PÅVIRKNING FRA LAKSELUS PÅ VILL LAKSEFISK

- ROC

Anne Dagrun Sandvik og Mari Skuggedal Myksvoll (HI)

RAPPORT FRA HAVFORSKNINGEN NR. 2020-55

Tittel (norsk og engelsk):

Påvirkning fra lakselus på vill laksefisk

Impact from salmon lice on wild salmonids

Undertittel (norsk og engelsk):

- ROC

- ROC

Rapportserie:	**År - Nr.:**	**Dato:**
Rapport fra havforskningen	2020-55	21.12.2020

ISSN:1893-4536

Forfatter(e):

Anne Dagrun Sandvik og Mari Skuggedal Myksvoll (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:

Miljøeffekter av akvakultur

Forskningsgruppe(r):

Oseanografi og klima

Antall sider:

24

Sammendrag (norsk):

Vi har utviklet en metode som oversetter luselarver i vannmassene til lus per fisk i smoltbur. Resultatene presenteres som horisontale kart i tre kategorier og tidsserier. Resultatene fra ROC-metoden kan lettest tolkes som en rekke virtuelle smoltbur i et finmasket nett langs kysten og inne i fjordene. Fargene på kartene skal tolkes som: villfisk som oppholder seg i røde områder i 30 dager vil mest sannsynlig bli smittet med mer enn 6 lus, mens de som oppholder seg i grønne områder mest sannsynlig vil bli smittet med mindre enn 2 lus og i gule områder med mellom 2 og 6 lus.
For å ha et objektivt mål på lakseluspåvirkningen på ville laksefisk i hvert av de 13 produksjonsområdene er det definert en ROC-indeks. Indeksen er definert til å være lav (I <10%), moderat (I = 10-30%) og høy (I> 30%).

Det er laget tidsserier for ROC-indeksen (2012 - 2020) per produksjonsområde, og det er gjort en sammenligning med resulatene fra reelle smoltbur i Hardangerfjorden 2020.

Rapporten inngår i Havforskningsinstituttets bidrag til ekspertgruppen for trafikklyssystemet og grunnlaget for vurdering av lakselusindusert dødelighet per produksjonsområde i 2020.

Sammendrag (engelsk):

We have developed a method which transformes consentration of lice larvae in the water masses to lice per fish in smolt cagees. The results are presented as horizontal maps in three categories and time series. The results from the ROC method can most easily be interpreted as numerous virtual smolt cages in a high-density mesh along the Norwegian coast and inside the fjords. The colors in the maps, should be interpreted as: wild fish staying in red areas for 30 days will most likely be infected with more than 6 lice, while those staying in green areas most likely will be infected with less than 2 lice and in yellow areas with between 2 and 6 lice.

To have an objective measure of the salmon lice impact on wild salmonids within each of the 13 production areas a ROC-index has been defined. The index is defined to be low (I < 10%), moderate (I = 10-30%) and high (I>30%).

Time series of the ROC index (2012 - 2020) are presented per production area, and figures presented with results from real smolt cages in the Hardangerfjord 2020.

The report is part of the Institute of Marine Research's contribution to the traffic-light-system expert group as a data source for assessing salmon-induced mortality per production area in 2020.

Innhold

1 Bakgrunn 5

2 Miljøindikator 6

3 Resultat 2020 8

3.1 PO 1: Svenskegrensa til Jæren 8

3.2 PO 2: Ryfylke 9

3.3 PO 3: Karmøy til Sotra 9

3.4 PO 4: Nordhordland til Stadt 10

3.5 PO 5: Stadt til Hustadvika 11

3.6 PO 6: Nordmøre og Sør-Trøndelag 12

3.7 PO 7: Nord-Trøndelag med Bindal 13

3.8 PO 8: Helgeland til Bodø 14

3.9 PO 9: Vestfjorden og Vesterålen 14

3.10 PO 10: Andøya til Senja 15

3.11 PO 11: Kvaløya til Loppa 16

3.12 PO 12: Vest-Finnmark 17

3.13 PO 13: Øst-Finnmark 17

4 Mellomårlig variabilitet 19

5 Sammenligning med smoltburdata i PO3 21

6 Diskusjon 22

7 Referanser 23

1 - Bakgrunn

Havforskningsinstituttet modellerer konsentrasjonen av smittsomme lakseluskopepoditter 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 postsmolt utvandring som er beskrevet i en egen rapport (Johnsen 2019, 2020), 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-kopepoditter, 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, 2020, 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 kan benyttes for vilkårlige grenseverdier, og i trafikklysrapporten 2019 ble grenseverdiene for når vi antar at en villfisk er påvirket, og påvirket til den grad at den har forhøyet risiko for å dø, satt til henholdsvis 2 og 6 lus per fisk. Dette er i samsvar med grenseverdiene som er benyttet i de andre kolonnene i ”Trafikklysvurderingen” (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. I 2019 ble det derfor også gjort en sensitivitetsanalyse der grenseverdien ble doblet til 12 lus per fisk (Sandvik mfl. 2019). Resultatene viste at ROC-indeksen ble redusert med mindre enn 5%, vi har derfor ikke gjort denne vurderingen i denne rapporten.

Modellen som blir benyttet i rådgivningen er satt opp på et gitter der hver rute er 800m x 800m. Tilsvarende resultat fra en 160m modell ble diskutert i Sandvik mfl. (2019). Siden resultatene på grov skala (PO) var svært like, og forskjellene stor sett var lokale, har vi valgt å presentere resultat fra bare 800m modellen i denne rapporten.

2 - Miljøindikator

Modellproduktet som her er benyttet i analysene er **«Relative Operating Characteristic» (ROC)** med grenseverdier som beskrevet i Sandvik mfl (2019). Selve metoden er basert på en kalibrering av modellert tetthet av smittsomme lakseluslarver mot antall lakselus på kultivert postsmolt av laks som har stått ute i små vaktbur, som beskrevet i Sandvik mfl. (2016 og 2020). ROC-metoden er en 2-parameter metode der de kalibrerte verdiene er: 1) grenseverdien i modellert tetthet av luselarver (R, lus m^2), og 2) antall modellverdier over grenseverdien i 3x3 matrisen (#N) rundt burposisjonen. Kalibreringen har blitt utført årlig ettersom nye data ble innhentet (Tabell 1), men har de siste årene vært uendret. Resultatene kan lettest tolkes som midlere antall lus på fisk som har stått i et finmasket rutenett av virtuelle vaktbur i hele produksjonsområdet.

Tabell 1. ROC-metoden for høyt smittepress. R er grenseverdien i modellert tetthet av luselarver (lus m^{-2}), N er antall modellverdier over grenseverdien i 3x3 matrisen . Detaljer om metoden kan leses i Sandvik mfl. (2020).

	R	#N
2012 -2012	2.7	7/9
2012 -2013	2.7	7/9
2012 -2014	2.2	7/9
2012 - 2015	1.9	9/9
2012 - 2016	1.9	9/9
2012 - 2017	1.8	9/9
2012 - 2018	1.8	9/9
2012 - 2019	1.8	9/9

Metoden blir benyttet til å tegne smittepresskart, der rødt, gult og grønt betegner at den ville laksefisken er utsatt for høyt, middels eller lavt smittepress i den perioden kartet er laget for. Disse kartene har blitt benyttet som et viktig verktøy for å si noe om lakselusen sin påvirkning på den ville laksefisken 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 ROC-indeks (I) som gjelde for hele produksjonsområdet som følger:

$$I = \frac{Areal\ Rødt + 0.5 * Areal\ Gult}{Areal\ Rødt + Areal\ Gult + Areal\ Grønt} * 100,$$

der *Areal Rødt*, *Areal Gult* og *Areal Grønt* er størrelsen på arealet som når rødt, gult og grønt nivå (svarer til >6 lus, 2-6 lus og <2 lus) i løpet av 30 dager. ROC-indeksen beregner altså areal som er påvirket i løpet av en gitt periode. I denne vurderingen er metoden satt opp for å vurdere påvirkningen i produksjonsområdet fra dato for median utvandring av villaks i området og 30 dager frem i tid. Områdene som er vurdert er avgrenset til området som ligger nærmere kysten enn 9,6 km. Dersom ROC-indeksen kommer over 30% blir området som helhet klassifisert til å ha høy lakselusindusert villfiskdødelighet, 10-30% moderat lakselusindusert villfiskdødelighet og under 10% lav lakselusindusert villfiskdødelighet.

For å vurdere usikkerhet har vi beregnet en tidsserie av ROC-indekser, beregnet for glidende 30 dagers perioder, som vist i figurene til høyre under hvert PO. Horisontale stiplete linjer indikerer grenseverdiene mellom de tre kategoriene (lav, middel og høy påvirkning) som er benyttet i vurderingen. Grønt skravert område indikerer

smoltutvandringsperioden. Vertikal grønn linje marker tidspunktet for antatt 50% utvandring, og det er det tidspunktet som har benevningen **ROC-indeks perioden** i denne rapporten. Variasjonen i indeksen rundt denne perioden ble benytte til å si noe om usikkerheten. ROC-indeksen stiger vanligvis utover våren og sommeren, slik at om vi hadde valgt en tidligere periode ville indeksen blitt lavere. Det samme ville være tilfelle om vi hadde valgt en kortere periode, mens det å avgrense arealet til mindre enn 9,6 km fra kysten vil øke indeksen.

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 og hvor raskt indeksen endrer seg rundt 50% utvandring.

3 - Resultat 2020

Resultatene er presentert i kart med 3 farger, der rødt kan tolkes som at villfisken 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 laksefisken 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 integrerer 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 (plottet som kart). 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. Dersom denne kommer over 30 % blir området klassifisert som høyt påvirket, 10-30 % moderat påvirket og under 10% lite påvirket. Et estimat av smoltutvandringsperioden for de ulike produksjonsområdene er indikert ved grønne skraverte områder. Nøyaktige tidspunkt for utvandring fra de ulike elvene kan finnes i Appendiks I til hovedrapporten om "Vurdering av lakseindusert dødelighet per produksjonsområde i 2017.

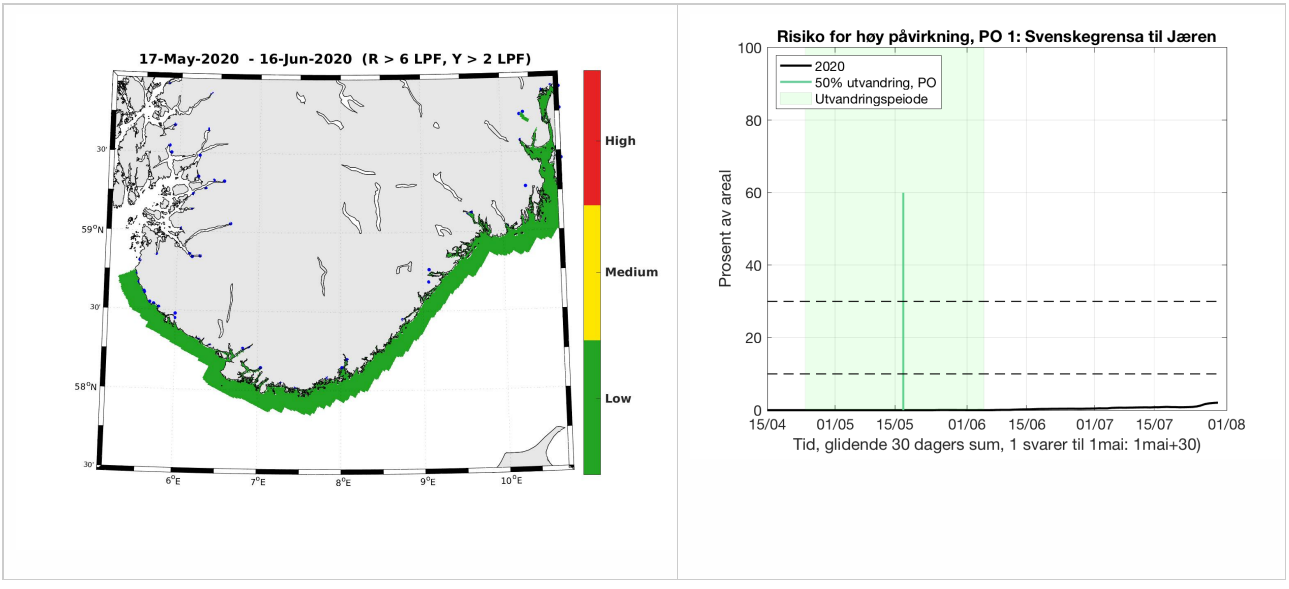
For alle områdene gjelder det at smittepresset øker utover sommeren. Dette skyldes både mer lus i anleggene etter at perioden med lav lusegrense i den antatte utvandringsperioden er over, og at vanntemperaturen øker utover sommeren slik at flere egg klekkes daglig. I tillegg kan strømforholdene spille en avgjørende rolle, som diskutert i Myksvoll mfl. (2020). Villfisk som står i fjorden utover sommeren (sjøørret og sjørøye) vil oftest være 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 2020, men Myksvoll mfl. (2018) dokumenterte relativ høykorrelasjon (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



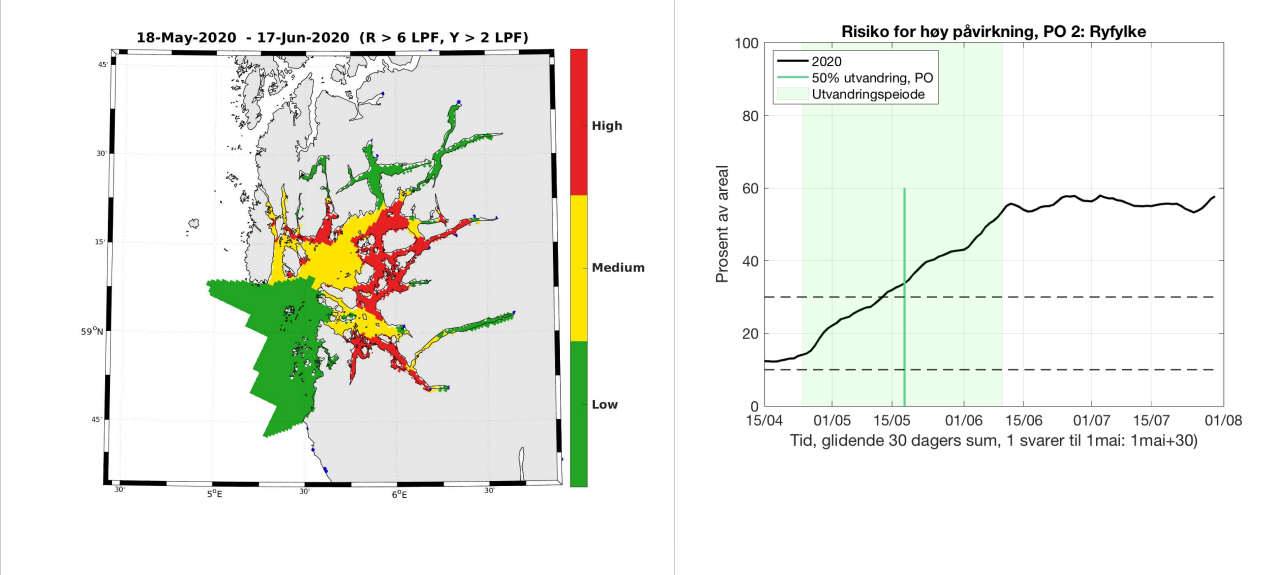
Figur 1. Venstre: smittepresskart som viser områder med lavt, moderat og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager fra tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Høyre: Serie av ROC-indekser beregnet for glidende 30 dagers perioder fra 15.april til 1.august. Grønt skravert område indikerer smolt utvandringsperioden. Vertikal grønn linje marker tidspunktet for antatt 50% utvandring, og det er det tidspunktet som har benevningen ***ROC-indeks perioden*** *i denne rapporten.*

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 elevene vil trolig bli betydelig påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Indeksen for risiko for høy påvirkning er 34% (dvs. at i omlag 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 stiger bratt rundt tidspunktet for 50% utvandring, og går fra kategorien moderat til høy. Usikkerheten anses derfor for å være stor.

Konklusjon: Høy
Usikkerhet: Stor



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: Serie av ROC-indekser beregnet for glidende 30 dagers perioder fra 15.april til 1.august. Grønt skravert område indikerer smolt utvandringsperioden. Vertikal grønn linje marker tidspunktet for antatt 50% utvandring, og det er det tidspunktet som har benevningen ***ROC-indeks perioden*** *i denne rapporten.*

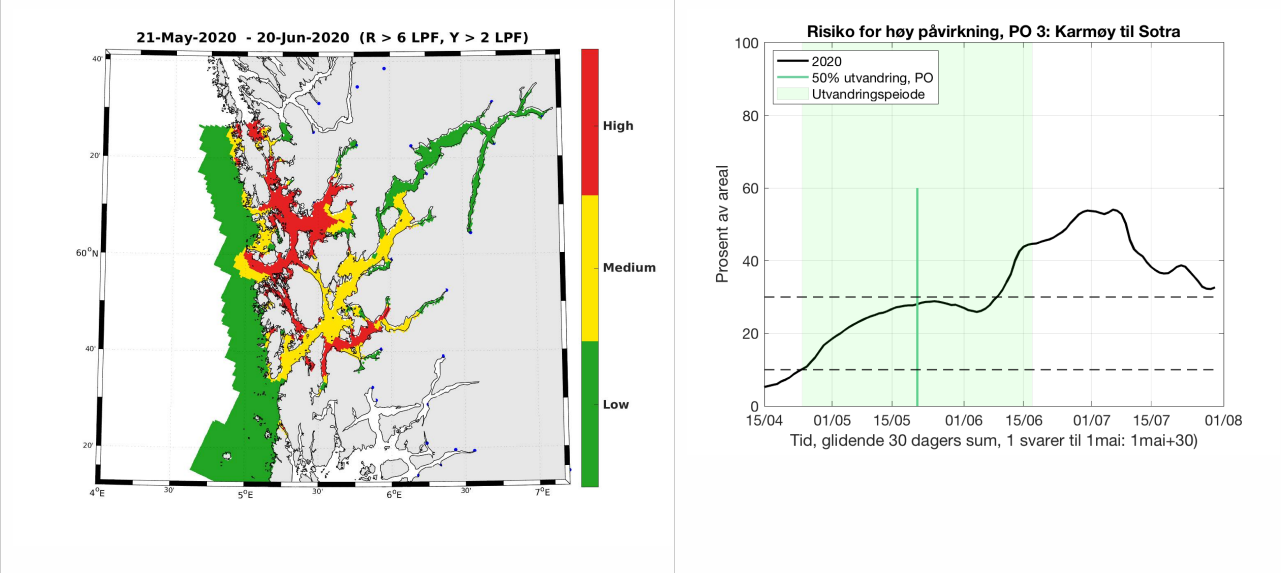
3.3 - PO 3: Karmøy til Sotra

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, 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 (28%) (dvs. at i ca 28% 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 (mellom 10 og 30%). Det ble plottet kart for samme periode som der var vaktbur i området, figur 15. Det ble generelt observert høyere smittepress i vaktburene enn det

som ble estimert med modellen (se kapittel 5 for detaljer).

Konklusjon: Moderat
Usikkerhet: Liten



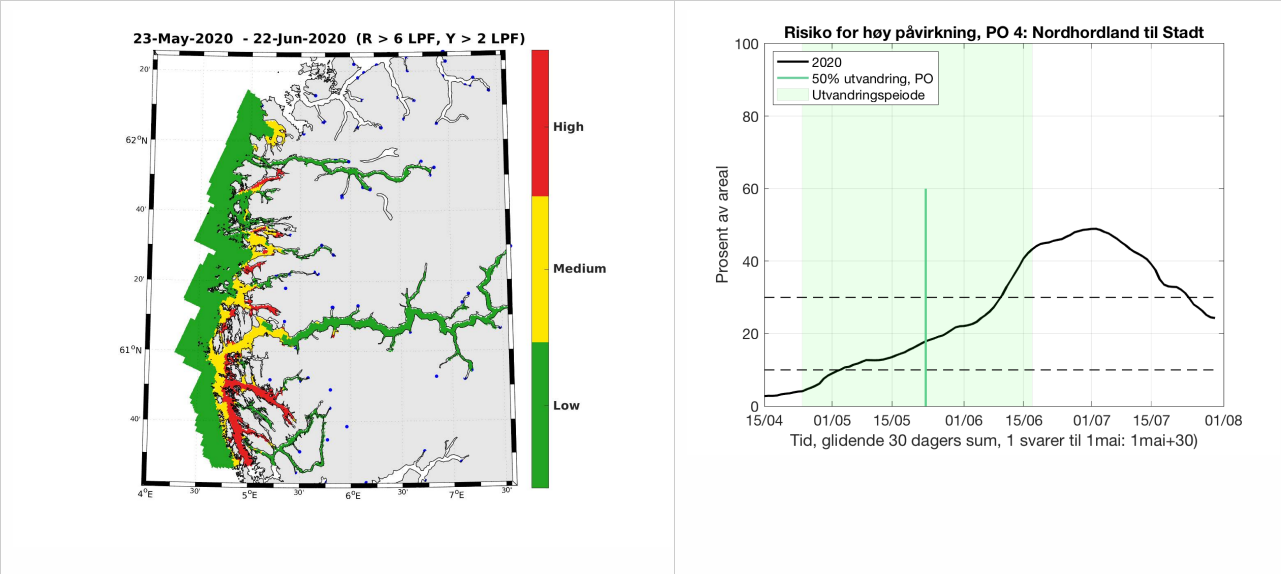
*Figur 3. Venstre: smittepresskart som viser områder med lavt, moderat og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager fra tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Høyre: Serie av ROC-indekser beregnet for glidende 30 dagers perioder fra 15.april til 1.august. Grønt skravert område indikerer smolt utvandringsperioden. Vertikal grønn linje marker tidspunktet for antatt 50% utvandring, og det er det tidspunktet som har benevningen **ROC-indeks perioden** i denne rapporten.*

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 (18%) (dvs. at i ca 18% 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%).

Konklusjon: Moderat
Usikkerhet: Liten



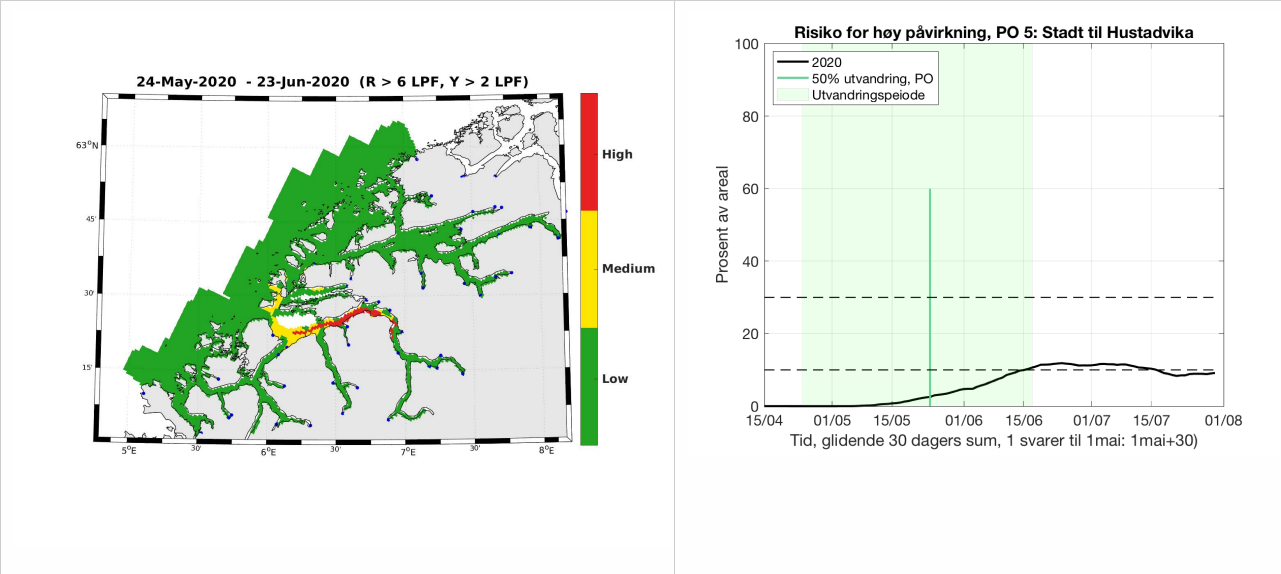
Figur 4. Venstre: smittepresskart som viser områder med lavt, moderat og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager fra tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Høyre: Serie av ROC-indekser beregnet for glidende 30 dagers perioder fra 15.april til 1.august. Grønt skravert område indikerer smolt utvandringsperioden. Vertikal grønn linje marker tidspunktet for antatt 50% utvandring, og det er det tidspunktet som har benevningen ***ROC-indeks perioden*** *i denne rapporten.*

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 lavt i store deler av området, og laksesmolten som vandrer ut fra elvene vil trolig bli lite påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Unntaket er postsmolt fra elvene i Storfjorden som vandrer gjennom det røde området i Figur 5. Indeksen for risiko for høy påvirkning er høy (3%) (dvs. at i ca 3% 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 lav.

Konklusjon: Lav
Usikkerhet: Liten



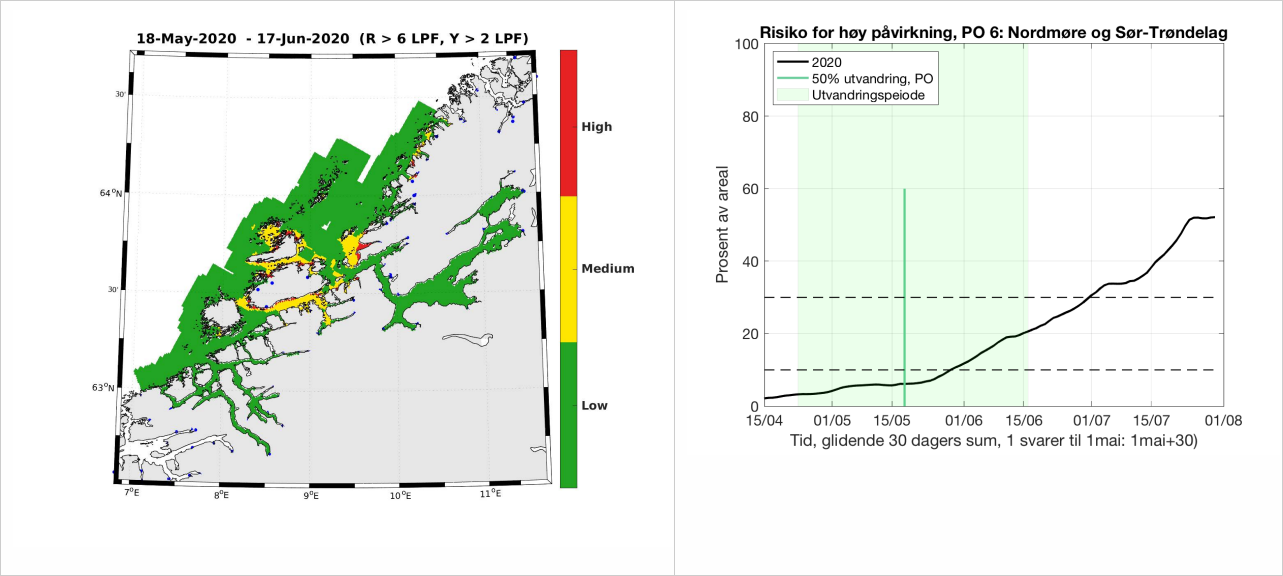
Figur 5. Venstre: smittepresskart som viser områder med lavt, moderat og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager fra tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Høyre: Serie av ROC-indekser beregnet for glidende 30 dagers perioder fra 15.april til 1.august. Grønt skravert område indikerer smolt utvandringsperioden. Vertikal grønn linje marker tidspunktet for antatt 50% utvandring, og det er det tidspunktet som har benevningen ***ROC-indeks perioden*** *i denne rapporten.*

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 sør og moderat til høyt i områdene rundt utløpet av Trondheimsfjorden. Laksesmolten som vandrer ut Trondheimsfjorden kan bli noe påvirket, men dette vil avhenge sterkt av vandringsruten etter at den forlater Trondheimsfjorden. Indeksen for risiko for høy påvirkning er lav (6%) (dvs. at i ca 6% 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 lav.

Konklusjon: Lav
Usikkerhet: Middels (pga høyt smittepresset i potensiell vandringsrute)



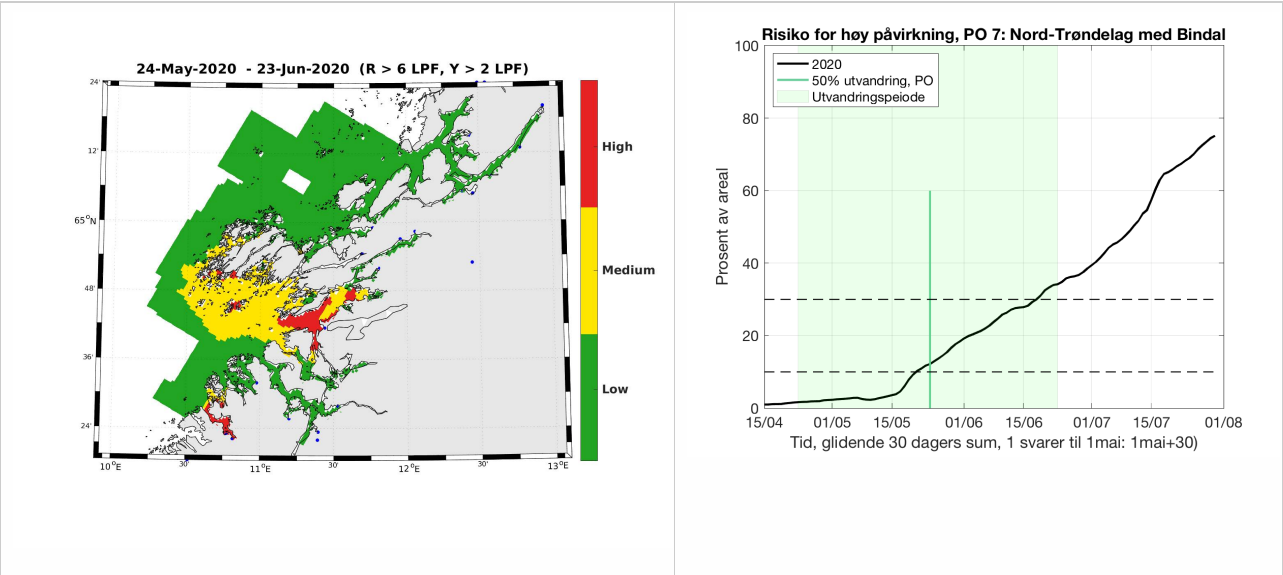
Figur 6. Venstre: smittepresskart som viser områder med lavt, moderat og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager fra tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Høyre: Serie av ROC-indekser beregnet for glidende 30 dagers perioder fra 15.april til 1.august. Grønt skravert område indikerer smolt utvandringsperioden. Vertikal grønn linje marker tidspunktet for antatt 50% utvandring, og det er det tidspunktet som har benevningen ***ROC-indeks perioden*** *i denne rapporten.*

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 området sør for Vikna. Indeksen for risiko for høy påvirkning er moderat (12%) (dvs. at i ca 12% 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 moderat og lav. Laksesmolt som vandrer ut fra Namsen kan potensielt vandre gjennom området med moderat til høyt smittepress sør for Vikna.

Konklusjon: Moderat
Usikkerhet: Stor



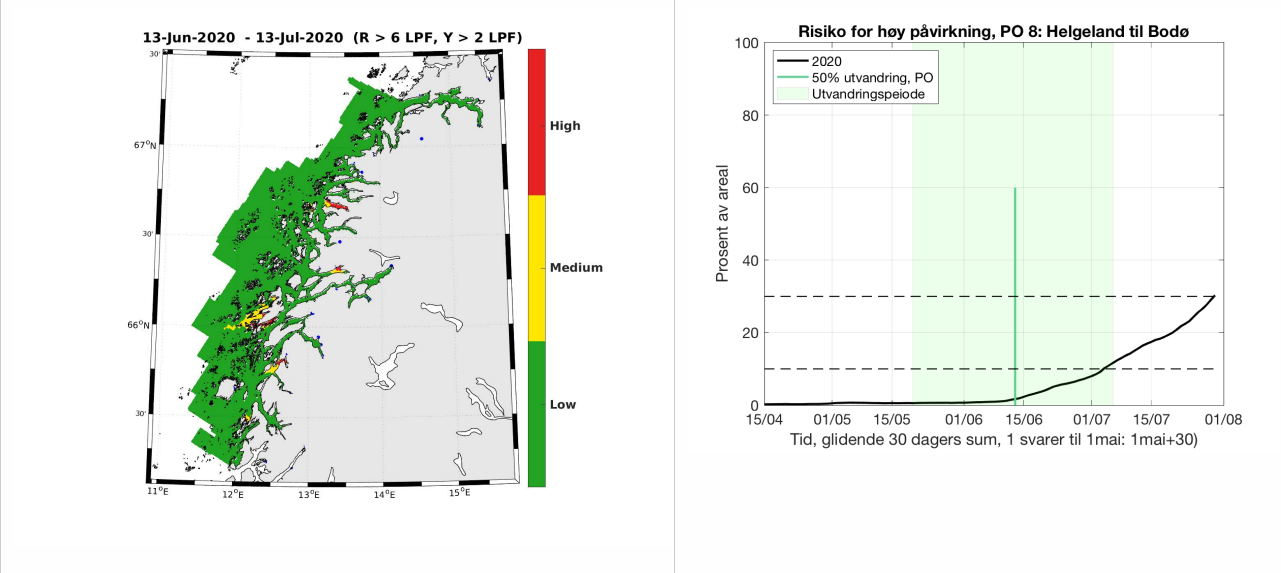
Figur 7. Venstre: smittepresskart som viser områder med lavt, moderat og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager fra tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Høyre: Serie av ROC-indekser beregnet for glidende 30 dagers perioder fra 15.april til 1.august. Grønt skravert område indikerer smolt utvandringsperioden. Vertikal grønn linje marker tidspunktet for antatt 50% utvandring, og det er det tidspunktet som har benevningen ***ROC-indeks perioden*** *i denne rapporten.*

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, bortsett fra noen små lokale områder med høyt smittepress. 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).

Konklusjon: Lav
Usikkerhet: Liten



Figur 8. 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: Serie av ROC-indekser beregnet for glidende 30 dagers perioder fra 15.april til 1.august. Grønt skravert område indikerer smolt utvandringsperioden. Vertikal grønn linje marker tidspunktet for antatt 50% utvandring, og det er det tidspunktet som har benevningen ***ROC-indeks perioden*** *i denne rapporten.*

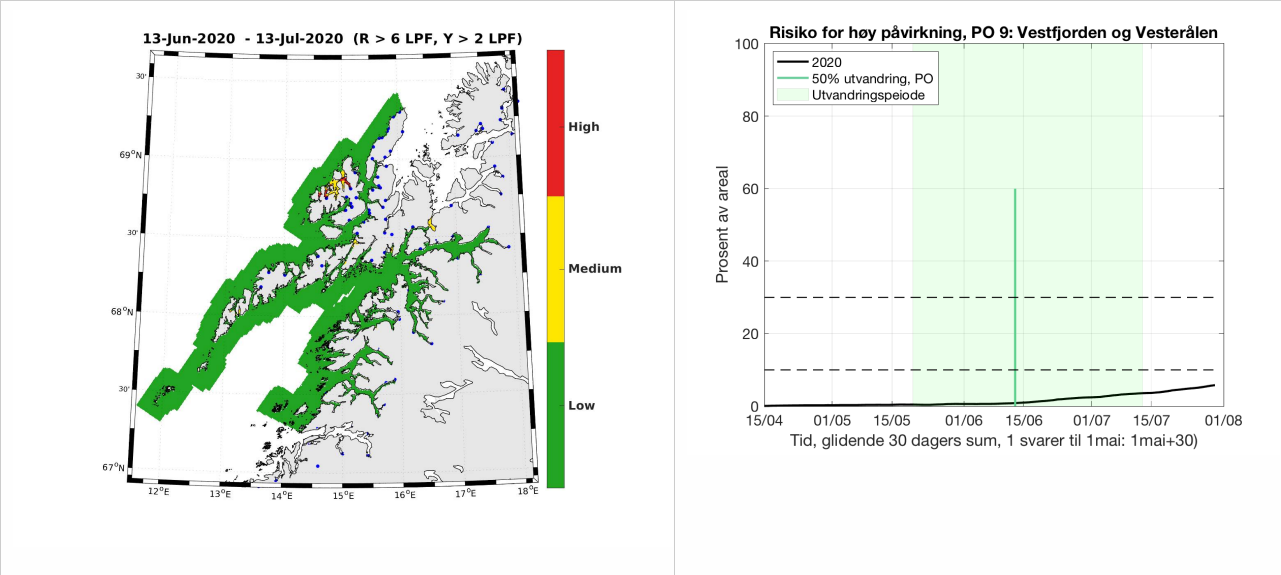
3.9 - PO 9: Vestfjorden og Vesterålen

Antatt tidspunkt for utvandring: 20. mai – 13. juli, med midlere dato for 50 % utvandring på PO-skala beregnet til13. 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 (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.

Konklusjon: Lav

Usikkerhet: Liten



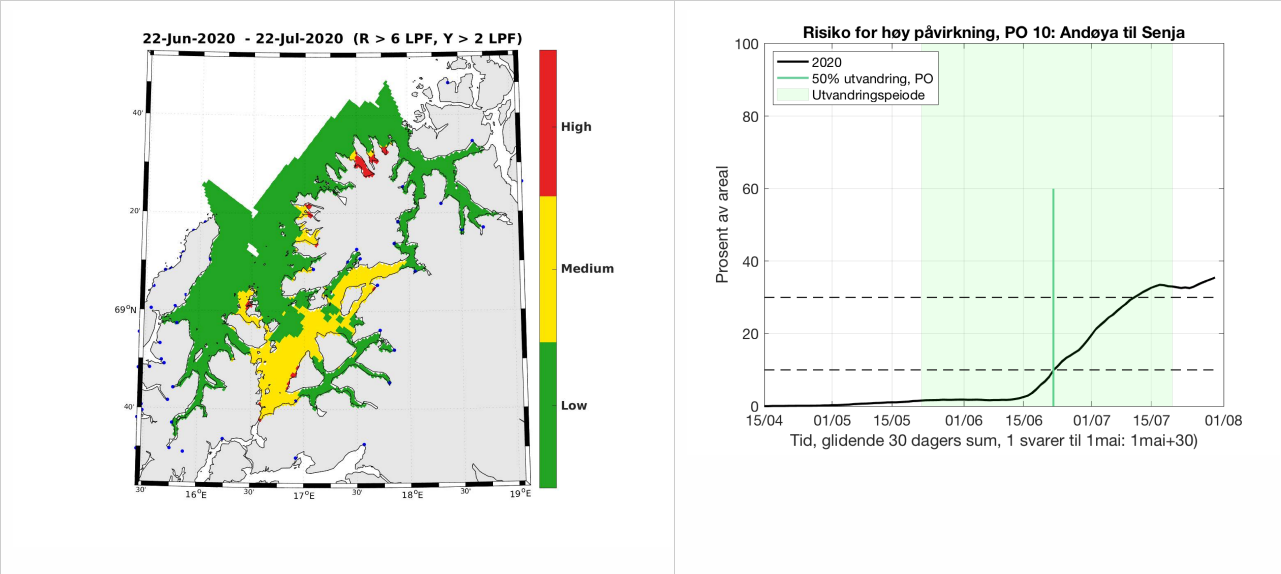
Figur 9. Venstre: smittepresskart som viser områder med lavt, moderat og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager fra tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Høyre: Serie av ROC-indekser beregnet for glidende 30 dagers perioder fra 15.april til 1.august. Grønt skravert område indikerer smolt utvandringsperioden. Vertikal grønn linje marker tidspunktet for antatt 50% utvandring, og det er det tidspunktet som har benevningen ***ROC-indeks perioden*** *i denne rapporten.*

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 (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 potensielt dødelig dose, avhengig av størrelsen på fisken). Indeksen varierer kraftig rundt tidspunktet for 50% utvandring og går fra kategorien lav til moderat.

Konklusjon: Moderat
Usikkerhet: Stor



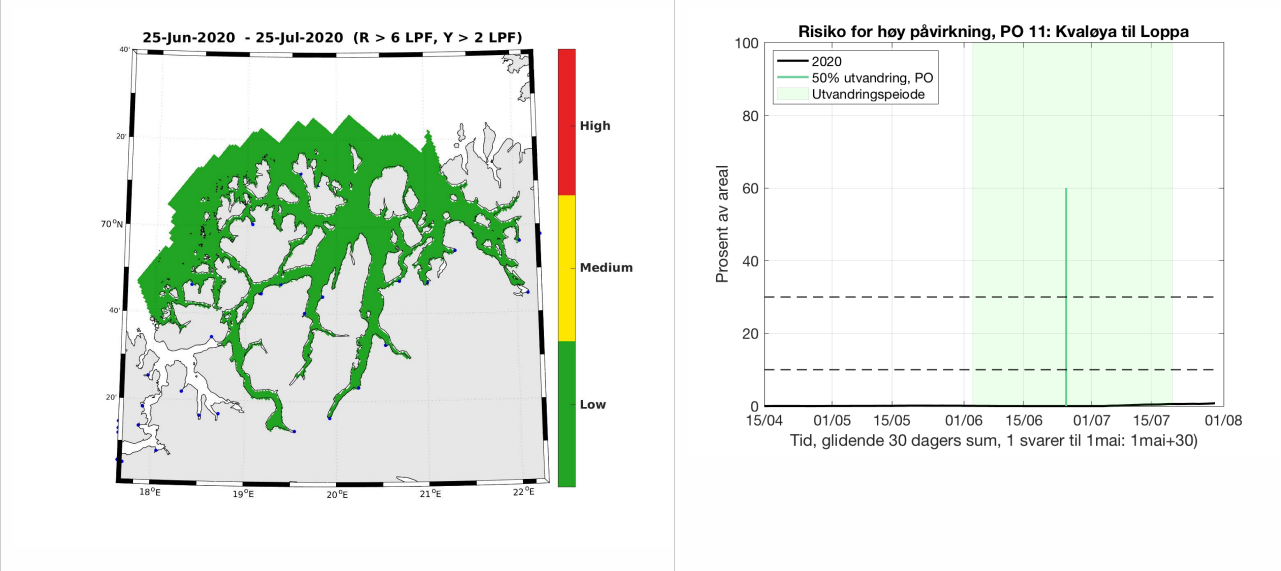
Figur 10. Venstre: smittepresskart som viser områder med lavt, moderat og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager fra tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Høyre: Serie av ROC-indekser beregnet for glidende 30 dagers perioder fra 15.april til 1.august. Grønt skravert område indikerer smolt utvandringsperioden. Vertikal grønn linje marker tidspunktet for antatt 50% utvandring, og det er det tidspunktet som har benevningen ***ROC-indeks perioden*** *i denne rapporten.*

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 (0%) (dvs. at i ca 0% 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.

Konklusjon: Lav
Usikkerhet: Liten



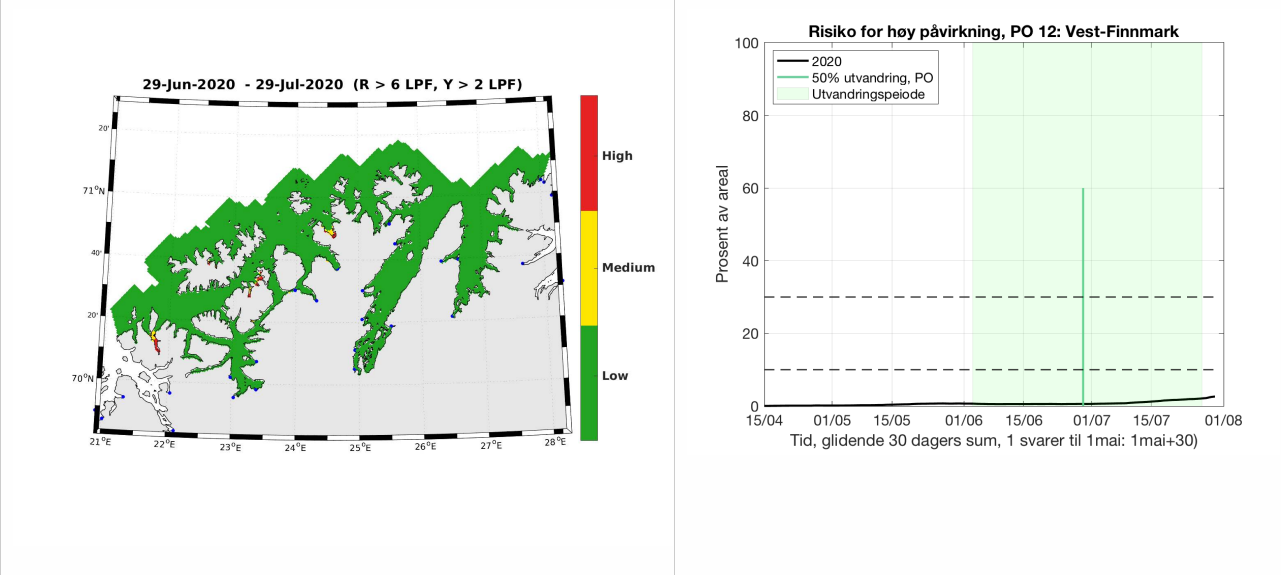
Figur 11. Venstre: smittepresskart som viser områder med lavt, moderat og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager fra tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Høyre: Serie av ROC-indekser beregnet for glidende 30 dagers perioder fra 15.april til 1.august. Grønt skravert område indikerer smolt utvandringsperioden. Vertikal grønn linje marker tidspunktet for antatt 50% utvandring, og det er det tidspunktet som har benevningen ***ROC-indeks perioden*** *i denne rapporten.*

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.

Konklusjon: Lav
Usikkerhet: Liten



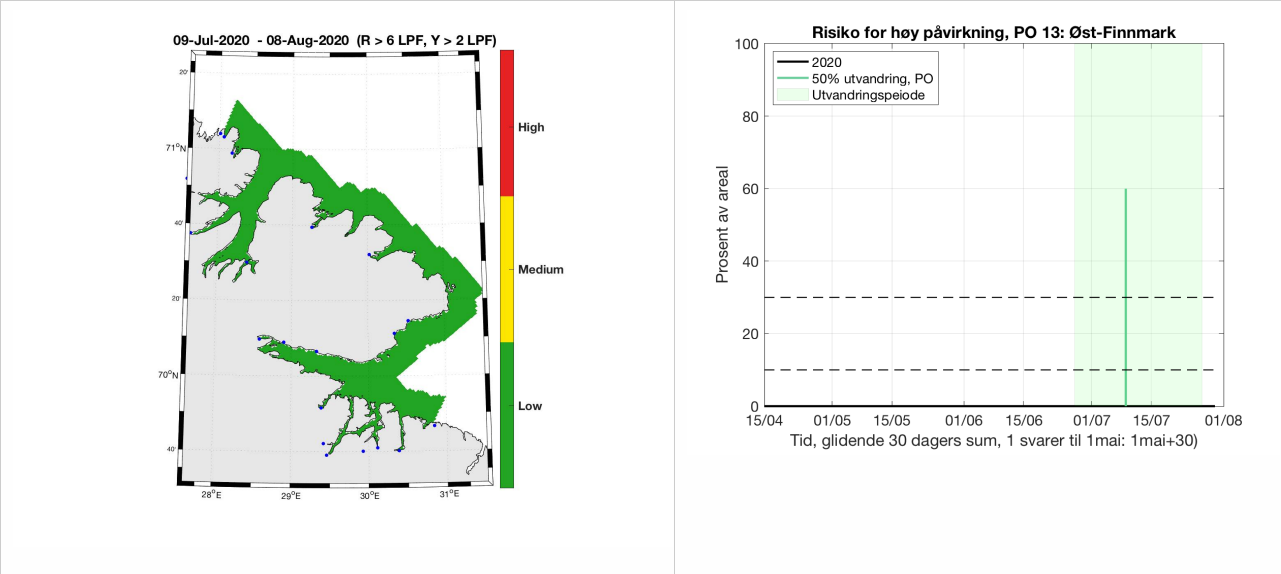
Figur 12. Venstre: smittepresskart som viser områder med lavt, moderat og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager fra tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Høyre: Serie av ROC-indekser beregnet for glidende 30 dagers perioder fra 15.april til 1.august. Grønt skravert område indikerer smolt utvandringsperioden. Vertikal grønn linje marker tidspunktet for antatt 50% utvandring, og det er det tidspunktet som har benevningen ***ROC-indeks perioden*** *i denne rapporten.*

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.

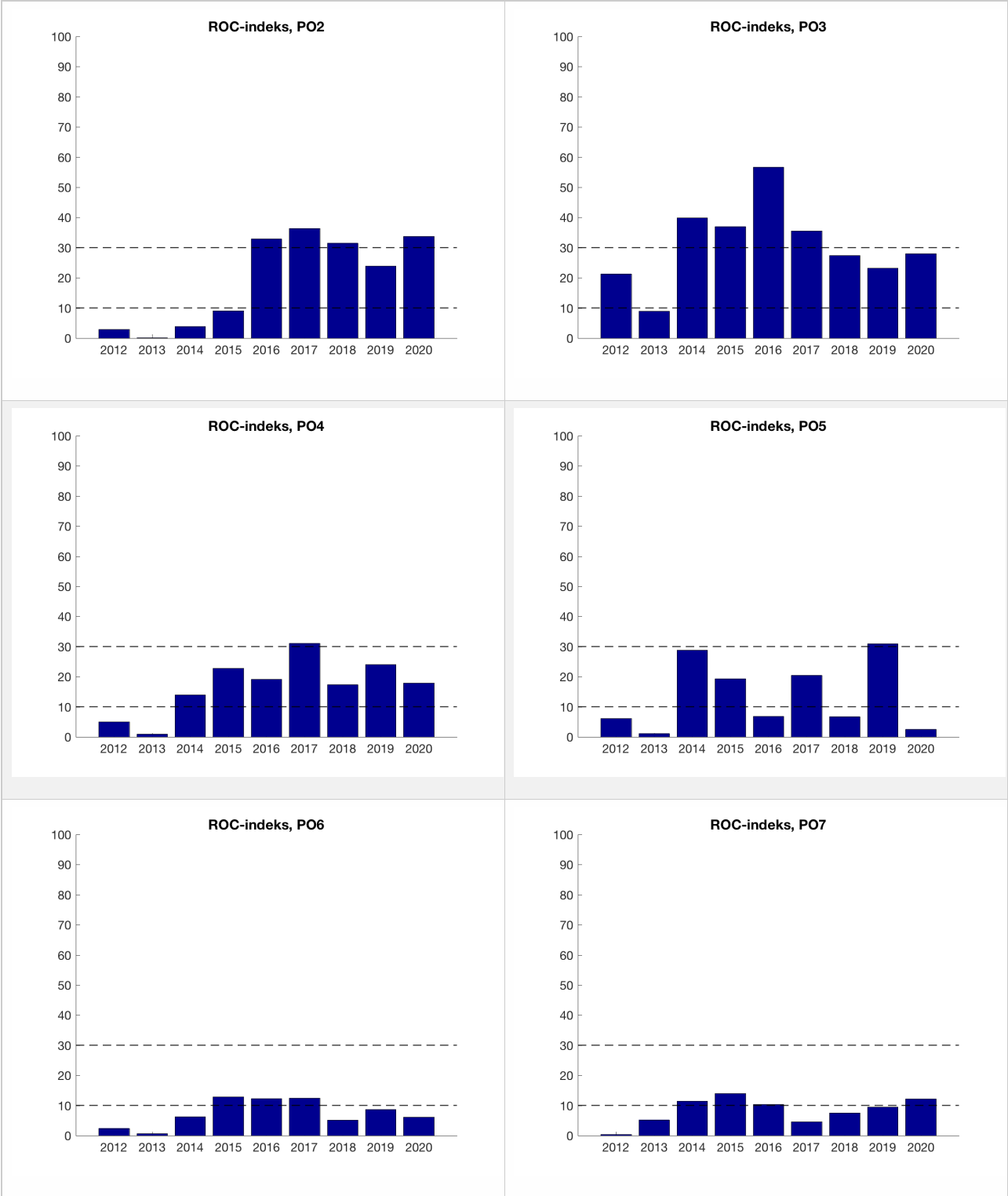
Det kalibrerte smittepresset er lavt i hele dette området, og laksesmolten som vandrer ut vil trolig bli lite påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Indeksen for risiko for høy påvirkning er lav (0%). Indeksen varierer lite rundt tidspunktet for 50% utvandring.

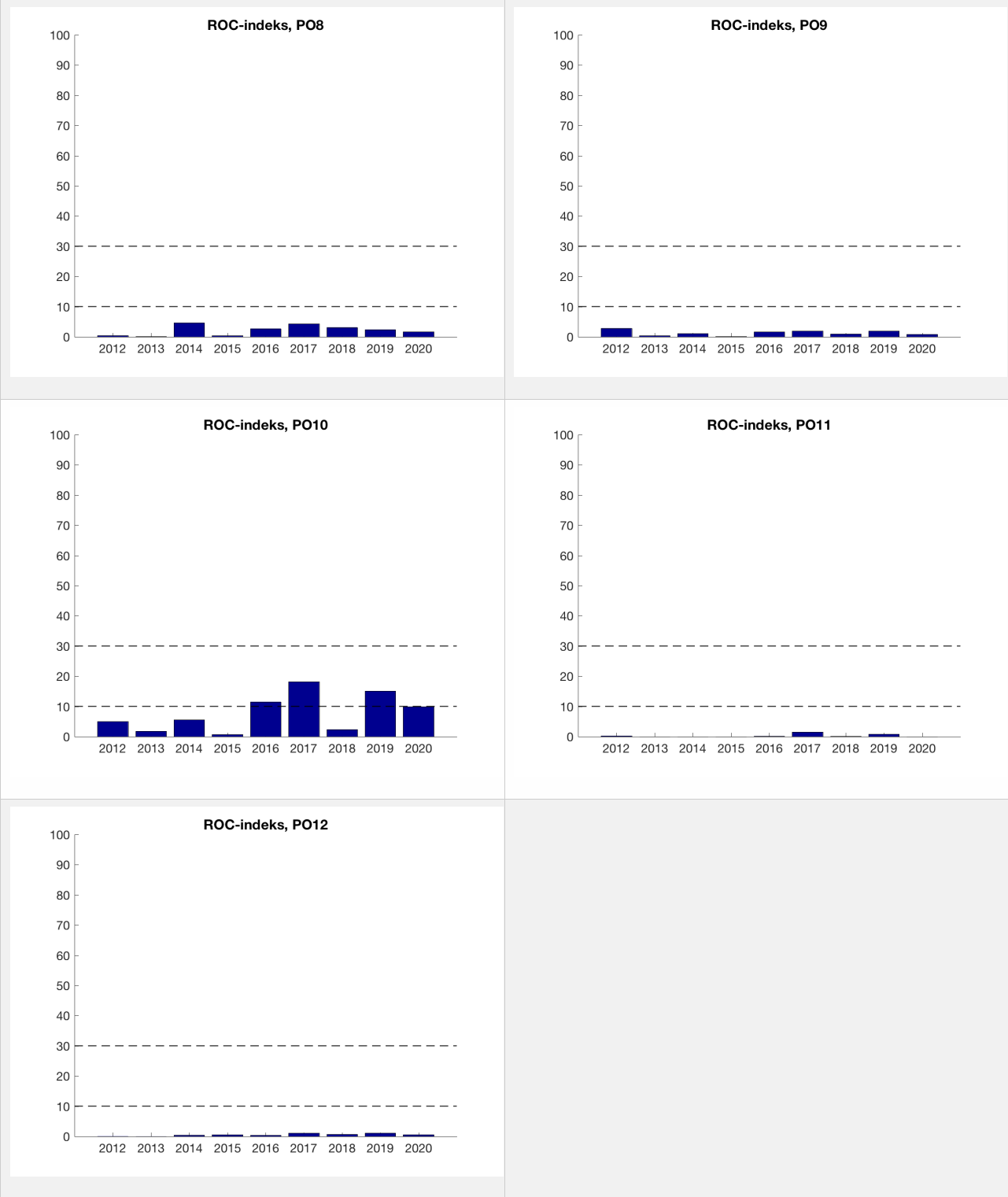
Konklusjon: Lav
Usikkerhet: Liten



Figur 13. 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: Serie av ROC-indekser beregnet for glidende 30 dagers perioder fra 15.april til 1.august. Grønt skravert område indikerer smolt utvandringsperioden. Vertikal grønn linje marker tidspunktet for antatt 50% utvandring, og det er det tidspunktet som har benevningen ***ROC-indeks perioden*** *i denne rapporten.*

4 - Mellomårlig variabilitet





Figur 14. Estimert ROC-indeks (ligning i kap 2.) per PO for perioden 2012 – 2020.

5 - Sammenligning med smoltburdata i PO3

I 2020 ble det observert smittepress med «vaktburmetoden» i 3 perioder i PO3. For å sammenligne med modellen har vi tidligere argumentert for at 14 dager (pga usikkerhet i kildeleddet) er en for kort periode (Sandvik mfl. 2016). I figurene under har vi derfor slått sammen periode 1 og 2 (20/5 - 18/6).

I Hardangerfjorden ble det observert moderate og høye verdier på burfisken. Selv om smittepresset i modellen også avtar innover i Hardangerfjorden er dette høyere lusetall enn beregnet smittepress fra modellen. Kalibreringen mot burdata ga parametre som konvergerte etterhvet som vi fikk samlet inn nok data og de har holdt seg stabile på samme verdi siden 2017 (Tabell 1). Når data fra 2020 ble lagt inn i samme kalibrering ble R lik 1,3 og N lik 6/9, men "scoren" (beskrevet i Sandvik mfl. 2020) ble så lav at vi i denne rapporten fant det hesiktsmessig å bare benytte data frem til og med 2019 i kalibreringen, og videre i resultatene fra ROC-metoden. Siden modell viser vestlig lavere tall enn observasjonene kan det tyde på:

- mangelfull rapportering fra enkelte anlegg, altså kilden til lakselus er underestimert
- at modellen har for lav saltholdighet slik at kopepodittene står dypere enn 2m i vannsøylen (vi har ikke målinger av saltholdighet i denne perioden) eller at luselarvenes saltunnvikelse er for kraftig
- det relativt varme vannet medfører kopepoditter med høyere infektivitet
- modellen ikke fanger opp innstrømningsepisoder som kan ha ført lus fra ytre til midtre deler av Hardangerfjorden

eller en kombinasjon av to eller flere av disse.

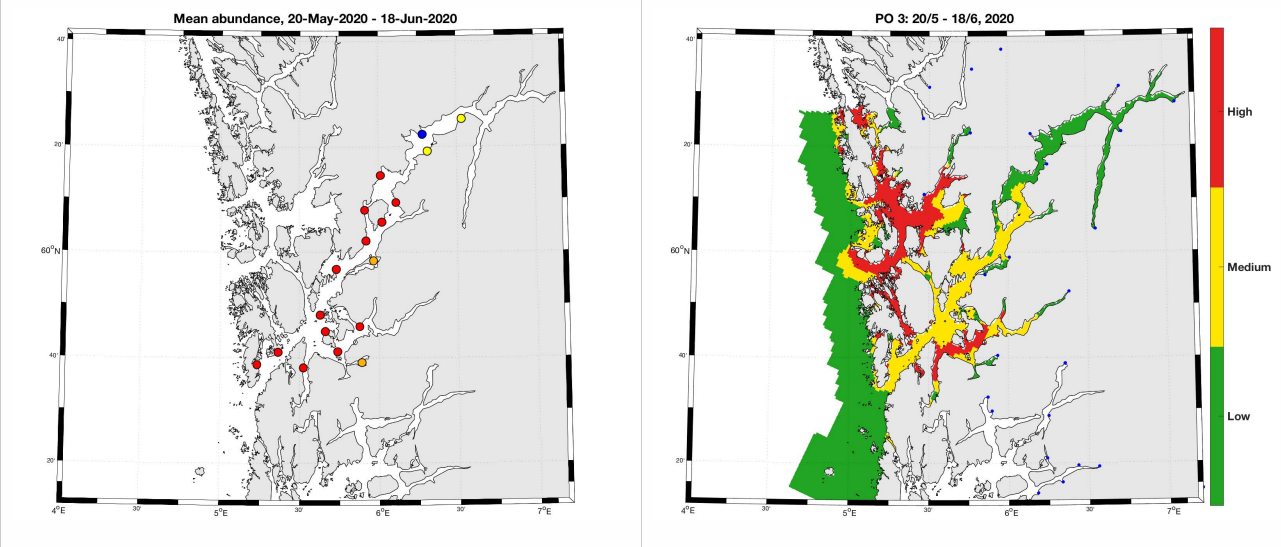


Fig 15 Burdata (venstre) og modelldata høyre) for perioden 20. Mai til 18. Juni, 2020. Grønn farge svarer til mindre enn en lus, gul (og orange (5-10 lus) i smoltburdata) til mellom 1 og 10 lus, rød til over 10 lus per fisk. Blå sirkel indikerer posisjoner der vi bare fikk resultat fra en av burperiodene.

6 - Diskusjon

Siden vanntemperaturen, saltholdigheten og strømforholdene varierer noe mellom år, vil også ROC-indeksen variere noe med varierende miljøforhold (Myksvoll mfl 2020).

Når en datakilde skal benyttes til å vurdere miljømessig bærekraft innen et produksjonsområde krever det en nøye vurdering av verdier på ulike kritiske parametere som vil påvirke resultatet.

For ROC-metoden vil disse være:

1. grenseverdien for hva som skal regnes som høy/middels/lav verdi i vaktburdataene, med påfølgende grenseverdier som kommer ut fra ROC-metoden
2. perioden det skal integreres over, og hvilken periode det er mest relevant å definere som ROC-indeks perioden
3. avgrensning av produksjonsområdet til havs
4. grenseverdier for når ROC-indeksen skal regnes som høy, middels eller lav

Valgene som er gjort vil påvirke resultatene, der en høyere grenseverdi og kortere eller tidligere periode vil gi lavere indeks, mens et område som ikke strekker seg så langt til havs vil gi høyere indeks. Til slutt er det grenseverdien for hva som regnes som en høy, middels eller lav ROC-indeks som bestemmer utfallet fra denne metoden.

Ved å holde seg til et fast sett med parametere har vi imidlertid en objektiv metode som ikke endrer seg mellom år eller mellom de ulike produksjonsområdene. Det skal også bemerkes at vurderingene som er gjort med ROC-metoden i trafikklysarbeidet stemmer godt overens med vurderingene gjort på bakgrunn av ulike observasjoner av lus på villfisk.

7 - Referanser

Johnsen IA, Sævik P, Ådlandsvik B, 2019. Utvandring av virtuell postsmolt 2018/2019. Rapport fra Havforskningen, nr 55-2019.

Johnsen IA, 2020. Virtuell postsmolt. Rapport fra Havforskningen, nr XX-2020.

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

Myksvoll MS, Sandvik AD, Johnsen IA, Skarðhamar J, Albretsen J, 2020. Impact of variable physical conditions and future increased aquaculture production on lice infestation pressure and its sustainability in Norway. Aquacult Environ Interact 12:193-204. https://doi.org/10.3354/aei00359

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 AD, Johnsen IA, Myksvoll MS, Sævik PN, Skogen MD, Prediction of the salmon lice infestation pressure in a Norwegian fjord, *ICES Journal of Marine Science* , Volume 77, Issue 2, March 2020, Pages 746–756, https://doi.org/10.1093/icesjms/fsz256

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
Tlf: 55 23 85 00
E-post: post@hi.no
www.hi.no