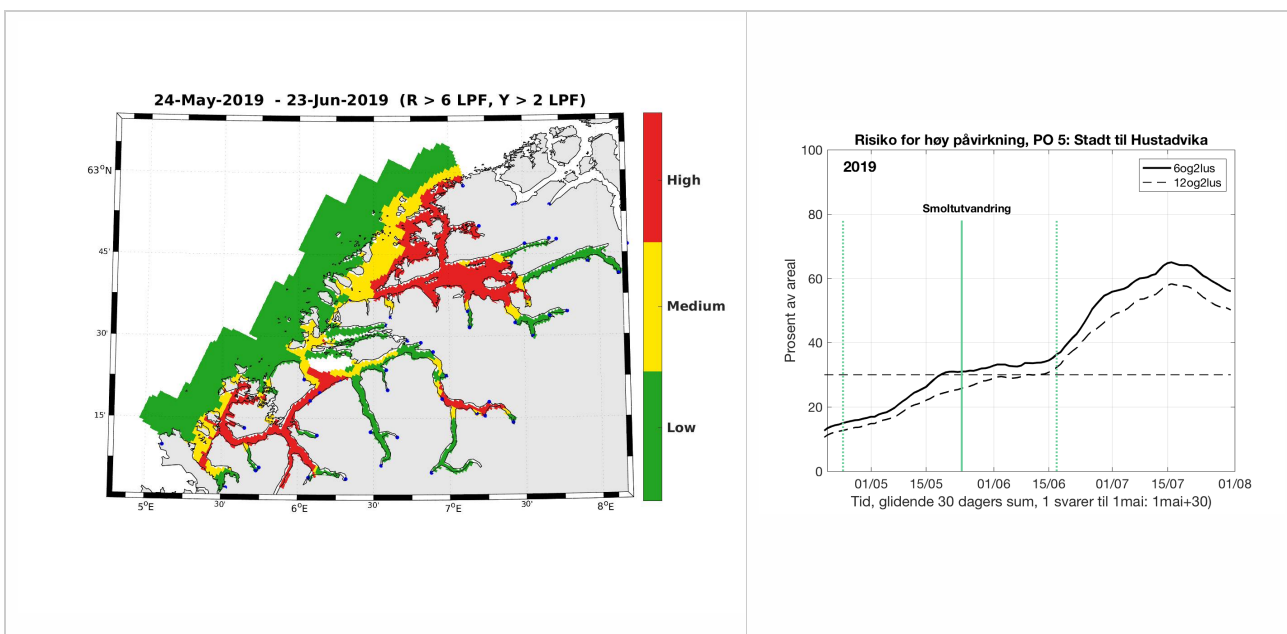
Figur 4. Venstre: smittepresskart som viser områder med lavt, moderat og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager fra tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Høyre: Estimert risiko for høy påvirkning, fremgangsmåte: $(\text{Rødt areal} + 50\% \text{ av gult areal}) / (\text{Rødt} + \text{gult} + \text{grønt areal})$

3.5 - PO 5: Stadt til Hustadvika

Antatt tidspunkt for utvandring: 24. april – 17. juni, med midlere dato for 50 % utvandring på PO-skala beregnet til 24. mai. Det kalibrerte smittepresset er moderat og høyt i store deler av området, og laksesmolten som vandrer ut fra elvene vil trolig bli betydelig påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Indeksen for risiko for høy påvirkning er høy (31%) (dvs. at i ca en tredjedel av produksjonsområdet er smittepresset så høyt at fisk som befinner seg der i 30 dager vil få på seg en potensielt dødelig dose, avhengig av størrelsen på fisken). Indeksen varierer noe rundt tidspunktet for 50% utvandring, og ligger dessuten på grensen mellom moderat og høy. En dobling av grenseverdien for høy påvirkning (overgangen gult til rødt, stiplet linje i figur 5) reduserer indeksen til kategorien moderat. Det er imidlertid høyt smittepress ved de fleste fjordmunningene, spesielt i nord og sør, der postsmoltene må passere. Der var ikke burdata for sammenligning i området.

Konklusjon: Høy

Usikkerhet: Middels



Figur 5. Venstre: smittepresskart som viser områder med lavt, moderat og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager fra tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver.

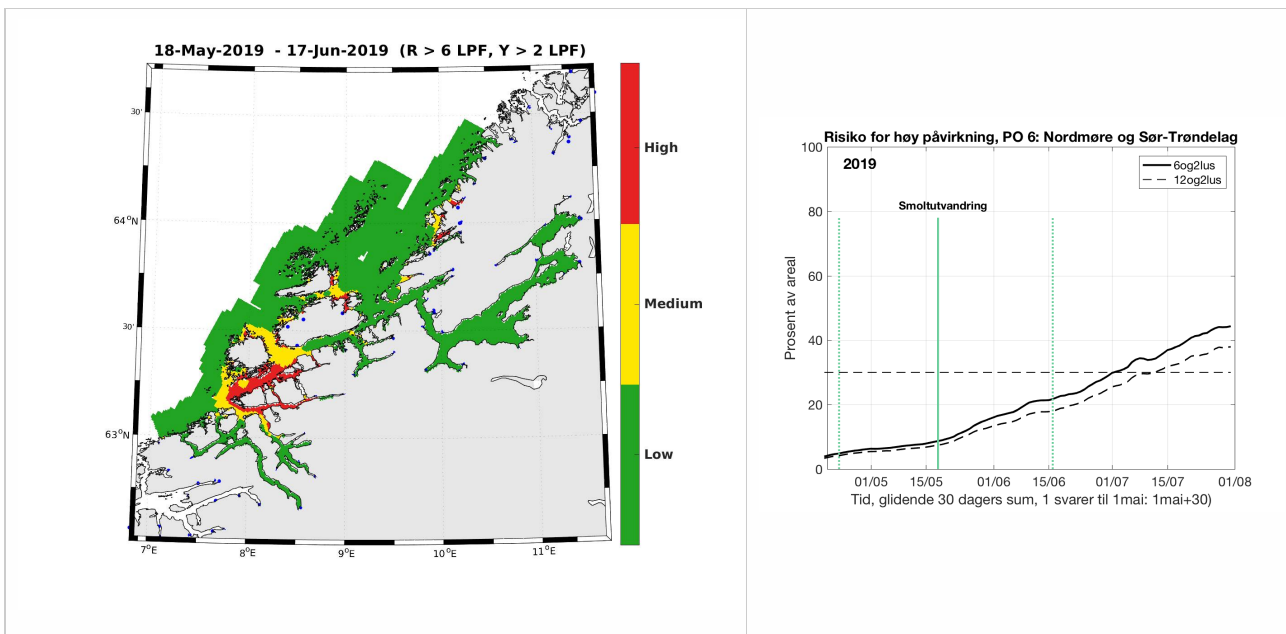
Høyre: Estimert risiko for høy påvirkning, fremgangsmåte: $(Rødt\ areal + 50\% \text{ av gult areal}) / (Rødt + gult + grønt areal)$

3.6 - PO 6: Nordmøre og Sør-Trøndelag

Antatt tidspunkt for utvandring: 23. april – 16. juni, med midlere dato for 50 % utvandring på PO-skala beregnet til 18. mai. Det kalibrerte smittepresset er lavt i nord og moderat til høyt i sør. Laksesmolt som vandrer ut i sør vil bli betydelig påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene, men laksesmolt som vandrer ut Trondheimsfjorden trolig vil bli lite påvirket. Indeksen for risiko for høy påvirkning er lav (9%) (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 potensielt dødelig dose, avhengig av størrelsen på fisken). Indeksen varierer noe rundt tidspunktet for 50% utvandring, og ligger dessuten på grensen mellom lavt og moderat. En dobling av grenseverdien for høy påvirkning (overgangen gult til rødt, stiplet linje i figur 6) reduserer indeksen lite. Der var ikke burdata for sammenligning i området.

Konklusjon : Lav

Usikkerhet : Middels



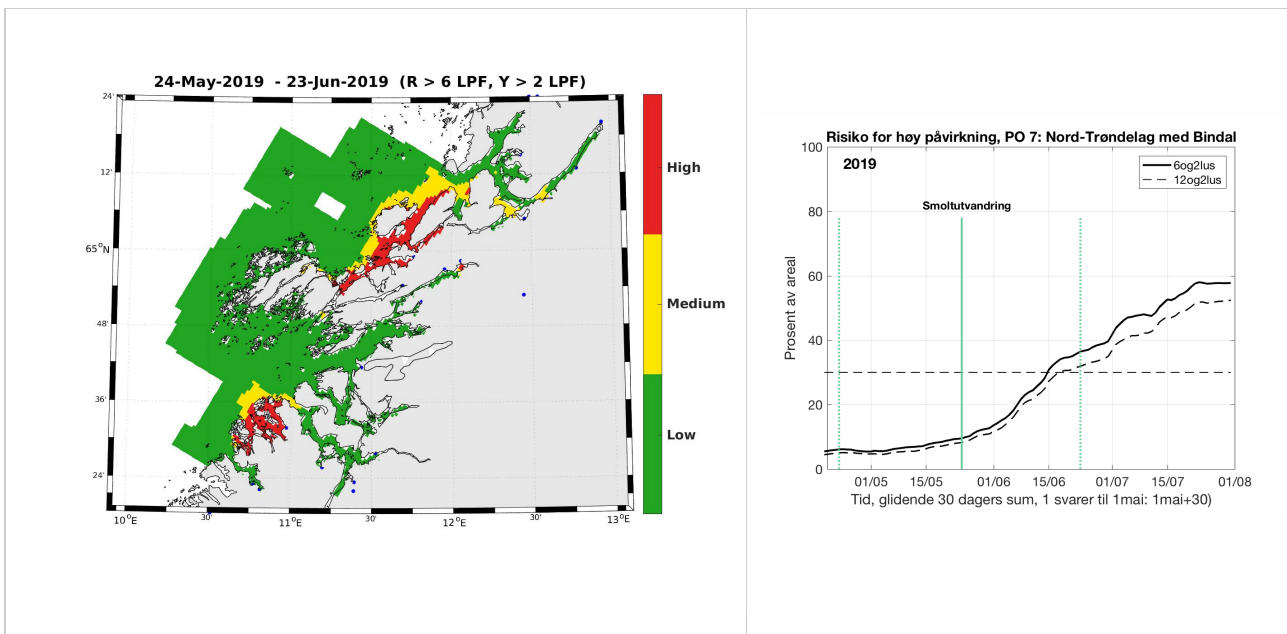
Figur 6. Venstre: smittepresskart som viser områder med lavt, moderat og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager fra tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Høyre: Estimert risiko for høy påvirkning, fremgangsmåte: $(\text{Rødt areal} + 50\% \text{ av gult areal}) / (\text{Rødt} + \text{gult} + \text{grønt areal})$

3.7 - PO 7: Nord-Trøndelag med Bindal

Antatt tidspunkt for utvandring: 23. april – 23. juni, med midlere dato for 50 % utvandring på PO-skala beregnet til 24. mai. Det kalibrerte smittepresset er moderat til høyt i sør og nord, men det er lavt i den antatte vandringsruten for laksesmolten fra Namsen. Indeksen for risiko for høy påvirkning er lav (9%) (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 potensielt dødelig dose, avhengig av størrelsen på fisken). Indeksen varierer noe og øker betydelig etter tidspunktet for 50% utvandring. Indeksen ligger dessuten på grensen mellom lav og moderat. En dobling av grenseverdien for høy påvirkning (overgangen gult til rødt, stiplet linje i figur 7) endrer indeksen lite. Det ble plottet kart for samme periode som der var smoltbur i området. Moderat smittepress fra burdata var stort sett sammenfallende med moderat smittepress i modellen.

Konklusjon: Lav

Usikkerhet: Middels



Figur 7. Venstre: smittepresskart som viser områder med lavt, moderat og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager fra tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Høyre: Estimert risiko for høy påvirkning, fremgangsmåte: $(\text{Rødt areal} + 50\% \text{ av gult areal}) / (\text{Rødt} + \text{gult} + \text{grønt areal})$

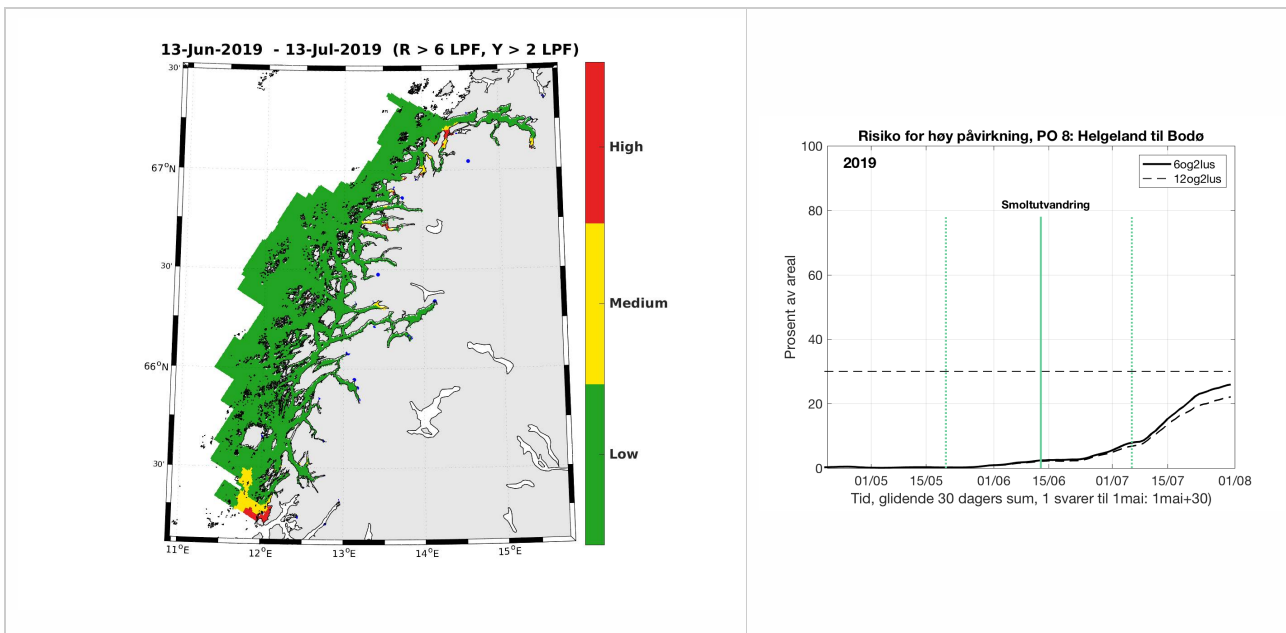
3.8 - PO 8: Helgeland til Bodø

Antatt tidspunkt for utvandring: 20. mai – 6. juli, med midlere dato for 50 % utvandring på PO-skala beregnet til 13. juni. Det kalibrerte smittepresset er lavt i området, og laksesmolten som vandrer ut vil trolig bli lite påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Indeksen for risiko for høy påvirkning er lav (2%) (dvs. at i ca 2% av produksjonsområdet er smittepresset så høyt at fisk som befinner seg der i 30 dager vil få på seg en potensielt dødelig dose, avhengig av størrelsen på fisken).

Indeksen varierer lite rundt tidspunktet for 50% utvandring. En dobling av grenseverdien for høy påvirkning (overgangen gult til rødt, stiplet linje i figur 8) reduserer indeksen lite.

Konklusjon: Lav

Usikkerhet: Liten



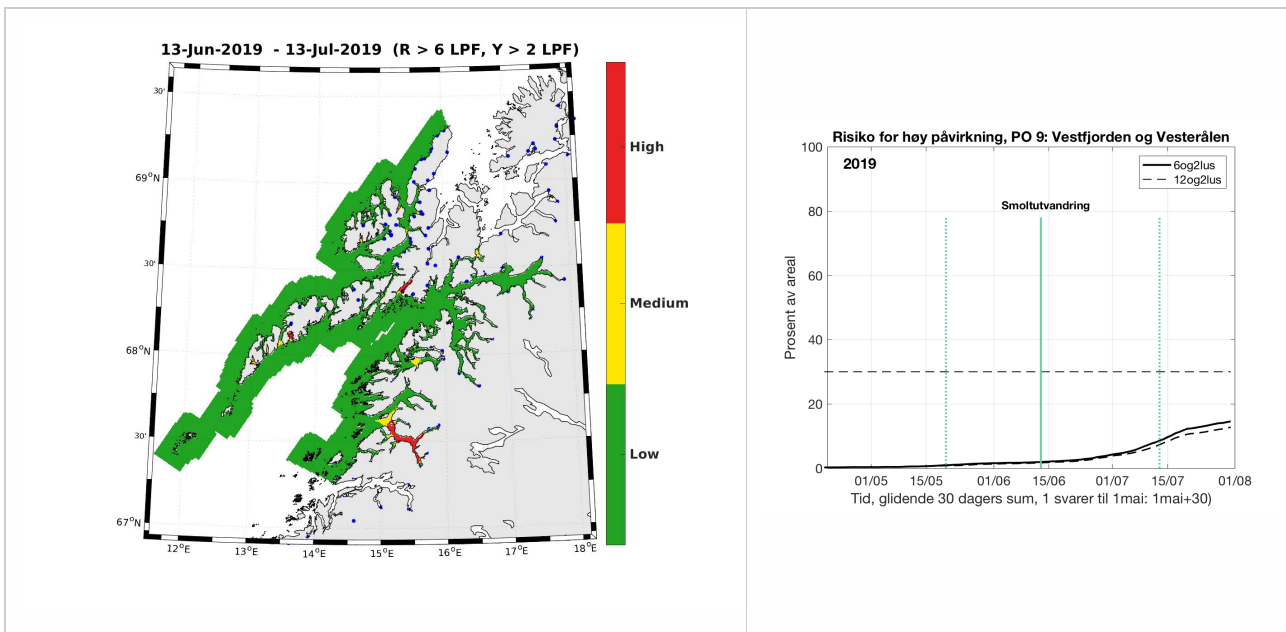
Figur 8. Venstre: smittepesskart som viser områder med lavt, moderat og høyt smittepess for fisk som står i området i 30 dager fra tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Høyre: Estimert risiko for høy påvirkning, fremgangsmåte: $(\text{Rødt areal} + 50\% \text{ av gult areal}) / (\text{Rødt} + \text{gult} + \text{grønt areal})$

3.9 - PO 9: Vestfjorden og Vesterålen

Antatt tidspunkt for utvandring: 20. mai – 13. juli, med midlere dato for 50 % utvandring på PO-skala beregnet til 13. juni. Det kalibrerte smittepresset er lavt i det meste av området (bortsett fra i noen små lokale områder), og laksesmolten som vandrer ut vil trolig bli lite påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Indeksen for risiko for høy påvirkning er lav (2%) (dvs. at i ca 2% av produksjonsområdet er smittepresset så høyt at fisk som befinner seg der i 30 dager vil få på seg en potensielt dødelig dose, avhengig av størrelsen på fisken). Indeksen varierer lite rundt tidspunktet for 50% utvandring. En doubling av grenseverdien for høy påvirkning (overgangen gult til rødt, stiplet linje i figur 9) reduserer indeksen lite.

Konklusjon: Lav

Usikkerhet: Liten



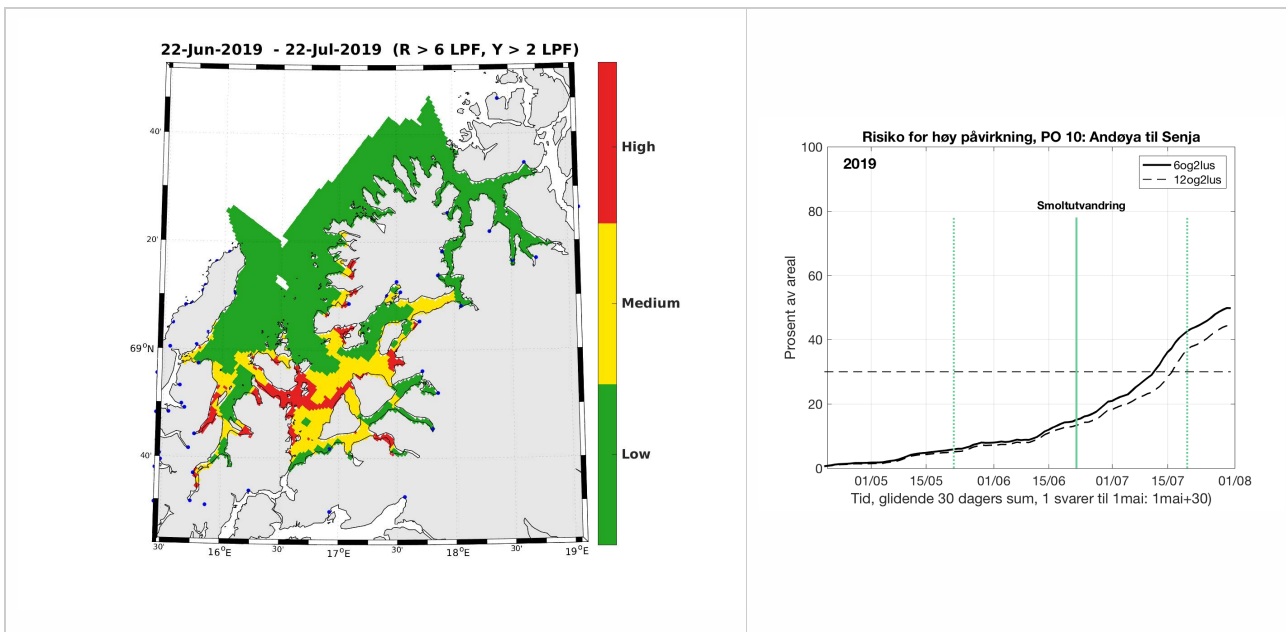
Figur 9. Venstre: smittepresskart som viser områder med lavt, moderat og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager fra tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Høyre: Estimert risiko for høy påvirkning, fremgangsmåte: $(\text{Rødt areal} + 50\% \text{ av gult areal}) / (\text{Rødt} + \text{gult} + \text{grønt areal})$

3.10 - PO 10: Andøya til Senja

Antatt tidspunkt for utvandring: 22. mai – 20. juli, med midlere dato for 50 % utvandring på PO-skala beregnet til 22. juni. Det kalibrerte smittepresset er moderat til høyt i deler av området, og laksesmolten som vandrer ut vil trolig bli moderat påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Indeksen for risiko for høy påvirkning er moderat (15%) (dvs. at i ca 15% av produksjonsområdet er smittepresset så høyt at fisk som befinner seg der i 30 dager vil få på seg en potensielt dødelig dose, avhengig av størrelsen på fisken). Indeksen varierer lite rundt tidspunktet for 50% utvandring og holder seg i kategorien moderat. En doubling av grenseverdien for høy påvirkning (overgangen gult til rødt, stiplet linje i figur 10) reduserer indeksen lite, og forblir i kategorien moderat.

Konklusjon: Moderat

Usikkerhet: Liten



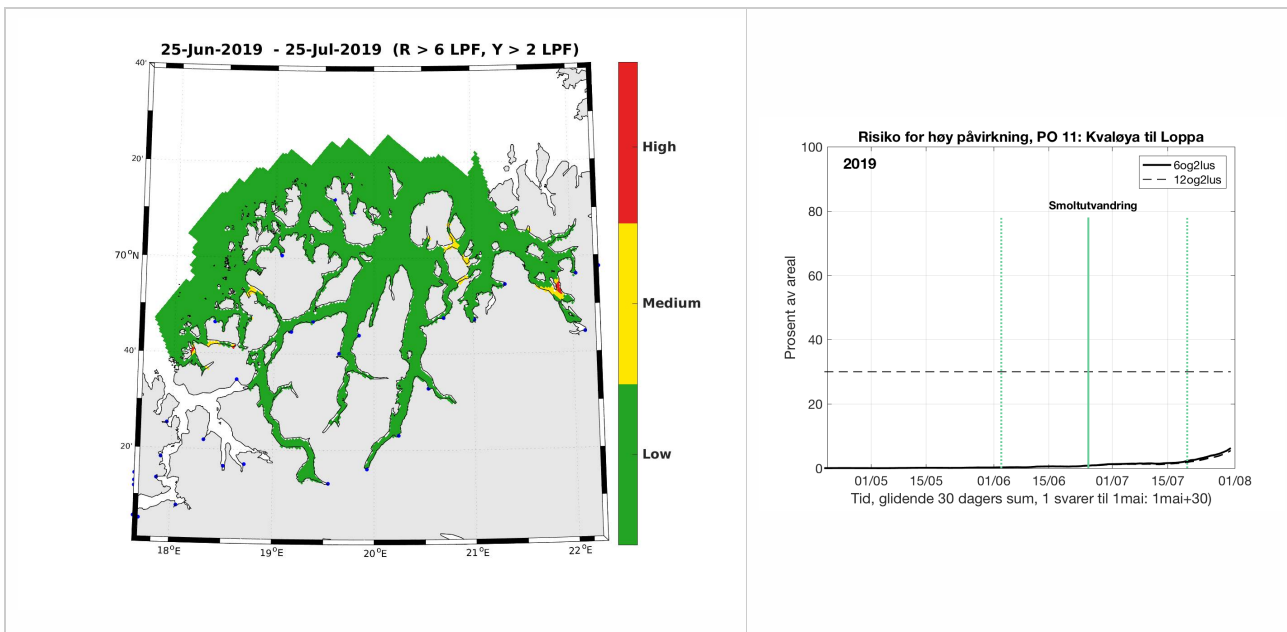
Figur 10. Venstre: smittepresskart som viser områder med lavt, moderat og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager fra tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Høyre: Estimert risiko for høy påvirkning, fremgangsmåte: $(\text{Rødt areal} + 50\% \text{ av gult areal}) / (\text{Rødt} + \text{gult} + \text{grønt areal})$

3.11 - PO 11: Kvaløya til Loppa

Antatt tidspunkt for utvandring: 3. juni – 20. juli, med midlere dato for 50 % utvandring på PO-skala beregnet til 25. juni. Det kalibrerte smittepresset er lavt i dette området, og laksesmolten som vandrer ut vil trolig bli lite påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Indeksen for risiko for høy påvirkning er lav (1%) (dvs. at i ca 1% av produksjonsområdet er smittepresset så høyt at fisk som befinner seg der i 30 dager vil få på seg en potensielt dødelig dose, avhengig av størrelsen på fisken). Indeksen varierer lite rundt tidspunktet for 50% utvandring og holder seg i kategorien lav. En dobling av grenseverdien for høy påvirkning (overgangen gult til rødt, stiplet linje i figur 4) reduserer indeksen lite.

Konklusjon: Lav

Usikkerhet: Liten



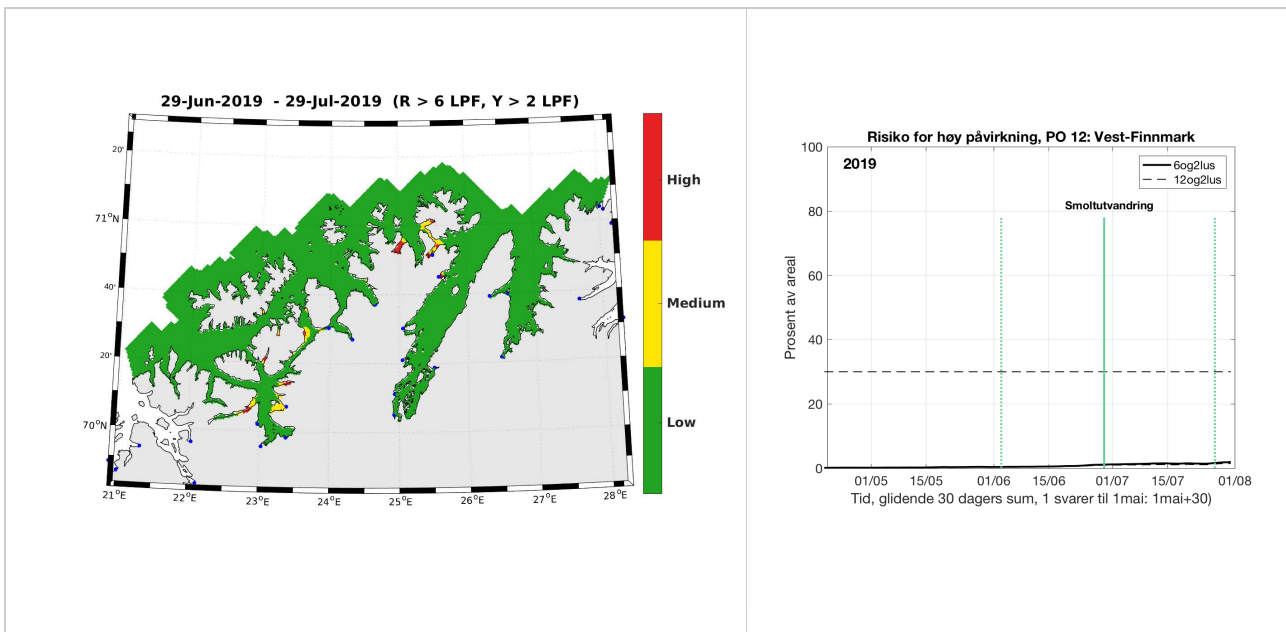
Figur 11. Venstre: smittepresskart som viser områder med lavt, moderat og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager fra tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Høyre: Estimert risiko for høy påvirkning, fremgangsmåte: $(\text{Rødt areal} + 50\% \text{ av gult areal}) / (\text{Rødt} + \text{gult} + \text{grønt areal})$

3.12 - PO 12: Vest-Finnmark

Antatt tidspunkt for utvandring: 3. juni – 27. juli, med midlere dato for 50 % utvandring på PO-skala beregnet til 29. juni. Det kalibrerte smittepresset er lavt i det meste av området (unntak noen små fjordarmer), og laksesmolten som vandrer ut vil trolig bli lite påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Indeksen for risiko for høy påvirkning er lav (1%) (dvs. at i ca 1% av produksjonsområdet er smittepresset så høyt at fisk som befinner seg der i 30 dager vil få på seg en potensielt dødelig dose, avhengig av størrelsen på fisken). Indeksen varierer lite rundt tidspunktet for 50% utvandring og holder seg i kategorien lav. En doubling av grenseverdien for høy påvirkning (overgangen gult til rødt, stiplet linje i figur 12) reduserer indeksen lite.

Konklusjon: Lav

Usikkerhet: Liten



Figur 12. Venstre: smittepresskart som viser områder med lavt, moderat og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager fra tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Høyre: Estimert risiko for høy påvirkning, fremgangsmåte: $(\text{Rødt areal} + 50\% \text{ av gult areal}) / (\text{Rødt} + \text{gult} + \text{grønt areal})$

3.13 - PO 13: Øst-Finnmark

Antatt tidspunkt for utvandring: 27. juni – 27. juli, med midlere dato for 50 % utvandring på PO-skala beregnet til 9. juli. Det kalibrerte smittepresset er lavt i hele dette området, og laksesmolten som vandrer ut vil trolig bli lite påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Indeksen for risiko for høy påvirkning er lav (0%). Indeksen varierer lite rundt tidspunktet for 50% utvandring.

Konklusjon: Lav

Usikkerhet: Liten

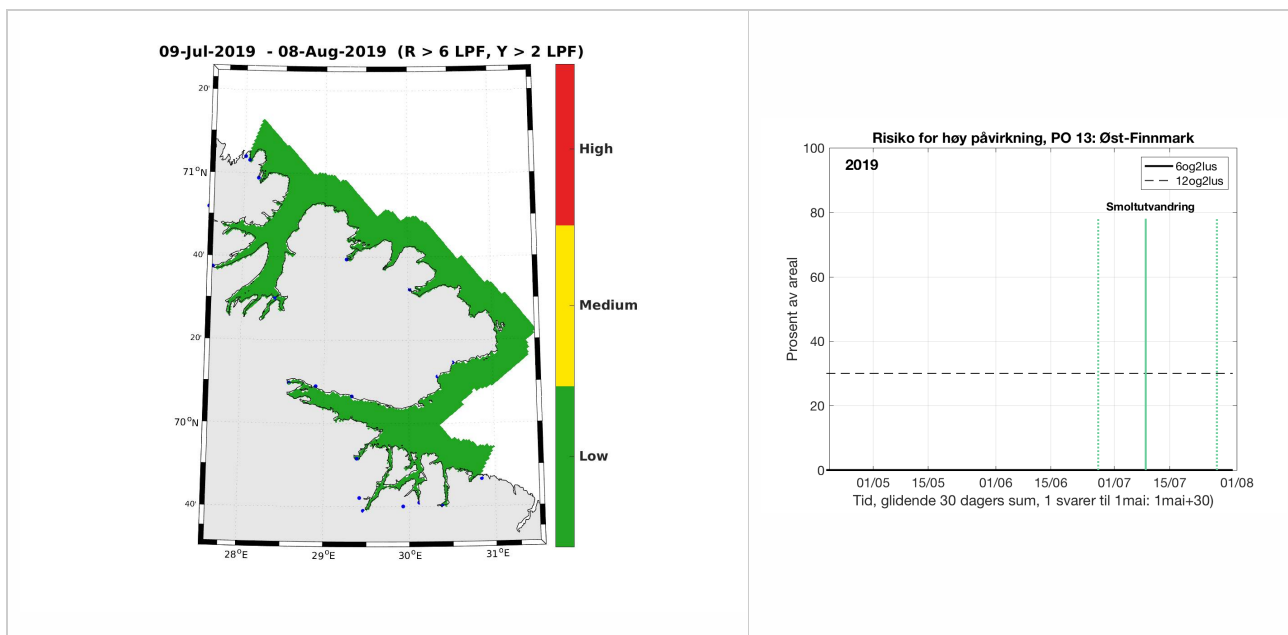


Fig13. Venstre: smittepesskart som viser områder med lavt, moderat og høyt smittepess for fisk som står i området i 30 dager fra tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Høyre: Estimert risiko for høy påvirkning, fremgangsmåte: $(\text{Rødt areal} + 50\% \text{ av gult areal}) / (\text{Rødt} + \text{gult} + \text{grønt areal})$.

4 - Sammenligning med burdata i PO2, PO3, PO4 og PO7

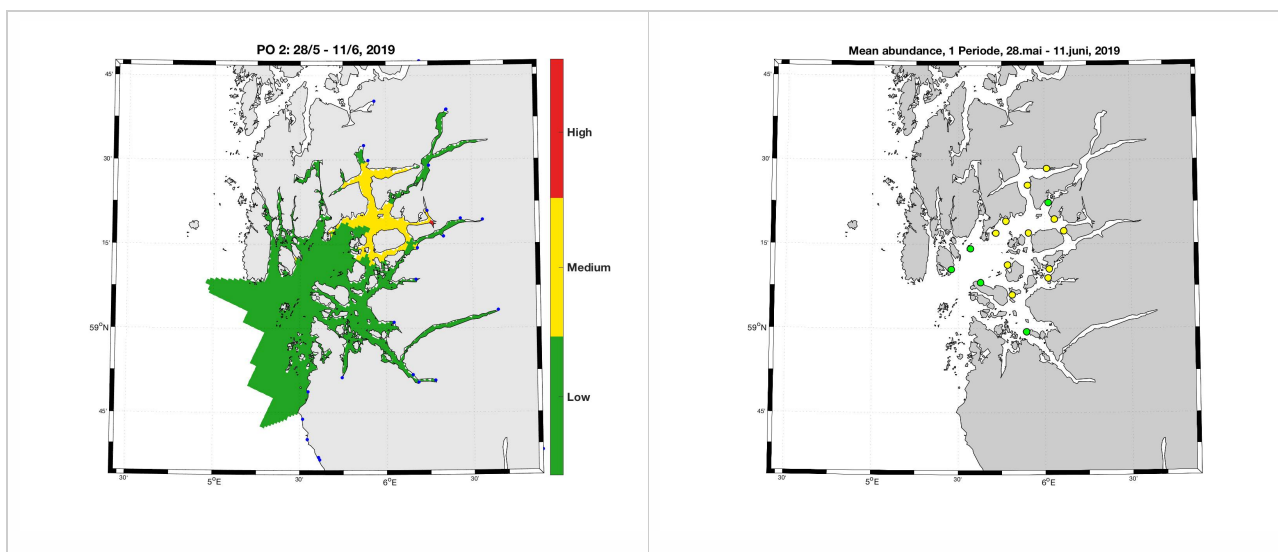
I 2019 ble det observert smittepress med «smoltburmetoden» i 4 områder. I figurene under har vi slått sammen burperiodene slik at vi får en periode per år (medfører ulike lengde på periodene).

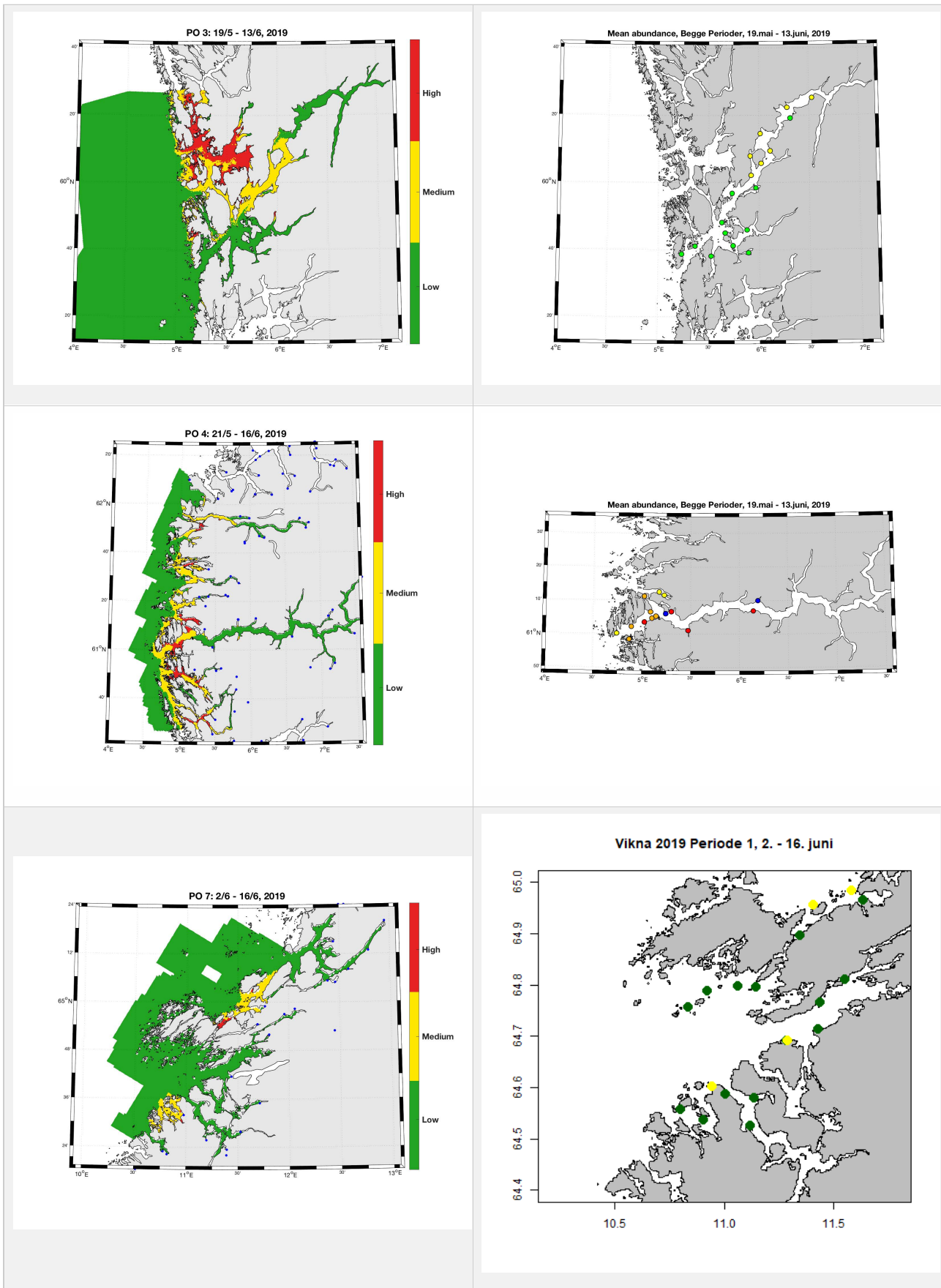
I Boknafjorden ble det observert lave og moderate verdier på burfisker. Moderat smittepress fra burdata er sammenfallende med moderat smittepress i modellen.

I Hardangerfjorden ble det observert lave og moderate verdier på burfisker. Dette sammenfaller bra med beregnet smittepress fra modellen, men burdata indikerer moderat smittepress litt lenger inn i Hardangerfjorden enn det modellen indikerer. Kan skyldes en innstrømmingsepisode som ikke ble fanget opp i strømmodellen, eller utslipp fra slaktemerd som vi ikke har kontroll på.

I Sognefjorden ble det observert moderate og høye (i noen veldig høye) verdier av lakselus på fisken i smoltburene. Dette sammenfaller med modellen i ytre del av fjorden, men smittepresset som ble observert innover Sognefjorden er ikke reproduisert med modellen. Kan skyldes en innstrømmingsepisode som ikke ble fanget opp i strømmodellen, eller utslipp fra slaktemerd som vi ikke har kontroll på.

I området ved Vikna (PO7) ble det observert lave og moderate verdier på burfisker. Dette sammenfaller med resultat fra modellen. Modellen viser et lite rødt område nord for Vikna, dette er lokalt og skyldes at 800m modellen er for grov i dette området.





Figur 14. Grønn svarer til mindre enn en lus, gul til mellom 1 og 10 lus, rød til over 10 lus per fisk. Blå sirkler i Sogn indikerer posisjoner der vi bare fikk resultat fra en av burperiodene.

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

Mason IB (2003) Binary events. In: Jolliffe IT, Stephenson DB (eds) *Forecast verification. A practitioner's guide in atmospheric science*. John Wiley & Sons, Chichester, p 37–76

Myksvoll, M.S., Sandvik, A.D., Albretsen, J., Asplin, L., Johnsen, I.A., Karlsen, Ø., Kristensen, N.M.,

Melsom, A., Skarðhamar, J., & Ådlandsvik, B. 2018. Evaluation of a national operational salmon lice monitoring system – from physics to fish. *PLoS ONE*, 13(7): e0201338

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, Johnsen, I.A., Myksvoll, M., Sævik P. N., Skogen, M.D., 2019. Prediction of the salmon lice infestation pressure in a Norwegian fjord. Innsendt til *ICES Journal of Marine Science*.

Taranger, G. L., Karlsen, Ø., Bannister, R. J., Glover, K. A., Husa, V., Karlsbakk, E., Kvamme, B. O., Boxaspen, K. K., Bjørn, P. A., Finstad, B., Madhun, A. S., Morton, H. C. & Svåsand, T. (2015). Risk assessment of the environmental impact of Norwegian Atlantic salmon farming. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* **72**, 997-1021.



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Postboks 1870 Nordnes
5817 Bergen
E-post: post@hi.no
www.hi.no