



# PÅVIRKNING FRA LAKSELUS PÅ VILL LAKSEFISK

## - ROC

Interne forfattere: Anne D. Sandvik og Mari S. Myksvoll

Eksterne forfattere: [Forfattere]

**Tittel (norsk og engelsk):**  
Påvirkning fra lakselus på vill laksefisk

[Title]

**Undertittel (norsk og engelsk):**

- ROC

[Subtitle]

**Rapportserie:**

Velg i nettsversjonen

**Nr.-År:**

[X-XXXX]

**Dato:**

24.09.2020

**Distribusjon: Åpen**

**Prosjektnr.:**

[xxxxx]

**Oppdragsgiver(e):**

Velg i nettsversjonen

**Oppdragsgivers referanse:**

[xxxxx xxxxxx]

**Program:**

Velg i nettsversjonen

**Forskningsgruppe:**

Velg i nettsversjonen

**Antall sider totalt:**

22

**Interne forfattere:**

Velg i nettsversjonen

**Eksterne forfattere:**

Velg i nettsversjonen

**Redaktør(er):**

Velg i nettsversjonen

**Kontaktperson(er):**

Velg i nettsversjonen

**Godkjent av:**

Velg i nettsversjonen

**Sammendrag (norsk):**

[Tekst]

**Summary (English):**

[Text]



# Innhold

<b>1</b>	<b>Bakgrunn</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Miljøindikator</b> .....	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Resultat 2020</b> .....	<b>6</b>
3.1	PO 1: Svenskegrensa til Jæren .....	6
3.2	PO 2: Ryfylke .....	7
3.3	PO 3: Karmøy til Sotra.....	8
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 .....	12
3.10	PO 10: Andøya til Senja.....	13
3.11	PO 11: Kvaløya til Loppa .....	14
3.12	PO 12: Vest-Finnmark .....	15
3.13	PO 13: Øst-Finnmark.....	15
<b>4</b>	<b>Mellomårlig variabilitet</b> .....	<b>17</b>
<b>5</b>	<b>Sammenligning med smoltburdata i PO3</b> .....	<b>19</b>
<b>6</b>	<b>Diskusjon</b> .....	<b>20</b>
<b>6.</b>	<b>Referanser</b> .....	<b>21</b>

## I 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 koepodittkonsentrasjonen. Det ene produktet kaller vi virtuell smoltutvandring som er beskrevet i en egen rapport (Appendiks VI til hovedrapporten om "Vurdering av lakseindustri dodelighet per produksjonsområde i 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 lakseluskoepoditter, 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) og Sandvik mfl 2020. 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 blir ikke resultat fra disse simuleringene diskutert 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). Resultatene kan lettest tolkes som midlere antall lus på fisk som har stått i et finmasket rutenett av virtuelle vaktbur i hele produksjonsområdet.

ROC metoden beregner 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.

Metoden blir benyttet til å tegne smittepresskart, der rødt, gult og grønt betegner at den ville laksefisker 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 laksefisker 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:

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

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. Området 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-indeks, beregnet for glidende 30 dagers perioder, som vist i figurene til høyre under hvert PO. Horisontale stiplede 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 benevnningen **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 lakselver 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 (sjørret og sjørøye) vil oftest være mer utsatt for skade pga. lakselus enn smolten som vandrer ut til havet om våren.

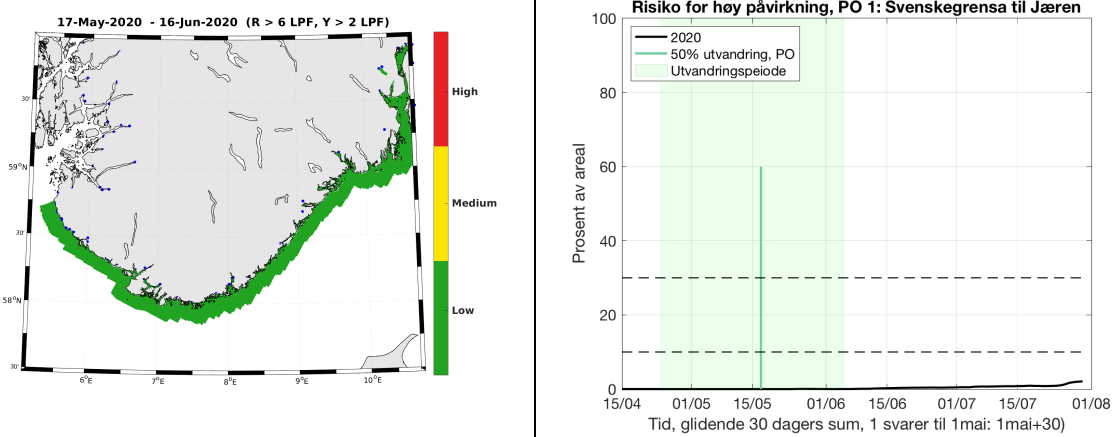
Det er ikke gjort en analyse av modellert smittepress og resultat fra ruse/garn fangst i 2020. Men i Myksvoll mfl. 2018 er det funnet god korrelasjon (Spearman rank korrelasjon på 0.71) mellom HI sin modellestimerte kopepodittkonsentrasjon og tidlige stadier av lakselus (kopepoditter og chalimus I+II) 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 I: 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: smittpresskart som viser områder med lavt, moderat og høyt smittpress for fisk som står i området i 30 dager fra tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Høyre: Serie av ROC-indeks beregnet for glidende 30 dagers perioder fra 15.april til 1.august. Grønt skravert område indikerer smolt utvandningsperioden. Vertikal grønn linje markerer tidspunktet for antatt 50% utvandring, og det er det tidspunktet som har benevnningen ROC-indeks perioden i denne rapporten.

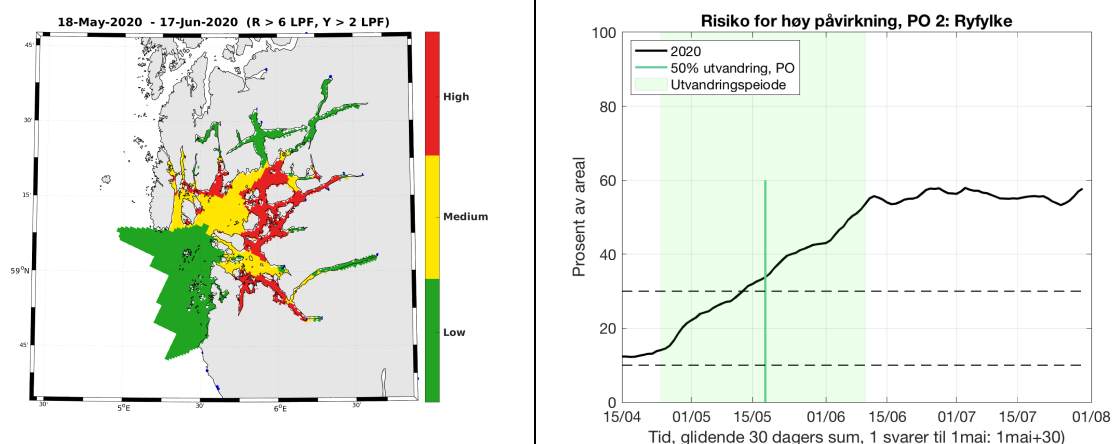
### 3.2 PO 2: Ryfylke

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

Det kalibrerte smittpresset 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 smittpresset 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: smittpresskart som viser områder med lavt, moderat og høyt smittpress 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:  $(\text{Rødt areal} + 50\% \text{ av gult areal}) / (\text{Rødt} + \text{gult} + \text{grønt areal})$

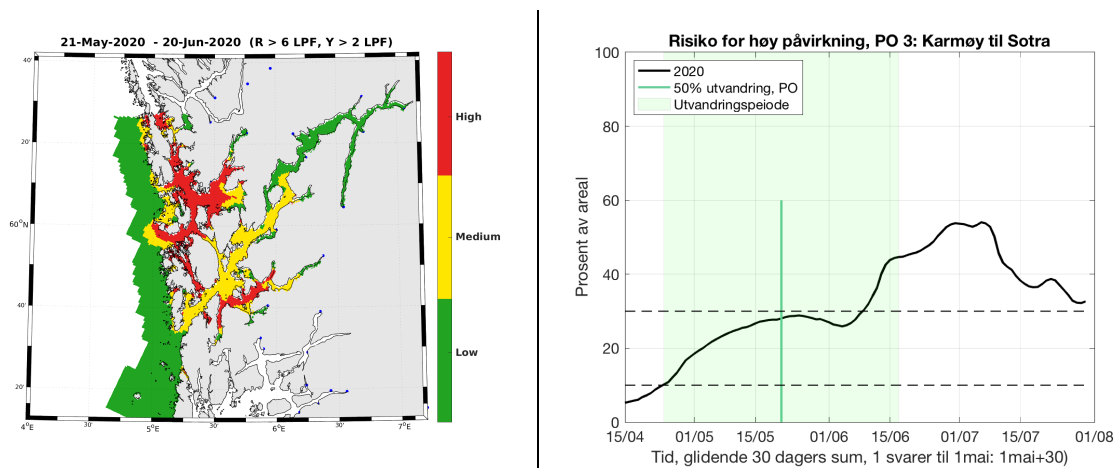
### 3.3 PO 3: Karmøy til Sotra

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, 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-indeks beregnet for glidende 30 dagers perioder fra 15.april til 1.august. Grønt skravert område indikerer smolt utvandningsperioden. Vertikal grønn linje markerer tidspunktet for antatt 50% utvandring, og det er det tidspunktet som har benevnelsen **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.

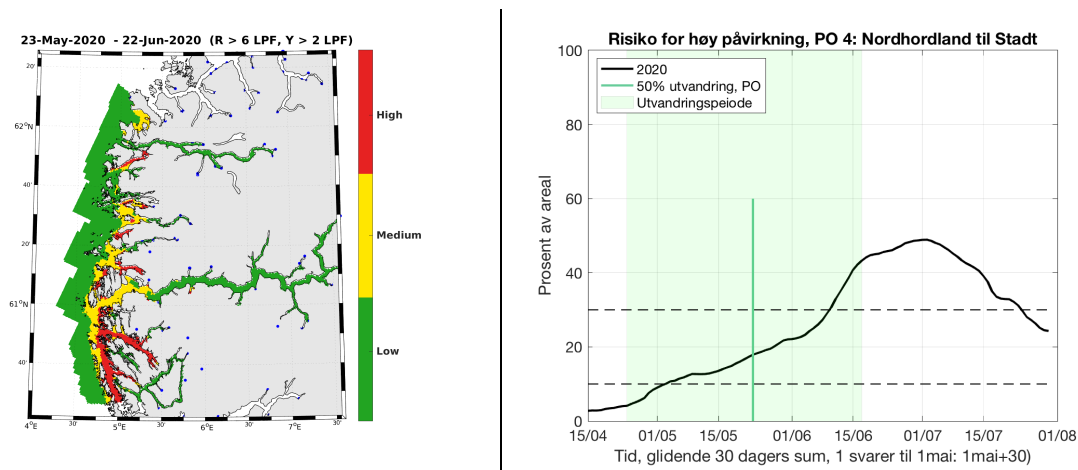
Det kalibrerte smittepresset er moderat til høyt i relativt store deler av området, og laksesmolten som vandrer ut fra elvene vil trolig bli betydelig påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Indeksen for risiko for høy påvirkning er moderat (18%) (dvs. at i ca 18% av produksjonsområdet 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 lakselver. Høyre: Serie av ROC-indeks beregnet for glidende 30 dagers perioder fra 15.april til 1.august. Grønt skravert område indikerer smolt utvandningsperioden. Vertikal grønn linje markerer tidspunktet for antatt 50% utvandring, og det er det tidspunktet som har benevnningen **ROC-indeks perioden** i denne rapporten.

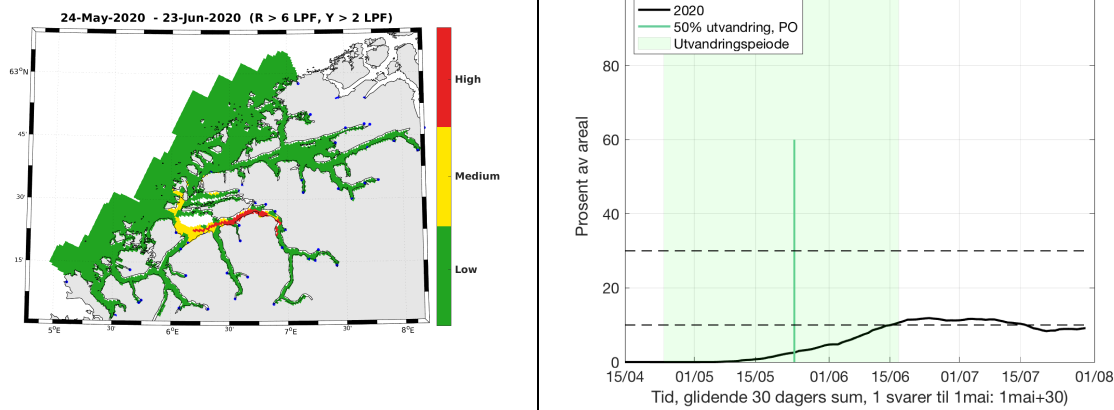
### 3.5 PO 5: Stadt til Hustadvika

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

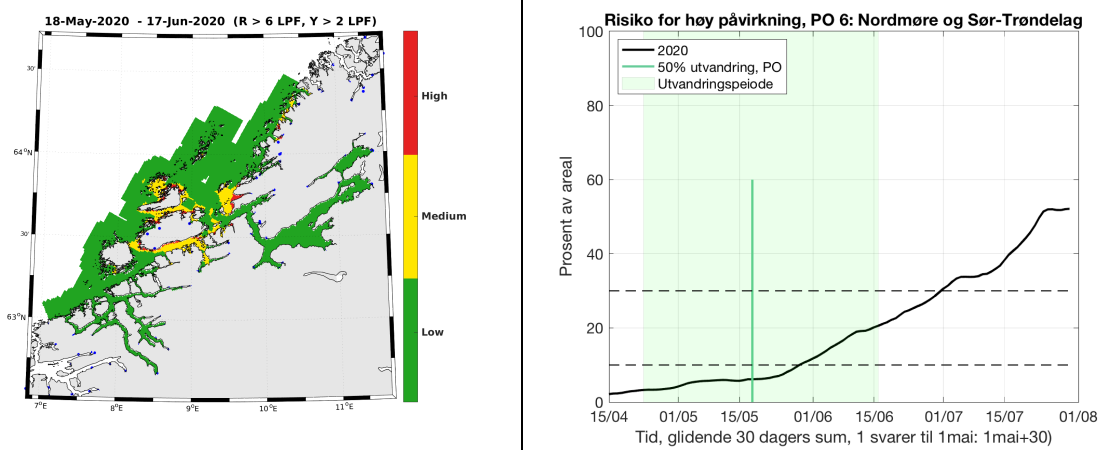
### 3.6 PO 6: Nordmøre og Sør-Trøndelag

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. Laksesmoltene 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-indeks beregnet for glidende 30 dagers perioder fra 15.april til 1.august. Grønt skravert område indikerer smolt utvandningsperioden. Vertikal grønn linje markerer tidspunktet for antatt 50% utvandring, og det er det tidspunktet som har benevnningen **ROC-indeks perioden** i denne rapporten.

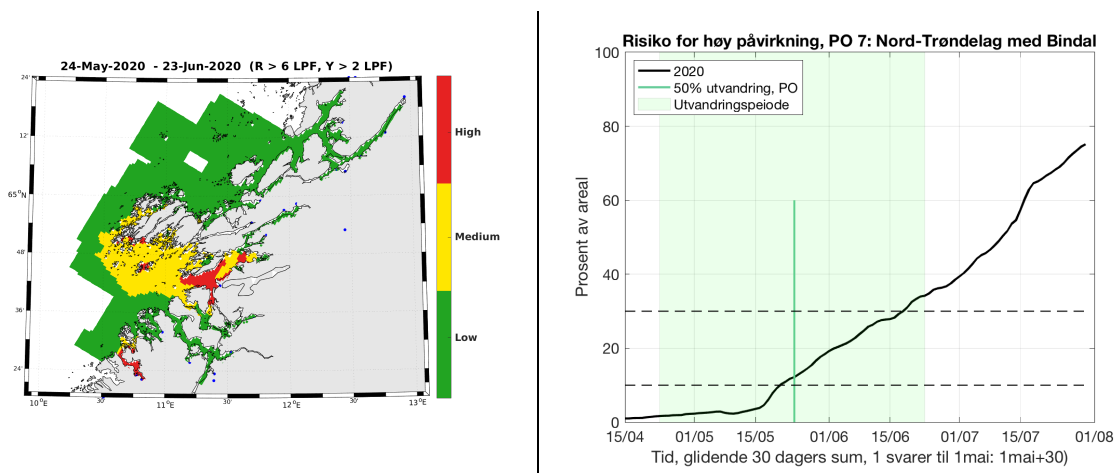
### 3.7 PO 7: Nord-Trøndelag med Bindal

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

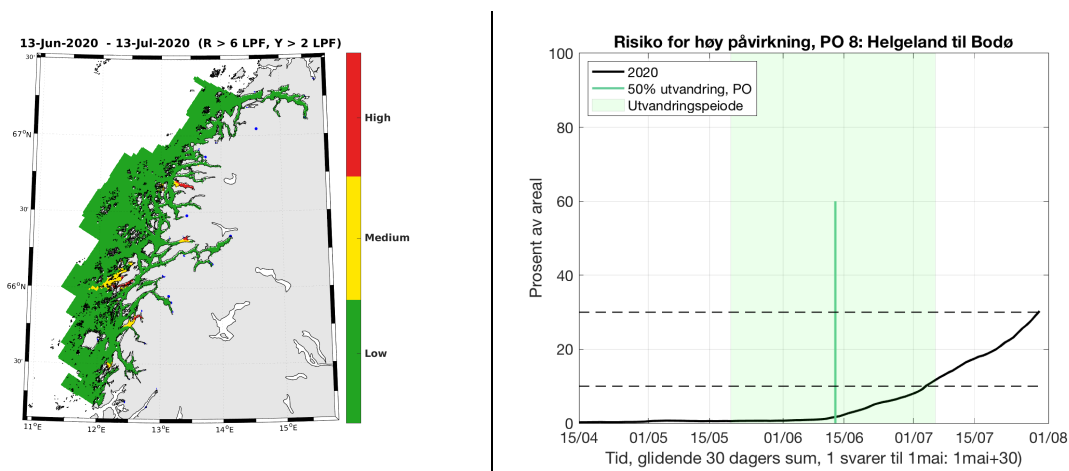
### 3.8 PO 8: Helgeland til Bodø

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

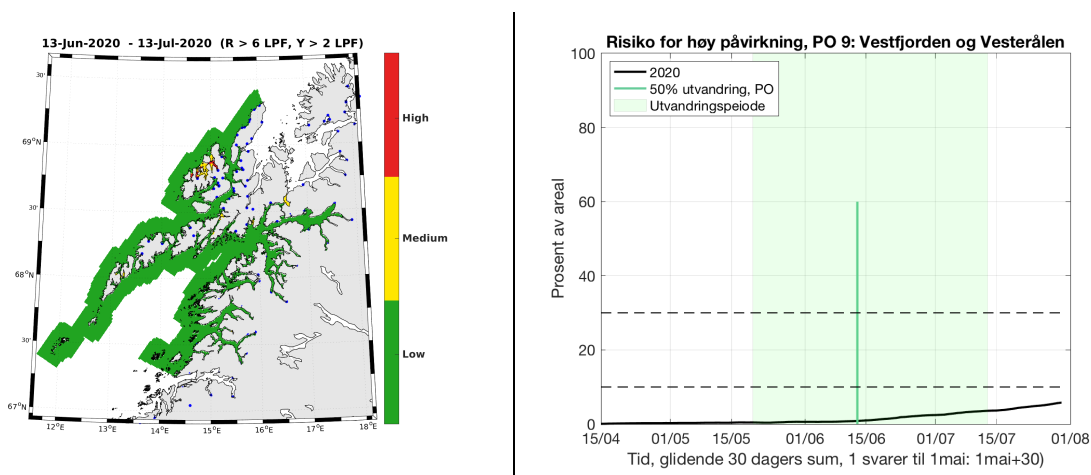
### 3.9 PO 9: Vestfjorden og Vesterålen

Antatt tidspunkt for utvandring: 20. mai – 13. juli, med midlere dato for 50 % utvandring på PO-skala beregnet 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 (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-indeks beregnet for glidende 30 dagers perioder fra 15.april til 1.august. Grønt skravert område indikerer smolt utvandringsperioden. Vertikal grønn linje markerer tidspunktet for antatt 50% utvandring, og det er det tidspunktet som har benevnningen **ROC-indeks perioden** i denne rapporten.

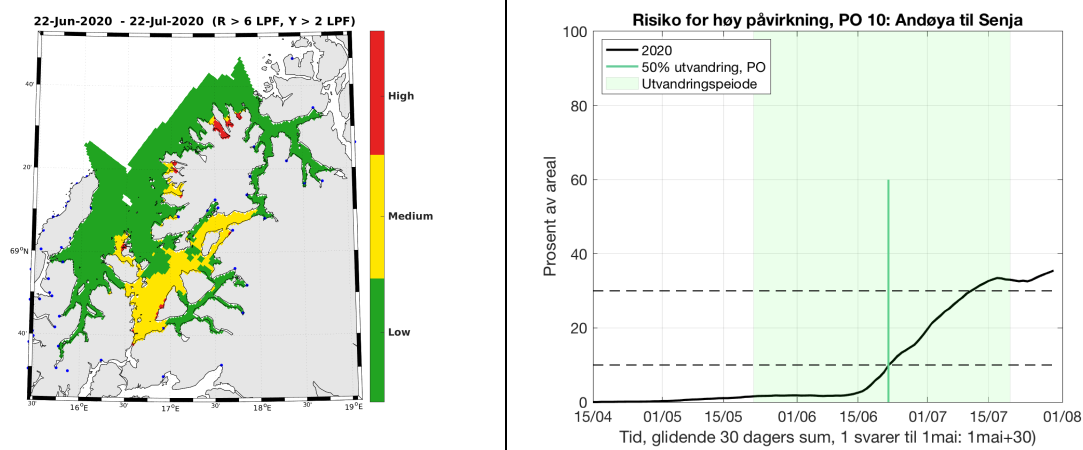
### 3.10 PO 10: Andøya til Senja

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

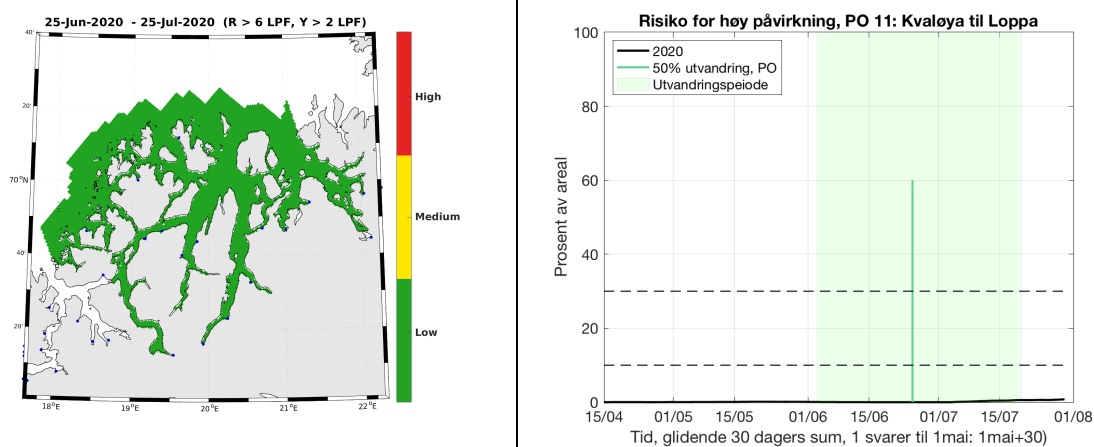
### 3.11 PO 11: Kvaløya til Loppa

Antatt tidspunkt for utvandring: 3. juni – 20. juli, med midlere dato for 50 % utvandring på PO-skala beregnet til 25. juni.

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

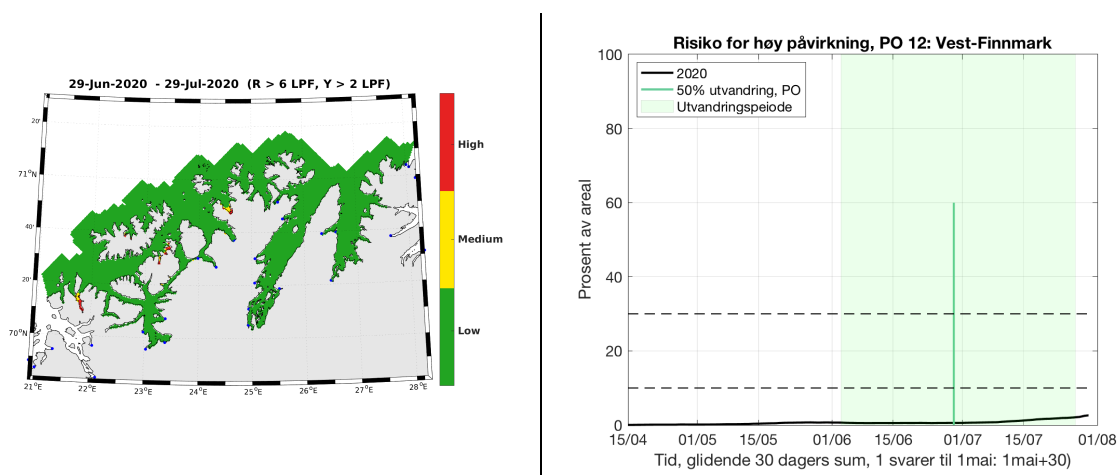
### 3.12 PO 12: Vest-Finnmark

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

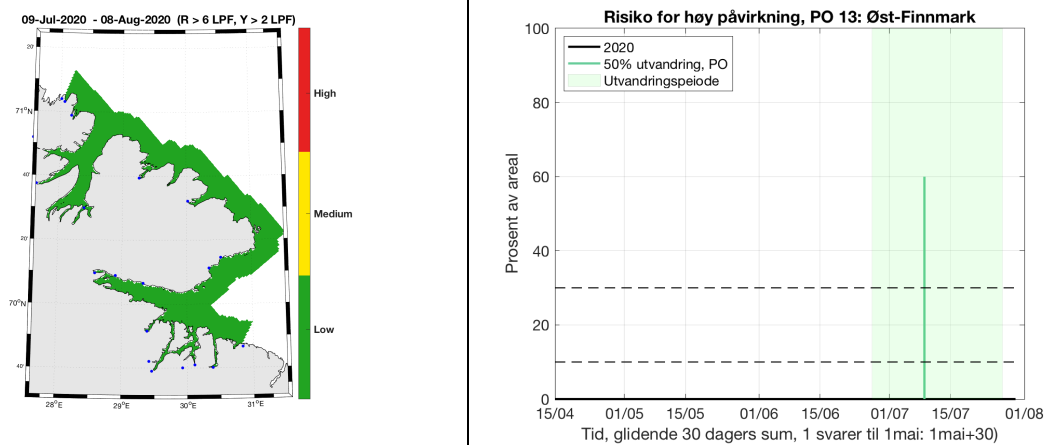
### 3.13 PO 13: Øst-Finnmark

Antatt tidspunkt for utvandring: 27. juni – 27. juli, med midlere dato for 50 % utvandring på PO-skala beregnet til 9. juli.

Det kalibrerte smittpresset 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

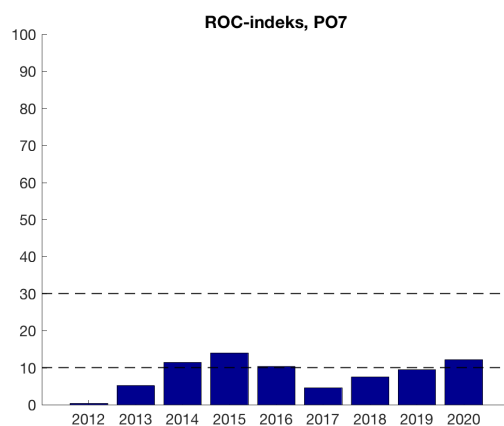
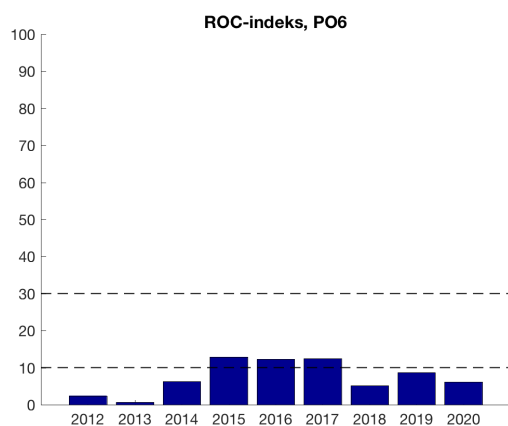
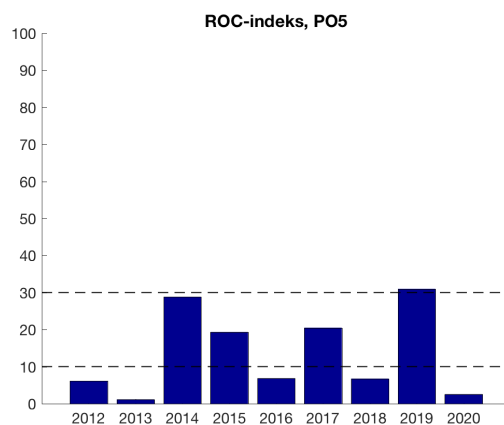
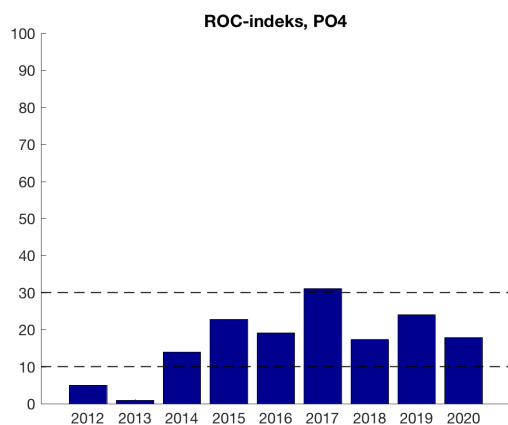
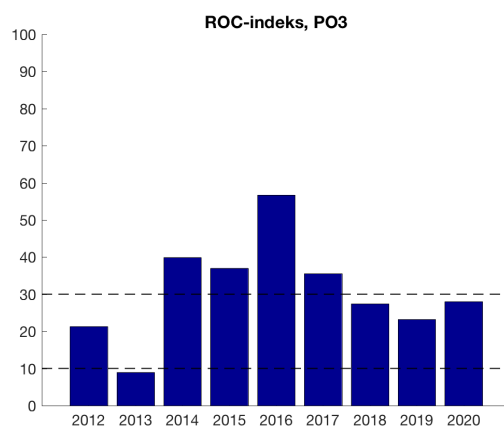
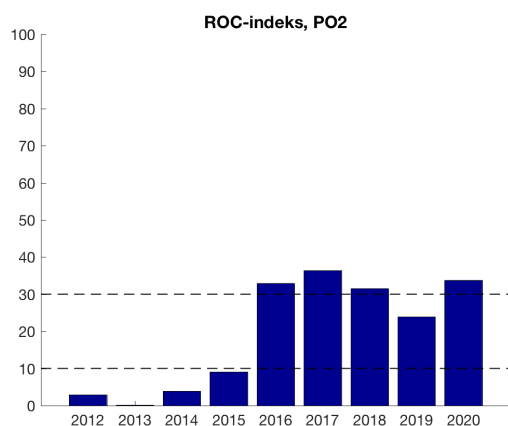
**Usikkerhet:** Liten

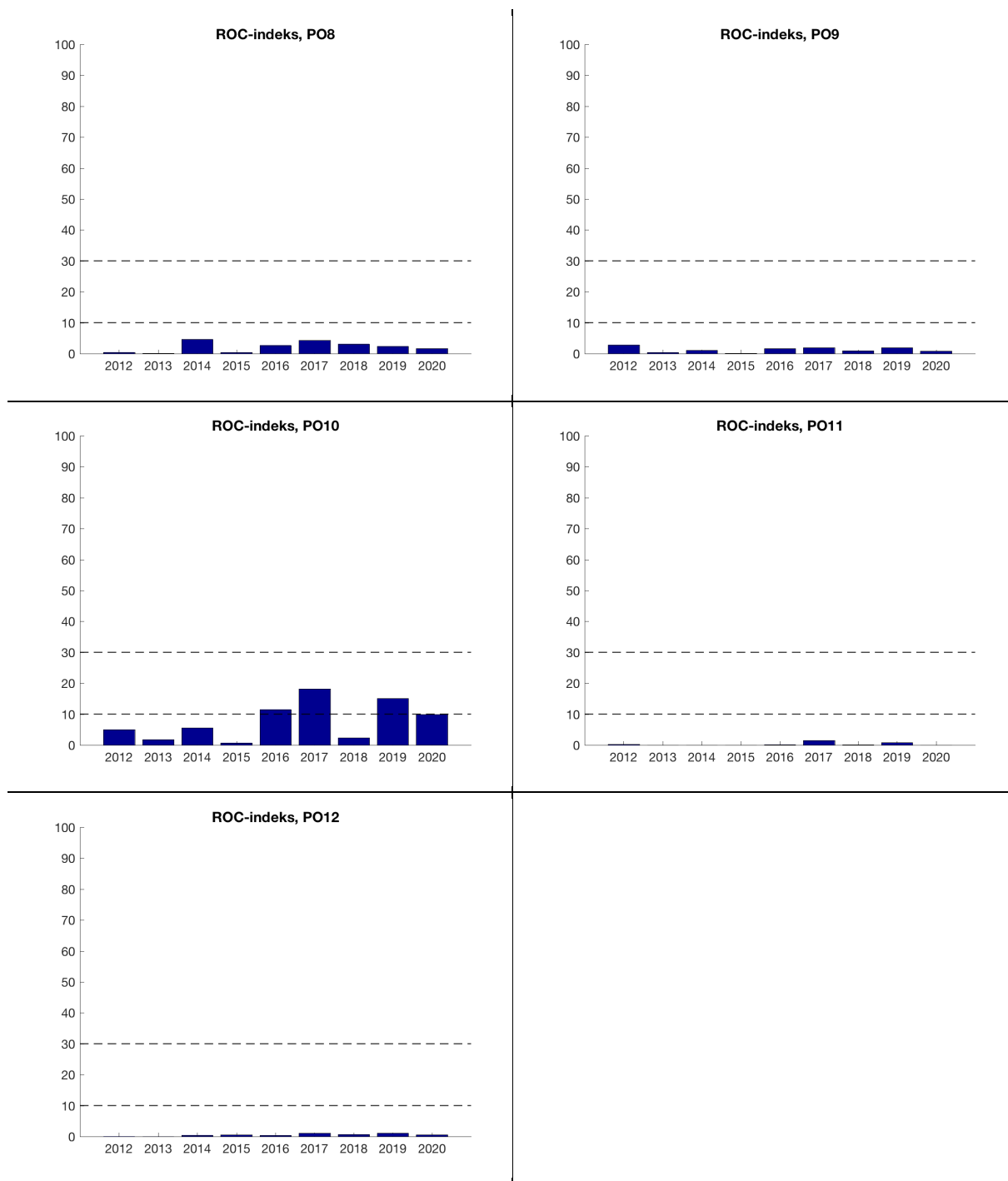


Figur 13. Venstre: smittpresskart som viser områder med lavt, moderat og høyt smittpress for fisk som står i området i 30 dager fra tidspunktet for 50% smoltutvandring. Blå stjerner viser posisjon til lakselver. Høyre: Serie av ROC-indeks beregnet for glidende 30 dagers perioder fra 15.april til 1.august. Grønt skravert område indikerer smolt utvandringsperioden. Vertikal grønn linje marker tidspunktet for antatt 50% utvandring, og det er det tidspunktet som har benevnningen **ROC-indeks perioden** i denne rapporten.



## 4 Mellomårlig variabilitet





Figur 14. Estimert ROC-indeks 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.

I Hardangerfjorden ble det observert moderate og høye verdier på burfiskene. Selv om smittepresset i modellen også avtar innover i Hardangerfjorden er dette høyere lusetall enn beregnet smittepress fra modellen. Siden modell visere 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)
- det relativt varme vannet medfører kopepoditter med høyere infektivitet
- modellen ikke fanger opp innstrømmingsepisoder som kan ha ført lus fra ytre til midtre deler av Hardangerfjorden

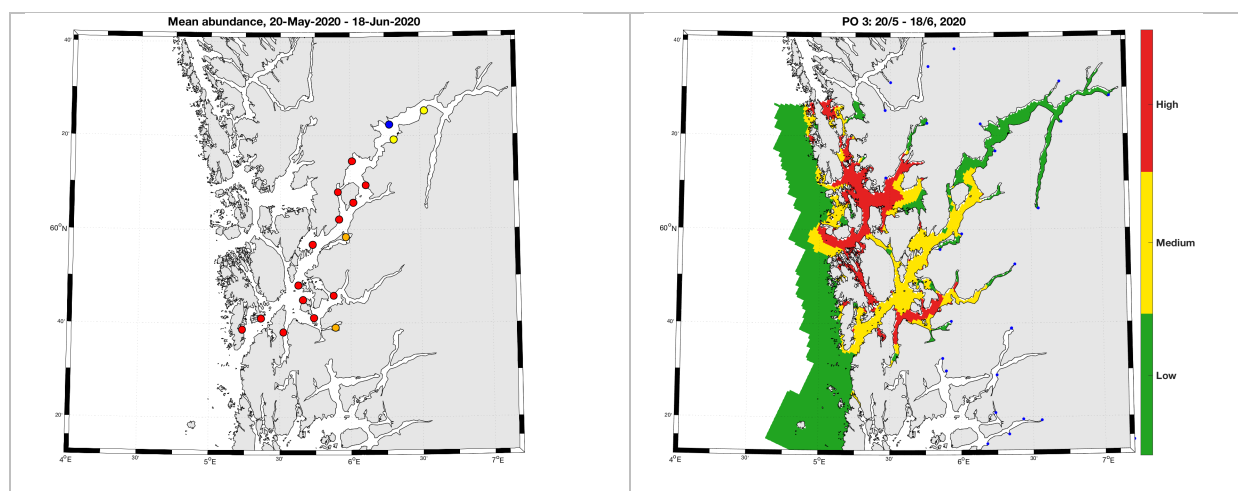


Fig 15 Burdata (venstre) og modelldata høyre) for perioden 20. Mai til 18. Juni, 2020. Grønn farge svarer til mindre enn en lus, gul (og orange (5-10 lus) i smoltburdata) til mellom 1 og 10 lus, rød til over 10 lus per fisk. Blå sirkel indikerer posisjoner der vi bare fikk resultat fra en av burperiodene.

## 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.

## 6. 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
- 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, 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. Submitted to *ICES Journal of Marine Science*.
- 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 (b), 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](mailto:post@hi.no)

[www.hi.no](http://www.hi.no)