



MODELLERT PÅVIRKNING AV LAKSELUS PÅ VILL LAKSEFISK I 2024

Tittel (norsk og engelsk):

Modellert påvirkning av lakselus på vill laksefisk i 2024

[Title]

Rapportserie: Rapport fra havforskningen
År - Nr.: 2024-50
Dato: 05.12.2024
ISSN:1893-4536

Forfatter(e):
Mari Fjalstad Jensen, Anne Dagrun Sandvik, Pål Næverlid Sævik og
Jofrid Skardhamar (HI)

Godkjent av: Forskningsdirektør(er): Geir Lasse Taranger
Programleder(e): Mari Skuggedal Myksvoll

Distribusjon:
Åpen

Prosjektnr:
15696

Program:
Miljøeffekter av akvakultur

Antall sider:
70

Sammendrag (norsk):

I denne rapporten presenteres Havforskningsinstituttets modellprodukter til Trafikklysvurderingen; modellert smittepress og påslag av lus på utvandrende postsmolt langs hele norskekysten. Modellproduktene er ment å bli vurdert sammen med observasjoner, og utfyller disse ved å gi viktig tilleggsinformasjon ettersom modellene spenner over større områder, og over lengre tid enn det er praktisk mulig å observere. Rapporten omfatter hovedsakelig resultater for 2024. Modellproduktene inngår i Havforskningsinstituttets bidrag til ekspertgruppen for Trafikklyssystemet og grunnlaget for vurderingen av lakselus-indusert dødelighet per produksjonsområde.

Sammendrag (engelsk):

[Text]

Innhold

1	Bakgrunn	6
2	Modellsystem	7
2.1	Den hydrodynamiske havmodellen (Norkyst) og spredningsmodellen (LADiM)	7
2.2	Utslipp fra oppdrettsanleggene – Kildeleddet	8
2.3	Tetthet av lakseluslarver i tid og rom	8
2.4	ROC - metoden	9
2.4.1	<i>Metode og modellbeskrivelse</i>	9
2.4.2	<i>Validering og re-kalibrering av ROC-2024</i>	9
2.4.3	<i>Vurdering av usikkerhet</i>	10
2.4.4	<i>Presentasjon av resultatene</i>	11
2.4.5	<i>Diskusjon</i>	11
2.5	Virtuell postsmolt (VPS)	12
2.5.1	<i>Metode og modellbeskrivelse</i>	12
2.5.2	<i>Antatt tidsrom for utvandring</i>	17
2.5.3	<i>Presentasjon av resultatene</i>	17
2.5.4	<i>Vurdering av usikkerhet</i>	17
3	Resultater 2024	18
3.1	Produksjonsområde 1: Svenskegrensen til Jæren	18
3.1.1	<i>ROC-analyse</i>	18
3.1.2	<i>Virtuell postsmolt</i>	19
3.2	Produksjonsområde 2: Ryfylke	21
3.2.1	<i>ROC-analyse</i>	22
3.2.2	<i>Virtuell postsmolt</i>	23
3.3	Produksjonsområde 3: Karmøy til Sotra	25
3.3.1	<i>ROC-analyse</i>	26
3.3.2	<i>Virtuell postsmolt</i>	27
3.4	Produksjonsområde 4: Norhordland til Stadt	28
3.4.1	<i>ROC-analyse</i>	29
3.4.2	<i>Virtuell postsmolt</i>	30
3.5	Produksjonsområde 5: Stadt til Hustadvika	32
3.5.1	<i>ROC-analyse</i>	33
3.5.2	<i>Virtuell postsmolt</i>	33
3.6	Produksjonsområde 6: Nordmøre til Sør-Trøndelag	36
3.6.1	<i>ROC-analyse</i>	36
3.6.2	<i>Virtuell postsmolt</i>	37
3.7	Produksjonsområde 7: Nord-Trøndelag med Bindal	41
3.7.1	<i>ROC-analyse</i>	41
3.7.2	<i>Virtuell postsmolt</i>	42
3.8	Produksjonsområde 8: Helgeland til Bodø	45
3.8.1	<i>ROC-analyse</i>	45
3.8.2	<i>Virtuell postsmolt</i>	46
3.9	Produksjonsområde 9: Vestfjorden og Vesterålen	48
3.9.1	<i>ROC-analyse</i>	49
3.9.2	<i>Virtuell postsmolt</i>	50
3.10	Produksjonsområde 10: Andøya til Senja	53

3.10.1	<i>ROC-analyse</i>	54
3.10.2	<i>Virtuell postsmolt</i>	55
3.11	Produksjonsområde 11: Kvaløya til Loppa	56
3.11.1	<i>ROC-analyse</i>	57
3.11.2	<i>Virtuell postsmolt</i>	58
3.12	Produksjonsområde 12: Vest-Finnmark	60
3.12.1	<i>ROC-analyse</i>	60
3.12.2	<i>Virtuell postsmolt</i>	61
3.13	Produksjonsområde 13: Øst-Finnmark	63
3.13.1	<i>ROC-analyse</i>	63
3.13.2	<i>Virtuell postsmolt</i>	64
4	Referanser	67

1 - Bakgrunn

I denne rapporten presenterer vi Havforskningsinstituttets modellprodukt til Trafikklysvurderingen; modellert smittepress og påslag av lus på utvandrende postsmolt langs hele norskekysten. Resultatene er presentert per produksjonsområde (PO; Ådlandsvik 2015). Formålet er å gi utfyllende informasjon om påvirkningen av lakselus på vill laksefisk, som et supplement til observasjonene i overvåkingsprogrammet (NALO). I tillegg gir modeller oss muligheten til å vurdere den horisontale variasjonen i tetthet av smittsomme lakseluslarver innen de ulike produksjonsområdene, og å vise hvor hurtig tettheten endrer seg, og dermed når smittepresset og påslag av lus på utvandrende postsmolt er mest følsomme for variasjoner i utvandringstidspunkt og -forløp.

Lakselus klekkes fra eggstrenger som sitter fast på hunn lus. Etter klekking transporteres de passivt med de omkringliggende vannmassene mens de utvikles gjennom to ikke-smittsomme (nauplii) stadier før de når kopepodittstadiet hvor de er modne til å feste seg til en vertsfisk. Det er dette vi kaller for smittsomme lakseluslarver i denne rapporten. Både utviklingen av egg og utvikling til det smittsomme kopepodittstadiet er sterkt avhengig av temperatur, og går raskere i varmt vann enn i kaldere vann. Lakselus er små og er ikke i stand til å svømme mot strømmen, men de kan bevege seg vertikalt i vannsøylen og de søker mot lyset i overflaten, men vekk fra ferskvann. Strømmen er ofte sterkest nær overflaten, og lus som oppholder seg nær overflaten kan spres over store områder. Ved mye elveavrenning som gir lavt saltinnhold i overflatelaget i fjorden plasserer lusene seg dypere i vannsøylen (Heuch 1995, Crosbie mfl., 2019). Ettersom utvandrende laks fortrinnsvis svømmer i de øverste to meterne av vannsøylen vil områder med lav saltholdighet redusere kontakt mellom lakselus og vertsfisk.

Spredningen av lus fra et oppdrettsanlegg vil være høyst variabel siden transporten av det omkringliggende vannet kan endres over kort tid og over små avstander (Asplin mfl., 2014, Johnsen mfl., 2014, Sandvik mfl., 2016, Skarøhamar mfl., 2018). Bevegelsen til vannet er blant annet avhengig av vindforhold, tidevann og elveavrenning. I fjorder observerer man i tillegg episoder med kraftig strøm inn og ut av fjorden. Disse episodene oppstår irregulært en til to ganger i måneden, og er generert av tetthetsforskjell mellom vannet i fjorden og vannet på kysten som følge av vind langs kysten (Asplin mfl., 1999, 2014). Som følge av det dynamiske miljøet langs kysten kan lakselus flyttes flere ti-talls kilometer fra utslippspunktet før den eventuelt finner seg en vertsfisk. I tillegg påvirkes dette av lakselusenes vertikale posisjonering i et vertikalt varierende strømfelt (Johnsen mfl., 2016). En detaljert beskrivelse av det fysiske miljøet kan finnes i Sætre (2007) og Albretsen og Asplin (2021a, 2021b).

Vi vet at tetthet av lakseluscopepoditter er proporsjonal med sannsynligheten for smitte på villfisk (Myksvoll mfl., 2018; Bøhn mfl., 2022) og at lakselus fordeler seg i vannmassene i fjord- og kystområdene på en svært variabel måte. En rekke modellsimuleringer med likt utslipp av nauplier fra ulike oppdrettsanlegg har blitt utført (se for eksempel Asplin mfl. (2014) og <https://www.imr.no/hi/temasider/arter/lakselus/hvordan-spres-lakselusa>). Simuleringene viser at en fullstendig beskrivelse av hvilken fordeling lakseluscopepoditter har langs kysten, bare kan gjøres gjennom å modellere spredning med bruk av informasjon om realistisk varierende strøm, saltholdighet og temperatur. Siden det er praktisk umulig å få en fullstendig oversikt over luseinfeksjoner på laksefisk langs hele kysten ved hjelp av tradisjonelle feltobservasjoner, har Havforskningsinstituttet utviklet et lakselus-modellsystem som utfyller observasjonene, både i tid og rom (les mer om overvåking på <https://www.hi.no/hi/temasider/arter/lakselus/overvaking-av-lakselus>). Med denne kombinasjonen av modellresultater og feltobservasjoner vurderer vi i hvilke områder langs kysten vill laksefisk er utsatt for skadelig høyt smittepress fra lakselus med opphav i oppdrettsanlegg.

2 - Modellsystem

Lakselusmodellsystemet brukt ved Havforskningsinstituttet er en sammenkobling av flere ulike modeller (se Myksvoll mfl. (2018) og Asplin mfl. (2020) for en detaljert beskrivelse). Først beregnes utslipp av (antall) lakseluslarver fra alle rapporteringspliktige oppdrettsanlegg i hele landet (Stien mfl., 2005). Deretter beregnes temperatur, saltholdighet og strømforholdene som luselarvene opplever etter at de er klekket ut i vannmassene. Dette beregnes med den hydrodynamiske havmodellen Norkyst versjon 3 (se avsnitt 2.1). Basert på tilgjengelig kunnskap om biologi, atferd og dødelighet til lakseluslarvene (Sandvik mfl., 2020) beregner spredningsmodellen (LADiM) hvordan larvene sprer seg med strømmen, først som ikke-smittsomme nauplier og videre som smittsomme kopepoditter. Lakseluslarvene unngår ferskvann, og dette er implementert i modellen basert på eksperimentelle resultater fra Crosbie mfl. (2019). Temperaturavhengig infektivitet fra Skern-Mauritzen mfl. (2020) er også implementert i modellen.

Sluttproduktet fra simuleringene er fordelingen av smittsomme lakseluslarver (kopepoditter) langs hele kysten time for time, noe som gir en god og detaljert oversikt over hvilke områder som har mye eller lite lus til enhver tid. Modellsystemet baserer seg på eksisterende og veldokumenterte metoder. Vi kjenner ikke til at det eksisterer kunnskap om hvorvidt lakselusen sin atferd eller dødelighet varierer mellom fjorder. Vår beste tilgjengelige kunnskap er derfor å anta at modellsystemet for spredning av lakselus kan regnes som gyldig for hele kysten.

Informasjonen om tetthet av lakseluslarver 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 kopepoditt-konsentrasjonen. Det ene produktet kaller vi kalibrert smittepresskart (ROC, se avsnitt 2.4) og det andre kaller vi virtuell postsmolt-modell (VPS, se avsnitt 2.5).

2.1 - Den hydrodynamiske havmodellen (Norkyst) og spredningsmodellen (LADiM)

Norkyst versjon 3 er presentert i Vedlegg II: *Fysisk oseanografiske forhold i produksjonsområdene for akvakultur* og referanser der, men det gis her en kort oppsummering av modellen og endringer i årets modellsystem som er relevant for lakselusmodellen. Norkyst har mye til felles med værvarslings- og klimamodeller som har et omfattende vitenskapelig miljø for utvikling og validering, samt håndtering av usikkerhet. Norkyst er satt opp på et gitter der hver rute er 800 m x 800 m. Fra 2019 har vi også satt opp en modell med et enda finere gitter (160 m x 160 m). Resultat fra lakselusmodellen som ble kjørt med drivkrefter fra 160 m modellen ble vurdert i 2019 (Sandvik mfl., 2019) og det ble konkludert med at på stor skala, som et produksjonsområde, var der liten forskjell, men lokalt kunne forskjellene være betydelige. Vi har ikke inkludert resultater fra modellen med 160 m gitterstørrelse i denne rapporten, fordi til trafikklyssystemet gjøres vurderingene for hele produksjonsområdet samlet sett. Modellene som inngår i modellsystemet utvikles og forbedres jevnlig. I 2023 oppdaterte Havforskningsinstituttet og Meteorologisk Institutt den hydrodynamiske modellen NorKyst800 (ROMS, Albretsen mfl. (2011)) og endret navn til Norkyst versjon 3 (for detaljer se Vedlegg II: *Fysisk oseanografiske forhold i produksjonsområdene for akvakultur*). I år har en analytisk beregning av kort og langbølget innstråling blitt erstattet med mer presise data fra atmosfæremodellen. Dette har økt presisjonen av temperaturen i modellen. Modellresultatene fra Norkyst versjon 3 viser generelt litt lavere temperatur i overflatevannet i fjordene og på kysten enn tidligere versjoner, og samsvarer bedre med observasjoner (Vedlegg II, 2024).

Denne oppdateringen medfører nye felter med drivkrefter til lakselusmodellen. Partikklespredningsmodellen (LADiM, se <https://github.com/bjornaa/ladim>) er den samme som tidligere år, men den individ-baserte

lakselusmodellen (IBM, som er koplet på LADiM) er justert noe for bl.a. å tilpasses Norkyst versjon 3. Kildekoden er publisert på https://github.com/pnsaevik/ladim_plugins, versjon 2.1.0. Lakselusmodellen er kjørt for perioden 2012 – 2024 med de nye drivkreftene fra Norkyst versjon 3 og med ny IBM, slik at vi nå har en nær konsistent modelldataserie for hele perioden. ROC-analysen og VPS-modellen er recalibrert mot observasjoner. På grunn av endringer i metoden, kan ikke resultat presentert tidligere år sammenlignes direkte med resultatene presentert i år.

2.2 - Utslipp fra oppdrettsanleggene – Kildeleddet

Kildeleddet i modellsystemet er antall egg som klekkes av lus i oppdrettsanleggene, altså antall luselarver som slippes ut fra hvert anlegg. Alle oppdrettsanlegg for laksefisk i Norge rapporterer ukentlig antall lakselus på fisk når sjøtemperaturen er over 4 °C. Hvor mange lakselus som slippes fra alle anlegg blir deretter beregnet basert på innrapporterte antall voksne hunnlus per fisk, antall fisk på lokaliteten og vanntemperaturen på 3 m dyp (Stien mfl., 2005). Lusedata og temperatur hentes fra Mattilsynet gjennom Altinn-portalen (ukentlige data), mens data for antall fisk hentes fra Fiskeridirektoratet (månedlige data), uten angivelse av hvilken dag i uken/måneden dataene er fra. Ideelt sett skulle denne informasjonen vært tilgjengelig hyppigere og med eksakt dato. Årets vurdering baser seg på data lastet ned fra Fiskeridirektoratet og Mattilsynet 24. august 2024.

Antall nauplier som slippes ut i vannmassene per døgn beregnes fra formelen (Stien mfl., 2005):

$$\text{Nauplier} = N_{\text{fisk}} * N_{\text{hunnlus}} * 0,17 * (T + 4,28)^2$$

Kildeleddet har potensiale for forbedring i de kommende årene ved å blant annet få sikrere og mer detaljerte rapporteringstall fra oppdrettsanleggene med eksakte datoer, benytte vanntemperaturen i det dypet fisken står og forbedret estimat av klekkeraten som funksjon av vanntemperatur (se f.eks. Samsing mfl., 2016, Skarøhamar mfl., 2018, Johnsen mfl., 2020, Sandvik mfl., 2021). Det generelle mønsteret i utslippene følger imidlertid et relativt stabilt årlig mønster knyttet til sesongmessige avlusningsregimer, produksjonssyklus i oppdrettsanleggene og vanntemperatur. Som følge av dette øker vanligvis utslippene av klekte nauplier fra slutten av mai, tidligst i sør grunnet raskere temperaturøkning om våren. Kildeleddet brukes som inngangsdata til spredningsmodellen for hvor mange luselarver som slippes ut fra hvert oppdrettsanlegg per dag.

2.3 - Tetthet av lakseluslarver i tid og rom

Figurene i denne rapporten viser kart der konsentrasjonen av smittsomme lakseluslarver (kopepoditter) er summert over de 2 øverste meter av vannsøylen og over en 30 dagers periode for hvert produksjonsområde. I tillegg presenterer vi tidsserier, av daglig total mengde kopepoditter i de øvre 2 m innenfor hele produksjonsområdet. Det er også gitt en kort vurdering av resultatene. Formålet er å vise når resultatene vil være mest følsomme for hvilken periode man integrerer over, dvs. om variasjoner i laksesmoltens utvandringstidspunkt fra elvene og varighet på utvandingsperioden kan ha betydning, samt gi et best mulig bilde av den horisontale utbredelsen av områder med høy tetthet av kopepoditter i de ulike produksjonsområdene.

Tettheten av kopepoditter varierer mye både i tid og rom, og vi har valgt å vise kart med tettheten av kopepoditter summert over 30 dager rundt den midlere datoen for 50 % utvandring av postsmolt fra alle elver i hvert PO (se Vedlegg I: *Oversikt over laksevassdrag og utvandringstidspunkt for smolt*).

Konsistent informasjon om antall lus på fisk i anlegg finnes tilbake til 2012, og Havforskningsinstituttet har produsert et arkiv som inneholder geografisk fordeling av planktonisk lakselus time for time for perioden 1. mars til 1. september for årene 2012 til 2024 (Sandvik mfl., 2024). Dette arkivet forlenges hvert år. Når ny kunnskap

om lakselusens biologi er tilgjengelig og publisert, kjøres det opp nye arkiv (2012 ->) slik at best mulige data benyttes (se avsnitt 2.4.2).

2.4 - ROC - metoden

2.4.1 - Metode og modellbeskrivelse

For å koble en modell med stor variabilitet i tid og rom med observasjoner med lav oppløsning i tid og rom har vi benyttet en ROC-metode (*Relative Operating Characteristic* , Mason 2003). ROC er en metode som knytter modellerte tettheter av smittsomme lakseluslarver til observerte antall lus per kultivert postsmolt av laks som har stått ute i små smoltbur . Metoden er beskrevet og diskutert i Sandvik mfl. (2020, 2021). Observasjonene av lus på fisk i smoltbur er kategorisert som lave (under 2 lus per fisk), moderate (2-6 lus per fisk) eller høye (mer enn 6 lus per fisk), og resultatene fra metoden kan lettest tolkes som sannsynlighet for at fisk som har stått i et finmasket rutenett av virtuelle smoltbur får på seg et antall lus som korresponderer med disse kategoriseringene.

ROC-metoden beregner hvor sterkt smittetrykket fra lakselus er i et bestemt område over en gitt periode. I denne vurderingen er metoden satt opp for å vurdere påvirkningen i et produksjonsområde (PO) fra dato for midlere utvandring av villaks og 30 dager frem i tid. Datoen for midlere utvandring per PO er beregnet som et gjennomsnitt av midlere utvandring per elv som oppgitt i Vedlegg I: *Oversikt over laksevasdrag og utvandringstidspunkt for smolt* og Vollset mfl. (2021).

Metoden blir først benyttet til å tegne et smittepresskart der rødt, gult og grønt betegner at den ville laksefisken er utsatt for høyt, middels eller lavt smittepress (etter definerte grenseverdier i Taranger mfl. (2015)) i den perioden kartet er laget for. I tillegg beregner vi ROC-indeksen (Sandvik mfl., 2021):

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

ROC-indeksen gir et mål som skal gjelde for hele produksjonsområdet, og der *Areal Rødt*, *Areal Gult* og *Areal Grønt* er størrelsen på arealet som når rødt, gult og grønt nivå (tilsvarer henholdsvis >6 lus, 2-6 lus og <2 lus per fisk) over en 30 dagers periode. 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 og under 10 % lav lakselusindusert villfiskdødelighet (se Sandvik mfl., 2021 for en diskusjon av usikkerhet knyttet til denne metoden).

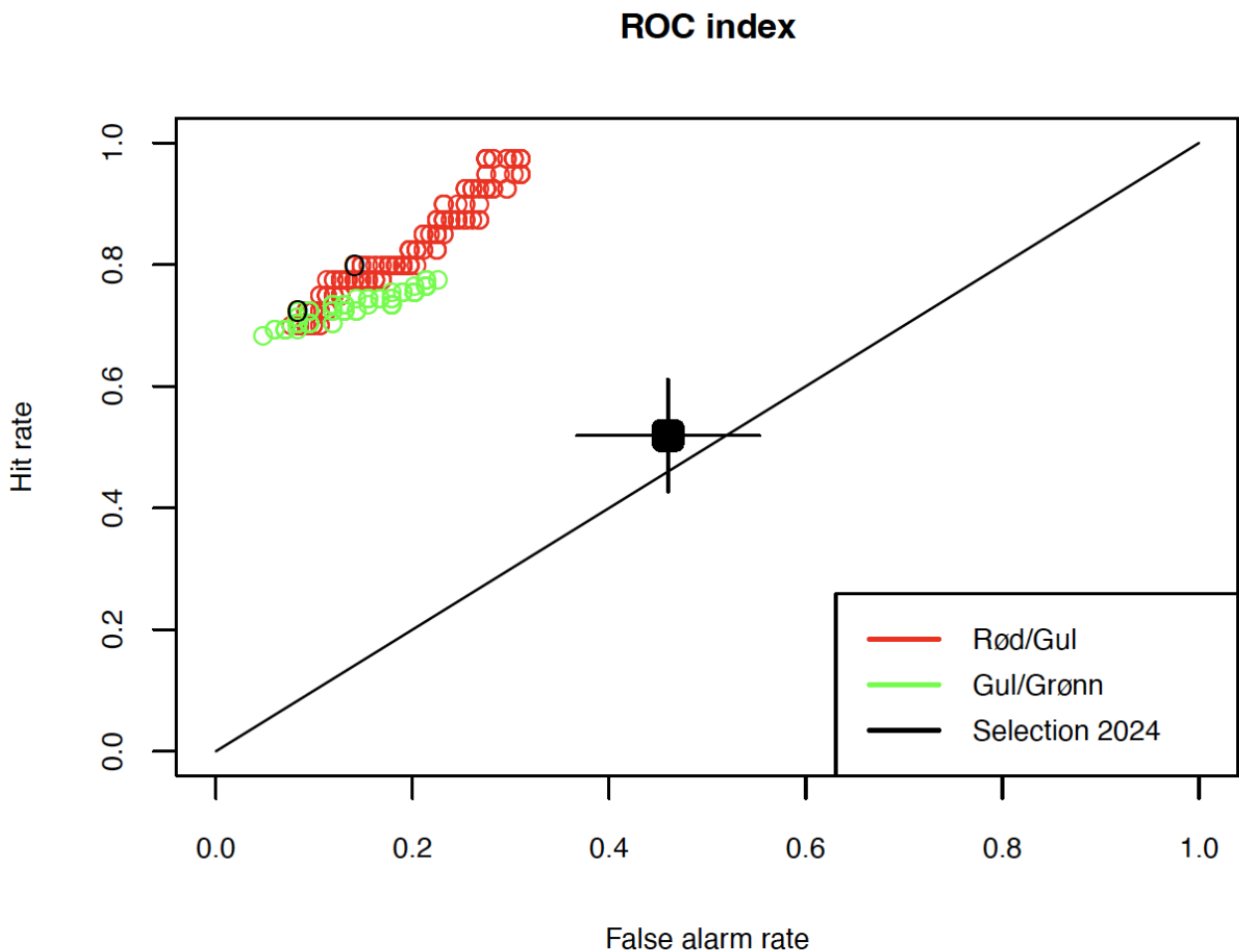
Det totale smittepresset for et produksjonsområde er satt på bakgrunn av en samlet vurdering av horisontalt smittepresskart, tidsutvikling og risiko for høy påvirkning for hele området ved gjennomsnitt av midlere dato for utvandring.

2.4.2 - Validering og re-kalibrering av ROC-2024

ROC-metoden, slik den er beskrevet i Sandvik mfl. (2020), er kalibrert mot burdata fra perioden 2012-2017. De samme dataene er benyttet til re-kalibrering og fastsetting av nye grenseverdiene for ROC beregningene som har blitt gjort i 2024. De nye grenseverdiene kan gi estimer som avviker noe fra tidligere verdier, men den mellomårlege variasjonen vil normalt ikke endre seg. Det kan også være verdt å merke seg at både ROC-indeksen og resultatene fra VPS modellen er påvirket av det fysiske miljøet, slik at noe av variasjonen som vi ser skyldes dette. I Myksvoll mfl., 2020 ble det estimert at den mellomårlege variasjonen som isolert sett skyldes det fysiske miljøet var på ca. 5 %.

ROC-metodikken gir opphav til en hel familie av metoder som, gitt et objektivt mål på presisjon, har omtrent

samme kvalitet (Figur 2 i Sandvik mfl. (2020)). Dette er illustrert i Figur 1 som viser score for en hel familie med metoder fra lakselusmodellen som har benyttet ny hydrodynamisk modell og ny IBM for lakselus (røde sirkler viser grensen mellom gul og rød, og de grønne sirklene viser grensen mellom grønn og gul). Avstand til øvre venstre hjørne er et mål på kvalitet, mens den diagonale linjen indikerer ingen ferdighet. Det store krysset viser hva et tilfeldig utvalg av dataene gir for beregning av grense mellom gul og rød. Innenfor en familie vil hver metode ha noe ulike egenskaper. Vi har valgt løsningen med kortest avstand til øvre venstre hjørne, markert med sorte sirkler.



Figur 1. Treff-rate og falsk-alarm rate for en familie med ROC-metoder med grense rød/gul=6 og gull/grønn=2 og middel og standardavvik (fylt kvadrat) fra et eksperiment med 10000 tilfeldige permutasjoner av smoltbur. Diagonal linje indikerer «ingen ferdighet» metoder.

ROC-indeksen er beregnet for et dynamisk varierende felt av kopepoditt-tetthet i både rom og tid, og endrer seg raskt gjennom utvandningsperioden i de fleste PO og år, noe som er uttrykt med usikkerhet lav/middels/høy for hvert PO. Indeksen er i tillegg følsom for de valg som blir gjort (Sandvik mfl., 2021). Sammenligning mellom modellversjoner må derfor gjøres med forsiktighet.

2.4.3 - Vurdering av usikkerhet

Smittepresset uttrykt som ROC-indeks påvirkes av flere parametere (se avsnitt 2.4.5), som grenseverdier,

geografisk avgrensning og periode det integreres over. Hvor mye smittepresset varierer i tid er beregnet som en tidsserie av ROC-indeks for glidende 30 dagers perioder for hvert PO (se f.eks. Figur 10). Usikkerheten til ROC-analysen per PO er satt på bakgrunn av hvor raskt indeksen endrer seg rundt tida for 50 % utvandring (+7 dager er markert som grå skravering i figurene), og hvor nær indeksen ligger grenseverdiene (10 og 30 %).

2.4.4 - Presentasjon av resultatene

Resultatene er presentert i figurer som viser tidsutviklingen til ROC-indeksen og i kart med tre 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 seks lus, mens fisk som oppholder seg i områder med lav smitteklasse (grønt) vil få på seg mindre enn to lus. I det resterende området (gult) vil smittepresset være moderat og den ville laksefisker er estimert til å få på seg mellom to og seks lus.

For alle områdene vil smittepresset øke utover sommeren. Dette skyldes både mer lus i anleggene etter at perioden med lav tillatt lusegrense i den antatte utvandningsperioden er over, og at vanntemperaturen øker utover sommeren slik at flere egg klekkes daglig. Siden vanntemperaturen, saltholdigheten og strømforholdene varierer noe mellom år, vil også ROC-indeksen variere noe med varierende miljøforhold (Myksvoll mfl., 2020). Villfisk som står i fjorden utover sommeren (sjørret og sjørøye) vil oftest være mer utsatt for skade som følge av lakselus, sammenlignet med smolten av atlantisk laks som vandrer ut til havet om våren.

En tidsserie (2012 – 2024) med estimert ROC-indeks for produksjonsområdene er også presentert.

2.4.5 - Diskusjon

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

For ROC-metoden er disse:

- grenseverdien for hva som skal regnes som høy/moderat/lav verdi i smoltburdataene, med påfølgende grenseverdier som kommer ut fra ROC-metoden
- perioden det skal integreres over, og hvilken periode det er mest relevant å definere som ROC-indeksperioden
- avgrensning av produksjonsområdet til havs
- grenseverdier for når ROC-indeksen skal regnes som høy, moderat 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, moderat 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.

2.5 - Virtuell postsmolt (VPS)

2.5.1 - Metode og modellbeskrivelse

Med formål å estimere belastningen vill Atlantisk laks (*Salmo salar*) opplever grunnet påslag av lakselus fra oppdrettsanlegg i løpet av utvandringen som postsmolt, har Havforskningsinstituttet utviklet en vandringsmodell som følger virtuelle postsmolt (VPS) fra elv til hav. Vandringsmodellen er koblet til den beregnede tettheten av smittsomme lakselus (kopepoditter) i de øvre vannmassene. Modellen er kjørt for alle lakseførende elver i Norge med gytende biomasse over 10 kg (401 elver). Vandringsmodellen er kjørt på samme gitter som den landsdekkende lusemodellen.

Vandringsmodellen tar utgangspunkt i beskrivelsen gitt i Johnsen mfl. (2021), men med noen justeringer for at rutene skal passe bedre med nyere feltobservasjoner av merket fisk og genetisk opphavsbestemt fisk. For hver elv beregnes 1000 ulike utvandringsruter. Beregning av en utvandringsrute starter ved å velge et tilfeldig punkt i nærheten av korteste mulige vandringsrute. Deretter beregnes korteste vei fra elvemunningen til dette punktet, og korteste vei fra punktet til åpent hav. Punktet velges på en slik måte at vandringsruten er maksimalt 40 km lengre enn korteste vandringsrute.

I resultatene presentert i denne rapporten er det endelige estimerte lusepåslaget når den virtuelle postsmolten har nådd havet (definert som 20 km fra nærmeste landpunkt i modellen). Modellen ser bort fra eventuell videre vandring langs kysten, noe som kunne bidratt til høyere dødelighet.

I modellen er mengden lus som setter seg på smolten modellert med en negativ binomial sannsynlighetsfordeling. Forventet antall lus per fisk er proporsjonal med påslagsraten, lusekonsentrasjonen og utvandringstiden, men sannsynlighetsfordelingen tar hensyn til at det er variasjon i smitterisiko mellom ulike fisk. For å kalibrere påslagsraten og variansen, har vi brukt observerte antall lus på fisk fra tråltrekk gjennomført i overvåkningsprogrammet for lakselus på vill laksefisk (NALO). Fisken ble analysert genetisk for å kartlegge opprinnelses-elv, og hver enkelt observert fisk ble koblet til virtuelle postsmolt som har gått fra samme elv i samme tidsrom.

Gjeldende påslagsrate er beregnet på samme måte som i Johnsen mfl. (2021) med noen justeringer:

- I regresjonsmodellen er det brukt kombinasjonen år+fjord som tilfeldig faktor
- Vi har brukt lakseluskonsentrasjonen som er beregnet fra LADIM, ny IBM og Norkyst versjon 3.
- Vi har brukt observert antall lus på fisk fra tråltrekk i perioden 2016-2024. Det er blitt gjort en kvalitetssikring av data fra tidligere år for å sikre at datasettet er mest mulig konsistent.

Formel for påslagsraten er $\log \mu = \beta + \log D$, der μ er gjennomsnittlig antall lus per fisk, D er lusekonsentrasjonen fra modellen, og β er påslagsraten fra regresjonsmodellen. Regresjonsmodellens tilfeldige faktorer blir i denne rapporten også omtalt som «områdekorrigerende faktor». Regresjonsmodellens overdispersjonsparameter θ er oppgitt på samme format som i R-pakken «lme4», det vil si at variansen til fordelingen er $\text{Var}(NB) = \mu + \mu^2/\theta$.

Resultatet av regresjonen er en påslagsrate på $\beta = -16,2$, en overdispersjonsparameter på $\theta = 0,45$ og områdekorrigerende faktorer som gitt i Tabell 1. Standardavvik for områdekorrigerende faktor er 1,42 (log-skala). Histogram over observert og modellsimulert lusefordeling for år + fjord er vist i Figur 2. Figur 3 viser gjennomsnittlig lusemengder per tråltrekk (blå prikker) og per år + fjord (oransje kryss) for observasjonene og modellsimuleringene.

Histogrammene i Figur 2 viser en relativt lik fordeling av lus i modell og trålhal, med noen unntak. Det største avviket er datasettet SOG-2019, der trålhalene viser en uvanlig høy prevalens av lus og flat fordeling, mens modellen predikerer en fordeling som ligger nærmere gjennomsnittet for alle år.

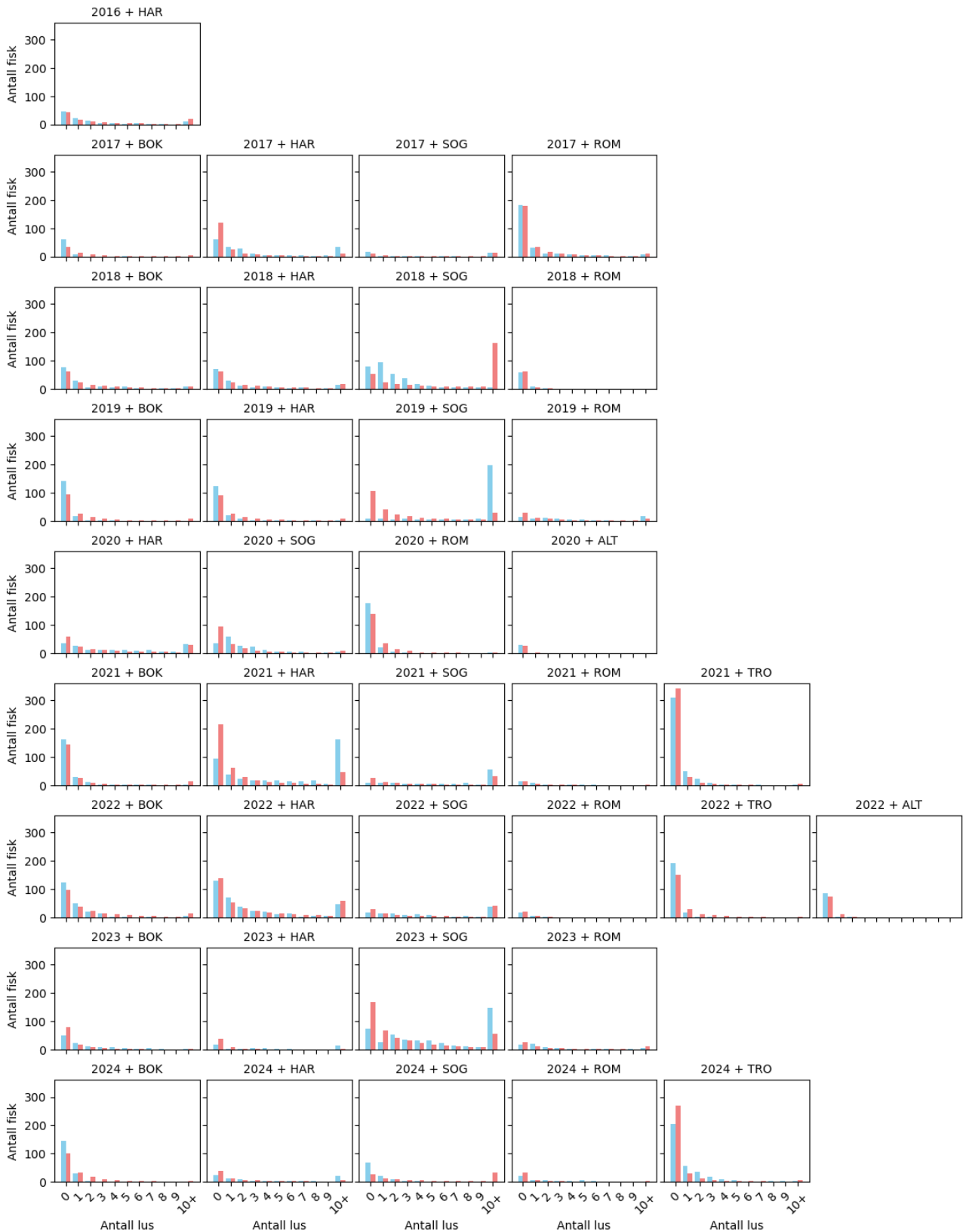
Figur 3 viser at modellen gir god prediksjon av lusenivået i trålhalene dersom de områdekorrigerende faktorene benyttes. Når områdekorrigerende faktorer tas bort er prediksjonsnivået lavere.

Modellresultatene er presentert med gjennomsnittlig påslagsrate for alle områder, alle år. I de områdene og årene der det finnes tråldata er det i tillegg beregnet og presentert estimert dødelighet, hvor man bruker den påslagsraten som er estimert for det spesifikke området/året (dvs. kondisjonert på tilfeldig faktor). Dette er referert til som "områdekorrigert" dødelighet (oppgett i Tabell 1).

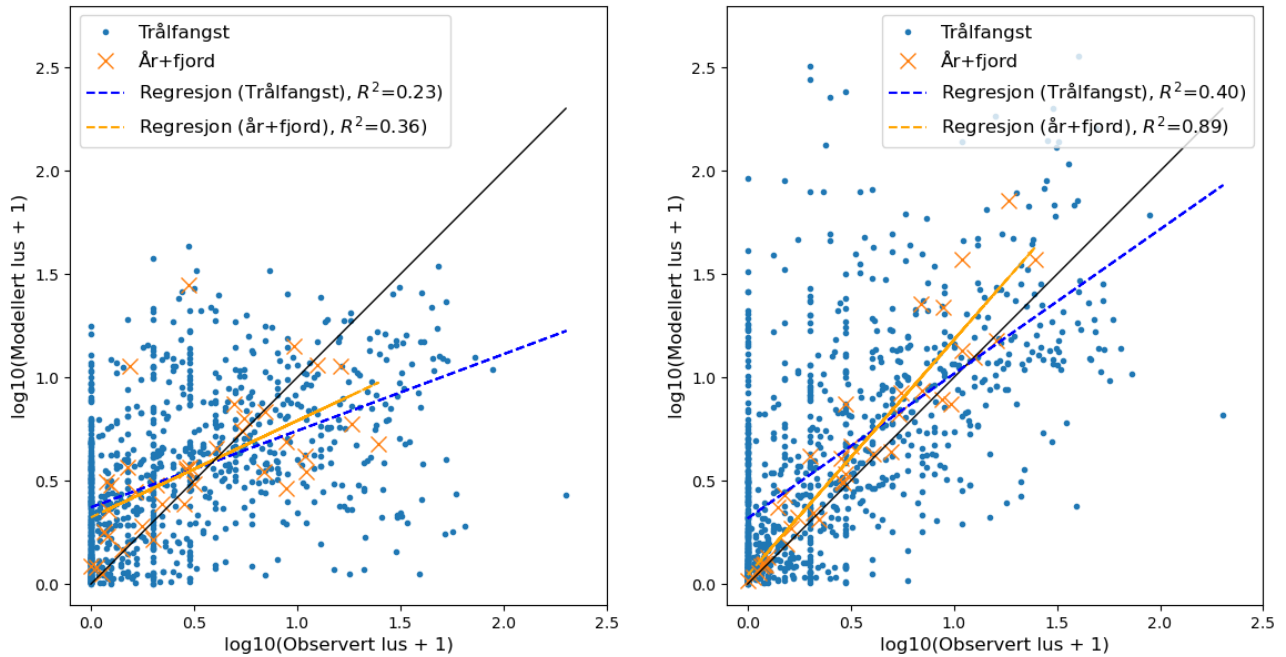
Tabell 1 . Områdekorrigerende faktor for hvert område og år i datagrunnlaget

År	PO (Område)	Antall fisk	Områdekor. faktor (log-skala)	Områdekor. faktor (multiplikativ skala)
2024	2 (Boknafj.)	179	-1.6487856	0.19228327
	3 (Hardangerfj.)	82	2.66704497	14.3973617
	4 (Sognefj. og Nordfj.)	105	-2.8798378	0.05614387
	5 (Romsdalsfj.)	51	0.87389223	2.39621937
	6 (Trondheimsfj.)	336	1.59527706	4.92969468
	2023	2 (Boknafj.)	123	0.77815809
3 (Hardangerfj.)		56	2.36353619	10.6284693
4 (Sognefj. og Nordfj.)		453	0.56678412	1.76258966
5 (Romsdalsfj.)		72	0.19952858	1.2208271
2022		2 (Boknafj.)	221	-0.2159941
	3 (Hardangerfj.)	369	0.33840469	1.40270805
	4 (Sognefj. og Nordfj.)	122	0.06304556	1.06507536
	5 (Romsdalsfj.)	29	0.16861188	1.18366065
	6 (Trondheimsfj.)	216	-1.2811015	0.27773121
	12.(Altafj.)	88	-1.0052236	0.36596279
	2021	2 (Boknafj.)	208	-0.4286367
3 (Hardangerfj.)		414	2.65696651	14.2529871
4 (Sognefj. og Nordfj.)		110	0.29915579	1.34871972
5 (Romsdalsfj.)		26	-0.5057271	0.60306694
6 (Trondheimsfj.)		395	1.07007772	2.91560608
2020	3 (Hardangerfj.)	166	0.25033267	1.28445265
	4 (Sognefj. og Nordfj.)	176	0.56193618	1.7540654
	5 (Romsdalsfj.)	204	-1.0439855	0.35204878
	12.(Altafj.)	30	-1.8777958	0.15292682
2019	2 (Boknafj.)	166	-1.7833767	0.16806966

	3 (Hardangerfj.)	161	-0.7092913	0.49199276
	4 (Sognefj. og Nordfj.)	257	2.26264031	9.60842496
	5 (Romsdalsfj.)	70	1.31885979	3.73915552
2018	2 (Boknafj.)	140	-0.2039552	0.81549894
	3 (Hardangerfj.)	147	-0.0914393	0.91261667
	4 (Sognefj. og Nordfj.)	315	-2.4077949	0.09001357
	5 (Romsdalsfj.)	67	0.22309631	1.24994095
2017	2 (Boknafj.)	70	-2.1990206	0.11091173
	3 (Hardangerfj.)	191	2.19878281	9.01403506
	4 (Sognefj. og Nordfj.)	40	-0.7666199	0.46458076
	5 (Romsdalsfj.)	270	-0.3182002	0.72745711
2016	3 (Hardangerfj.)	117	-0.5692832	0.56593098



Figur 2 . Histogram over observert (blå) og modellert (rød) lusefordeling for forskjellige år og fjorder. For synlighetens skyld, er antall lus i figuren større eller lik 10, samlet i kategorien 10+. Merk at det er observert opp til 233 lus på en enkelt fisk i Hardangerfjorden i 2023.



Figur 3 . Gjennomsnittlig mengde observert og modellert lus per trålfangst (blå prikker) og per år/fjord-kombinasjon (oransje kryss) uten (til venstre) og med (til høyre) områdekorrigerende faktor. Dataene er plottet på log10+1 skala. Svart linje markerer 1-1 forholdet.

Når den virtuelle fisken har nådd havet er dødeligheten til fisken grunnet lakselus beregnet for hver elv, basert på sannsynligheten for overlevelse ved ulike infeksjonsklasser og antagelsen at alle virtuelle postsmolt veier 20 g (Rikardsen mfl., 2004). For å vurdere hvor følsom den estimerte dødeligheten er for de antatte infeksjonsklassene, har vi estimert dødelighet for fisk som tåler mer eller mindre enn de mest sannsynlige tålegrensene (Tabell 2 , Taranger mfl., 2015, Kristoffersen mfl., 2018, Johnsen mfl., 2021). Det er observert dødelighet på lakselus fra det smittsomme kopepodittstadiet til de mest skadelige stadiene (pre-adult og adult) på 30 – 50 % (Stien mfl., 2005, Wagner mfl., 2008). Til grunn for våre beregninger er det antatt at 60 % av de påslåtte lakselusene overlever til de mer skadelige stadiene.

Årets endringer i modellsystemet og beregningen av vandringsrutene fører til små endringer i tidligere års dødelighetsvurdering, men stort sett innenfor samme kategorier. For 2023 gjelder dette alle PO utenom PO7 og PO10. I PO7 går dødelighetsvurderingen fra moderat til lav, og i PO10 går den fra lav til moderat, men i begge tilfeller var og er dødeligheten nær kategoriengrensen med usikkerhet middels/stor.

Tabell 2 . Antatte tålegrensener av lakselus på utvandrende postsmolt av atlantisk laks.

Lav toleranse		Mest sannsynlig toleranse		Høy toleranse	
Lus	Død.	Lus	Død.	Lus	Død.
< 1	0 %	< 2	0 %	<4	0 %
1 - 2	20%	2 - 3	20%	4 - 6	20%
3	50%	4 - 6	50%	7 - 12	50%
> 3	100%	> 6	100%	> 12	100%

2.5.2 - Antatt tidsrom for utvandring

Tidspunktet for når post-smolten starter vandringen fra elv mot hav varierer mellom elver og år, og er ikke fullt kartlagt. Siden konsentrasjonen av lakselus som regel øker med stigende temperatur utover våren, vil postsmolten som går tidlig vanligvis få mindre lus enn de som starter vandringen senere. Tidsrommet for når postsmolten går fra elven vil derfor påvirke hvor mye lus fisken får på seg, og dermed den estimerte dødeligheten. I det estimerte lusepåslaget i denne rapporten er det antatt at like mange fisk starter vandringen ut mot havet hver dag i et 40-dagers tidsrom estimert i Vollset mfl. (2021). Tidsrommet for utvandring ble i 2021 oppdatert fra tidligere års vurderinger etter ny kunnskap om når fisken starter utvandringen. For å ta høyde for usikkerhet i utvandningsforløp har vi også kjørt modellen for utvandring 10 dager tidligere og 10 dager senere enn det mest sannsynlige tidsrommet.

2.5.3 - Presentasjon av resultatene

Den estimerte elvespesifikke dødeligheten for alle elver i 2024 er presentert i figurer og tabeller for hvert produksjonsområde. Samlet resultat for produksjonsområdene er kategorisert etter gjennomsnittet for elvene. En tidsserie med gjennomsnittlig estimert dødelighet for produksjonsområdene er også presentert.

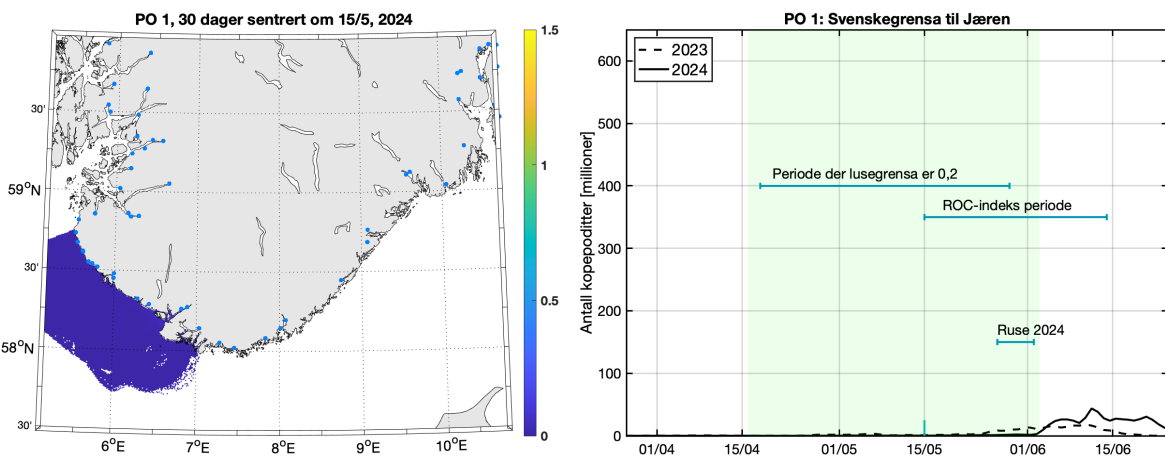
2.5.4 - Vurdering av usikkerhet

Det er i alle produksjonsområdene gjort en vurdering av hvor mange av elvene som har utvandrende postsmolt med estimert dødelighet i samme kategori som kategoriseringen for hele området. Variabiliteten er vurdert som liten, middels eller stor dersom henholdsvis >80 %, 65-80 %, eller <65 % av elvene har samme kategorisering som produksjonsområdet. Videre, for å vurdere modellresultatenes følsomhet for variasjon i utvandningsperioden, er det også estimert dødelighet for fisk som starter utvandringen 10 dager tidligere og senere enn normal utvandringstid, samt for fisk som har lavere eller høyere tålegrense for lakselus (kriteriene fra Tabell 2). Dette gir fire ulike verdier for estimert dødelighet i tillegg til den som er vurdert som mest sannsynlig (oppgitt som «normal» i tabellene). Dersom ingen av disse verdiene havner i en annen kategori enn det mest sannsynlige forløpet («normal») er usikkerheten vurdert som liten. Dersom én av verdiene havner i ulik kategori er usikkerheten vurdert som middels. Dersom to eller flere av verdiene havner i en ulik kategori er usikkerheten vurdert som stor.

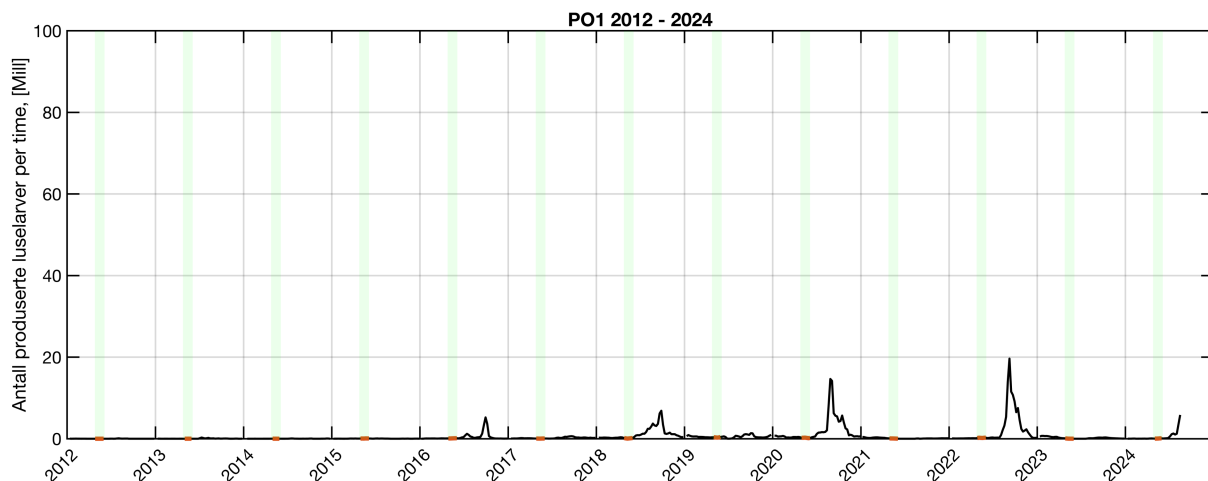
3 - Resultater 2024

3.1 - Produksjonsområde 1: Svenskegrensen til Jæren

Modellberegningene viser svært lave konsentrasjoner av smittsomme lakseluslarver (kopepoditter) i produksjonsområde 1 (PO1) gjennom hele utvandingsperioden for vill laksesmolt 2024, som i 2023 (Figur 4). Utslipp av lakseluslarver (naupli) fra oppdrettsanleggene i PO1 var lavt i og før laksesmoltens utvandingsperiode, som tidligere år (Figur 5 og Sandvik 2024).



Figur 4 . Venstre: Modellert tetthet av kopepoditter mellom overflaten og 2 m dyp for en 30-dagers periode sentrert rundt midtpunkt for antatt smoltutvandring. Fargeskalaen viser antall per kvadratmeter. Fargeskalaen går til 1.5 lus/m², men verdiene kan være betydelig høyere i de gule områdene. Høyre: Tidsutviklingen av antall kopepoditter i produksjonsområdet i 2023 (stiplet linje) og 2024 (heltrukket linje) i dyp 0-2 m. Tidsrommet for smoltutvandring er markert med lys grønn skravering. Horisontale linjer markerer tidsrommet da lusegrensa er 0,2 voksne hunnslus per fisk, ROC-indeksperioden og tidsrommet da vi har observasjoner av lus på fisk fanget i trål, garn/ruse eller smoltbur.



Figur 5 . Antall produserte luselarver per time fra alle anlegg innen produksjonsområdet fra 2012 til august 2024, beregnet fra innrapporterte antall voksne hunnslus per fisk, antall fisk på lokaliteten og vanntemperatur. De grønne vertikale feltene og den oransje delen av kurva indikerer utvandingsperioden for postsmolt hvert år.

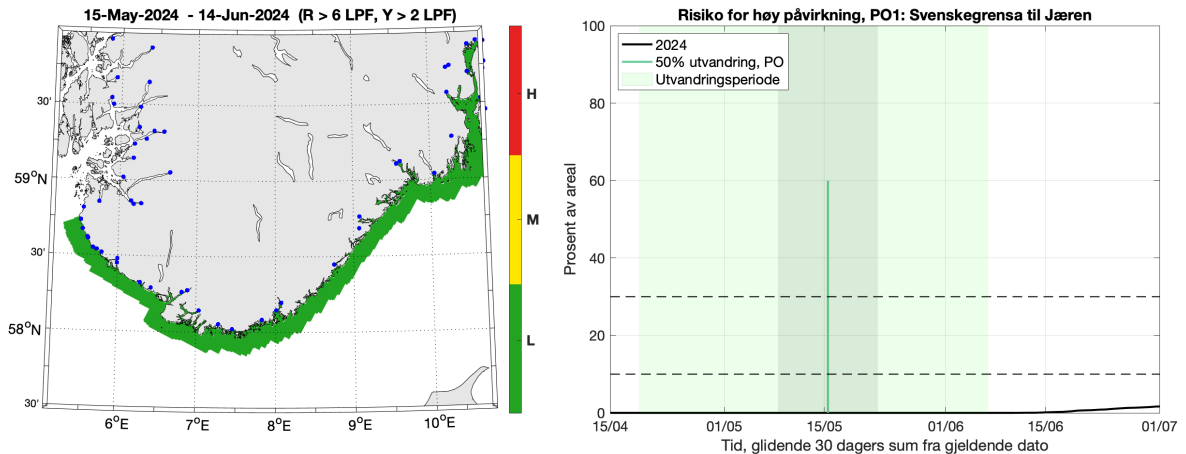
3.1.1 - ROC-analyse

Antatt midtpunkt for utvandring fra hele PO1 er estimert til 15. mai (gjennomsnitt av de 38 elvene i produksjonsområdet). Smittepresset var lavt i hele området i 2024 og laksesmolten som vandret ut ble påvirket i

liten grad av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene (Figur 6). Dette gjelder også alle tidligere år, 2012-2024 (ikke figur).

Konklusjon, ROC: Lav

Usikkerhet, ROC: Liten



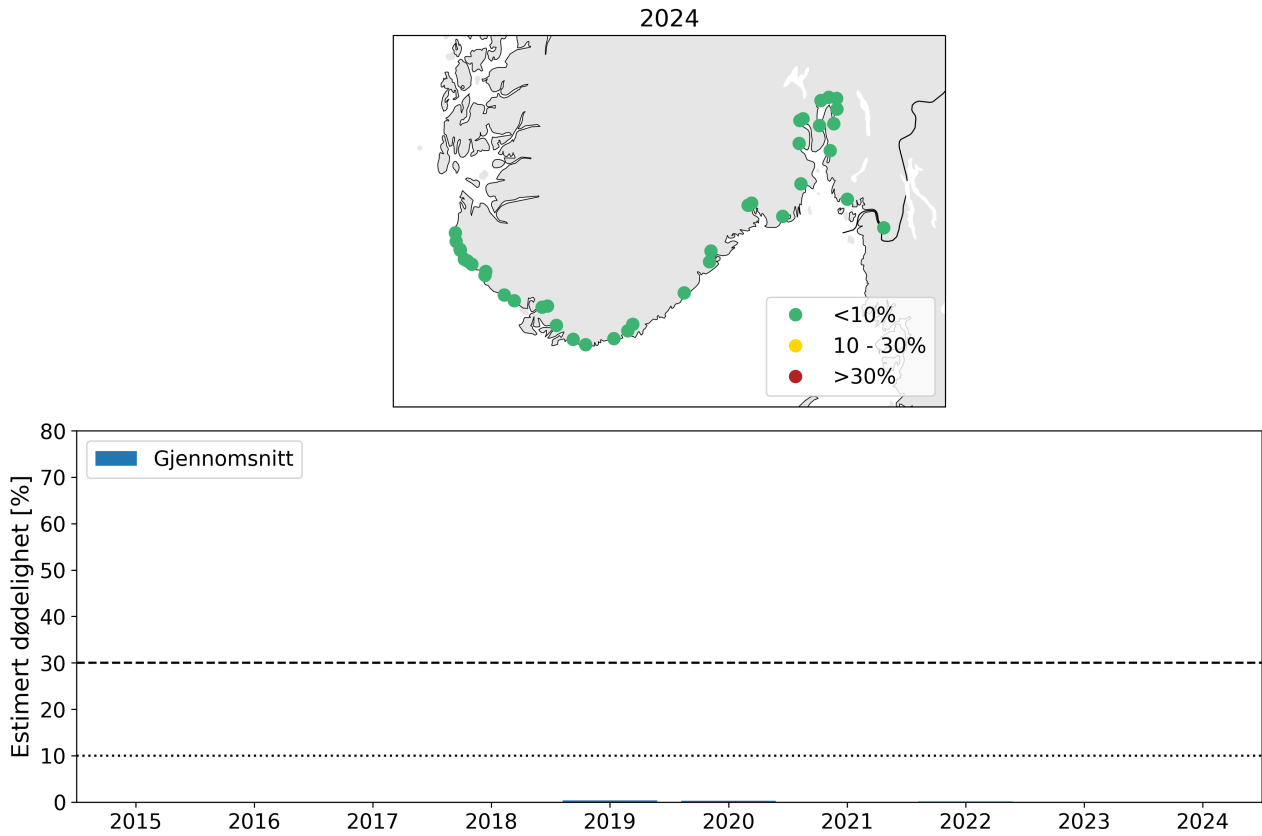
Figur 6 . Venstre: Kart over Relative Operating Characteristic (ROC) som viser områder med lavt, moderat og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager fra midtpunktet for smoltutvandring i produksjonsområdet i 2024. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Høyre side viser ROC-indeks for fisk som står i fjorden fra dato på x-aksen og 30 dager frem i tid. Grafen skal leses sammen med ROC kartet til venstre, og verdiene i grafen viser andelen av arealet med forhøyet tetthet av smittsomme luselarver. Heltrukken vertikal linje markerer tid for median utvandring, grønn skravering utvandringsperioden for postsmolt av laks brukt i den virtuelle smoltmodellen. Horisontale stiplede linjer markerer 10 og 30 % areal. Grått skravert område markerer perioden som benyttes til å vurdere usikkerheten til metoden.

3.1.2 - Virtuell postsmolt

Produksjonsområde 1 er vurdert til å ha lav dødelighet som følge av lakselus i 2024 (Figur 7). Den estimerte dødeligheten har liten variabilitet mellom elvene, da 100 % av elvene har samme kategorisering som for hele produksjonsområdet (Tabell 3). Gjennomsnittlige verdier i tidsrommet 2015 - 2024 viser at den estimerte dødeligheten er kategorisert som lav alle år (Figur 7). Den estimerte dødeligheten for hele området blir kategorisert som lav også for tidlig og sen utvandrende fisk og for fisk med høyere og lavere toleranse for lakselus. Usikkerheten til kategoriseringen i PO1 er derfor vurdert som liten i 2024.

Konklusjon, VPS: Lav

Usikkerhet, VPS: Liten



Figur 7 . Øverst: Kart med estimert dødelighet på utvandrende postsmolt av laks i PO1 i 2024. Estimatenes er kategorisert i lav dødelighet (<10 %; grønn), moderat dødelighet (10-30 %; gul) og høy dødelighet (>30 %; rød). Nederst: Gjennomsnittlig estimert dødelighet fra 2015-2024 for normal utvandring og mest sannsynlig toleranse for lus (Tabell 2 ; Taranger mfl., 2015). Beregningen er ikke vektet etter elvenes potensielle smoltproduksjon. De stiplede linjene viser grensene for lav/moderat/høy dødelighet.

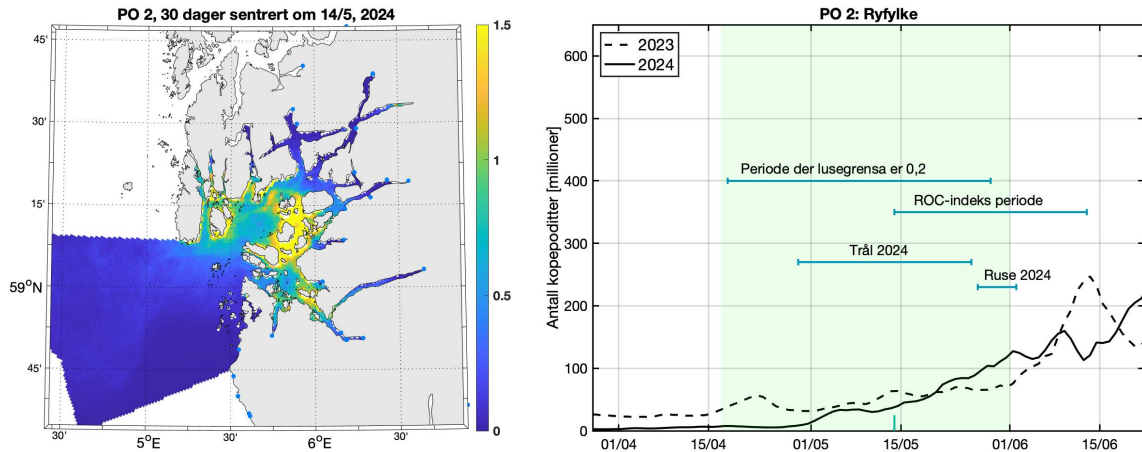
Tabell 3 . Estimert dødelighet for hver elv i produksjonsområde 1 i 2024. Dødeligheten er estimert for mest sannsynlig tidspunkt for utvandring (normal), samt for tidlig og sen utvandring (tidlig - sen) og for lave og høye tålegrenser for lus (lav - høy).

Elv	Elvenr	Normal	Tidlig	Sen	Høy	Lav
Enningdal	001.1Z	0	0	0	0	0.4
Glomma	002.Z	0	0	0	0	0.4
Hølenelva	004.Z	0	0	0	0	0.4
Årungelva	005.3Z	0	0	0	0	0.4
Gjersjøelva	005.4Z	0	0	0	0	0.4
Nordmark-vassdraget	006.Z	0	0	0	0	0.4
Lysakerelva	007.Z	0	0	0	0	0.4
Sandvik	008.Z	0	0	0	0	0.4
Åros	009.Z	0	0	0	0	0.4
Lier	011.Z	0	0	0	0	0.4
Drammen	012.Z	0	0	0	0	0.4
Sandevassdraget	013.Z	0	0	0	0	0.4
Aulivassdraget	014.Z	0	0	0	0	0.4

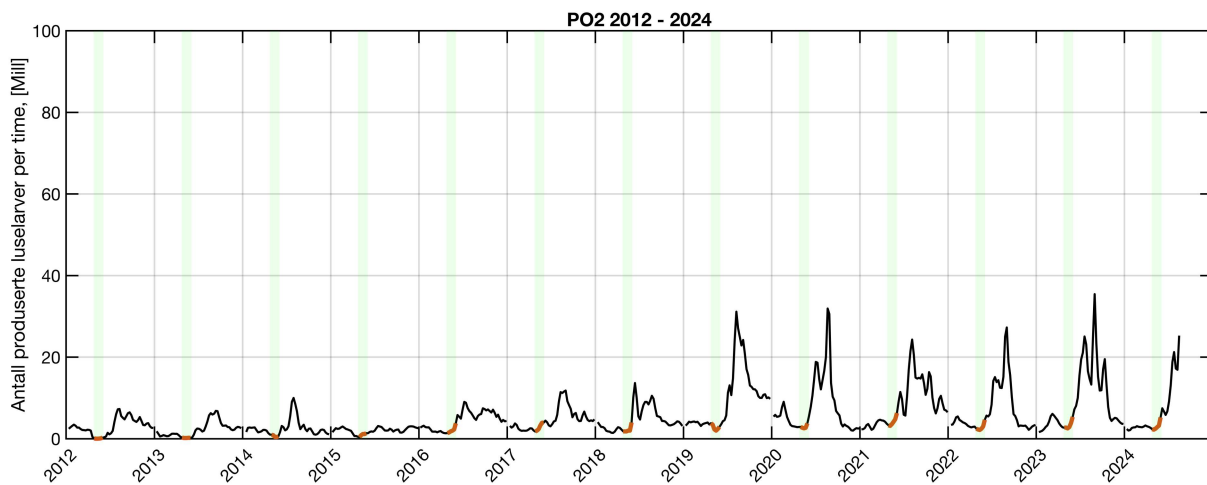
Numedal	015.Z	0	0	0	0	0.4
Herre	016.4Z	0	0	0	0	0.4
Skien	016.Z	0	0	0	0	0.4
Gjerstadvassdraget	018.3Z	0	0	0	0	0.4
Vegår	018.Z	0	0	0	0	0.4
Nidelva	019.Z	0	0	0	0	0.4
Tovdal	020.Z	0	0	0	0	0.4
Otra	021.Z	0	0	0	0	0.4
Søgne	022.1Z	0	0	0	0	0.4
Mandal	022.Z	0	0	0	0	0.5
Audna	023.Z	0	0	0	0	0.5
Lygna	024.Z	0.1	0	0.1	0	0.7
Fedaelva	025.3Z	0.4	0.2	0.4	0	1.9
Kvina	025.Z	0.4	0.2	0.4	0	1.9
Sokndal	026.4Z	0.1	0	0.2	0	0.7
Sira	026.Z	0.1	0	0.2	0	0.7
Hellelandselva	027.3Z	0.1	0	0.3	0	0.7
Ogna	027.6Z	0.2	0	0.6	0	0.9
Fuglestad	027.7Z	0.1	0	0.5	0	0.8
Bjerkreim	027.Z	0.1	0	0.4	0	0.8
Kvassheim	028.1Z	0.1	0	0.6	0	0.8
S. Varhaug	028.21Z	0.2	0	1	0	0.9
N. Varhaug	028.22Z	0.2	0	1.1	0	1
Håelva	028.3Z	0.3	0.1	1.6	0.1	1.2
Orreåna	028.4Z	0.5	0.1	2.2	0.1	1.6
Gjennomsnitt for PO1		0.1	0.0	0.3	0.0	0.6

3.2 - Produksjonsområde 2: Ryfylke

Det var generelt lave konsentrasjoner av smittsomme lakselus (kopepoditter) i ytre del av produksjonsområdet og høye konsentrasjoner i sentrale strøk (Figur 8). Totalt i området økte mengden kopepoditter gjennom mai. Utslippene av lakseluslarver (nauplii) fra oppdrettsanleggene i 2024 var omtrent som året før; lavt i begynnelsen av utvandringsperioden, og raskt økende mot slutten (Figur 9).



Figur 8 . Som Figur 4 , men for PO2.



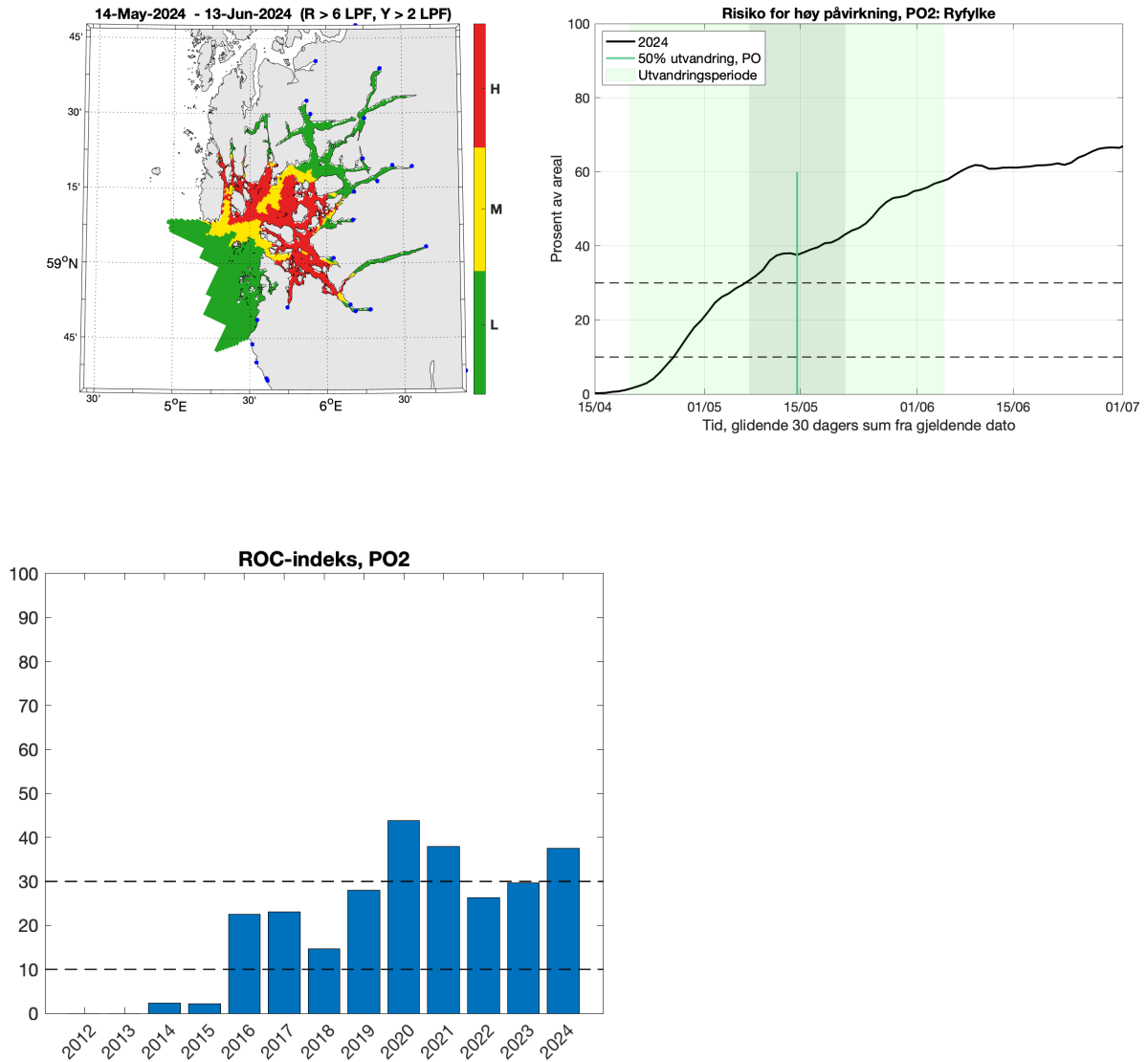
Figur 9 . Som Figur 5 , men for PO2.

3.2.1 - ROC-analyse

Antatt midtpunkt for utvandring fra hele produksjonsområdet er estimert til 14. mai (gjennomsnitt av de 18 elvene i produksjonsområdet). Det kalibrerte smittepresset er moderat til høyt i en stor del av området i 2024 (Figur 10), og laksesmolten som vandret ut fra elevene ble trolig påvirket i betydelig grad av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Indeksen for risiko for høy påvirkning er for 2024 38 %, noe som betyr at i over 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 lus, avhengig av størrelsen på fisken. Dette er på samme nivå som tidligere år. I 2024 øker indeksen rundt midtpunktet for utvandring, fra 31 – 43 % i løpet av to uker. Usikkerheten anses for å være liten fordi indeksen viser høy påvirkning hele perioden.

Konklusjon, ROC: Høy

Usikkerhet, ROC: Liten



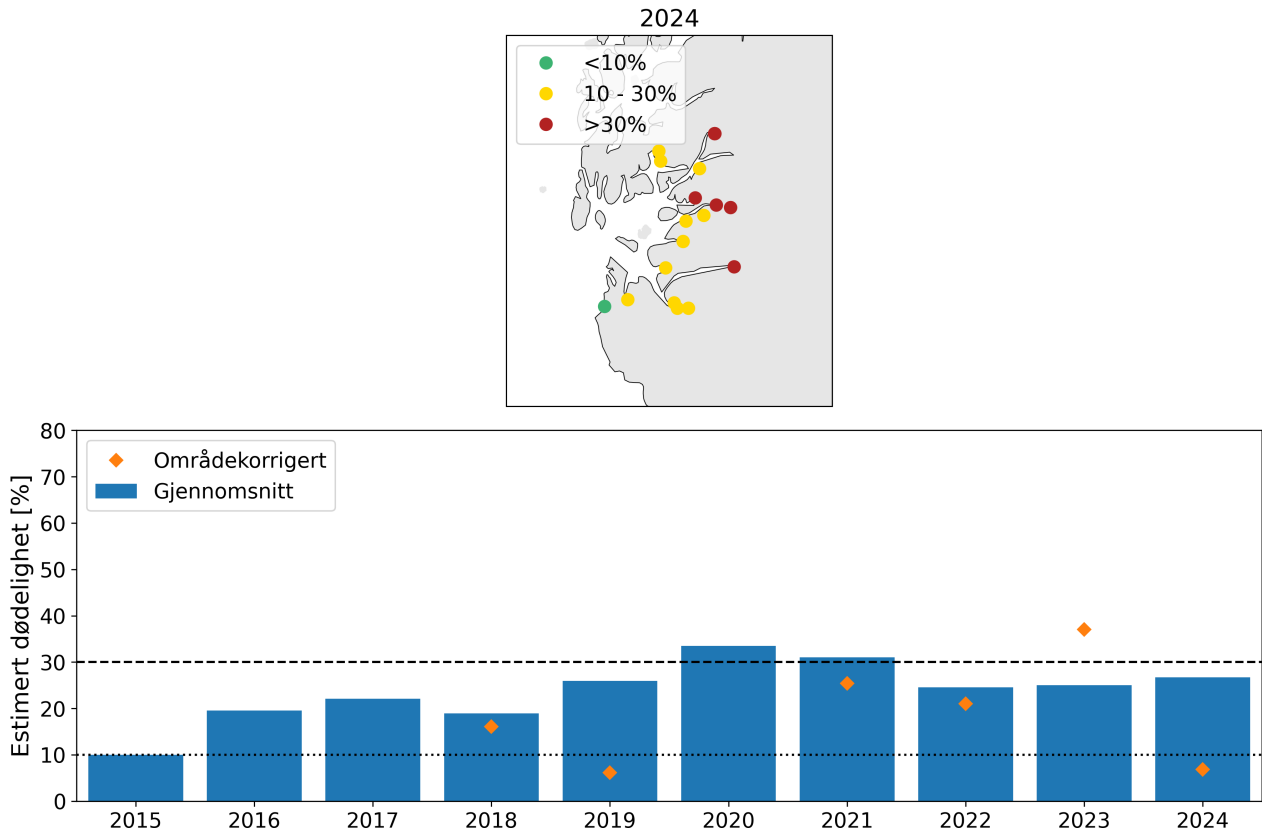
Figur 10 . Øvre panel: Som Figur 6 , men for PO2. Nedre panel: Tidsutvikling for ROC-indeks årene 2012-2024, beregna for 30 dager fra median utvandningsperiode fra elvene innen produksjonsområdet. Horisontale stiplede linjer angir ROC-indeks tilsvarende grenser for lav og høy dødelighet for utvandrende postsmolt

3.2.2 - Virtuell postsmolt

Produksjonsområde 2 er vurdert til å ha moderat dødelighet som følge av lakselus i 2024, men med lav estimert dødelighet med områdekorrigert påslagsrate (Figur 11), på grunn av lite lus på trålfanget fisk i Boknafjorden (se Vedlegg VI: *Resultater av lakselusovervåkningsprogrammet for 2024*). Den estimerte dødeligheten har stor variabilitet mellom elvene, da 61 % av elvene har samme kategorisering som for hele produksjonsområdet (Tabell 4). Gjennomsnittlige verdier i tidsrommet 2015 - 2024 viser at den estimerte dødeligheten har variert mellom høyt og moderat for estimat med gjennomsnittlig påslagsrate. Den estimerte dødeligheten for hele området blir kategorisert som høy for fisk med lav toleranse og for sen utvandring i 2024. Usikkerheten til kategoriseringen i PO2 er derfor vurdert som stor.

Konklusjon, VPS: Moderat

Usikkerhet, VPS: Stor



Figur 11 . Samme som for Figur 7 , men for PO2. Oransje markeringer viser områdekorrigert dødelighet.

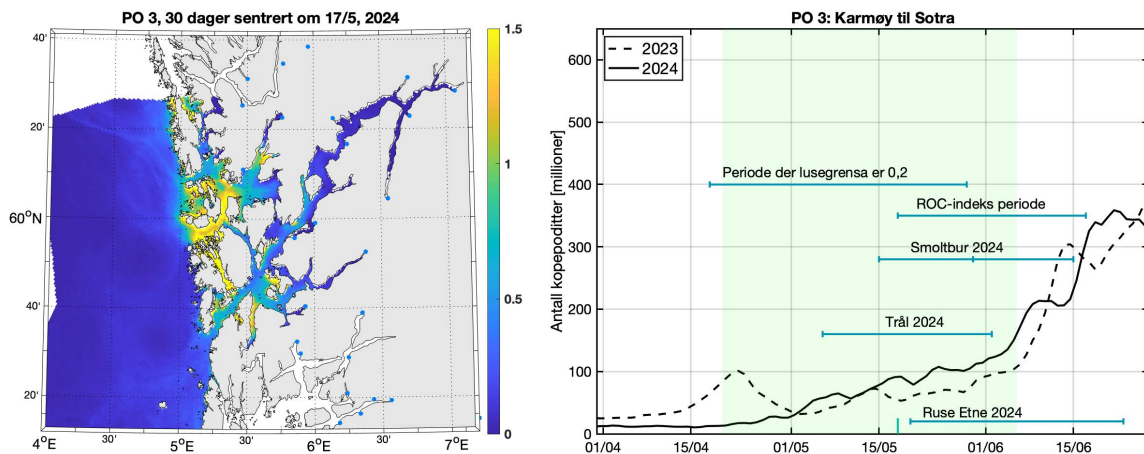
Tabell 4 . Estimert dødelighet for hver elv i produksjonsområde 2 i 2024. Dødeligheten er estimert for mest sannsynlig tidspunkt for utvandring (normal), samt for tidlig og sen utvandring (tidlig - sen), for lave og høye tålegrenser for lus (lav - høy) og for områdekorrigert påslagsrate (OmrKorr).

Elv	Elvenr.	Normal	Tidlig	Sen	Høy	Lav	OmrKorr
Figgjo	028.Z	0.9	0.4	3.5	0.2	2.5	0.1
Storåna	029.1Z	17	9.3	26.8	9.6	25.7	3.5
Dirdal	030.2Z	23.3	12.2	32.2	14.7	32.2	5.9
Espedal	030.4Z	22.3	11.5	31.5	13.9	31.2	5.5
Frafjord	030.Z	24.2	12.9	32.7	15.5	33.2	6.3
Lyse	031.Z	34.7	25.5	40.2	23.8	44.8	9.9
Jørpeland	032.Z	19.6	10.9	28.6	11.5	28.5	4.2
Årdal	033.Z	26.7	16.4	35.3	17	36.3	6.5
Hjelmeland	035.2Z	27.7	16.8	36	18	37.3	7
Vormo	035.3Z	29.5	18.2	36.6	19.5	39.3	7.7
Førreelva	035.4Z	36.2	27.4	42.1	25	46.4	10.2
Håland	035.7Z	34.6	25.3	40	23.4	44.9	9.2

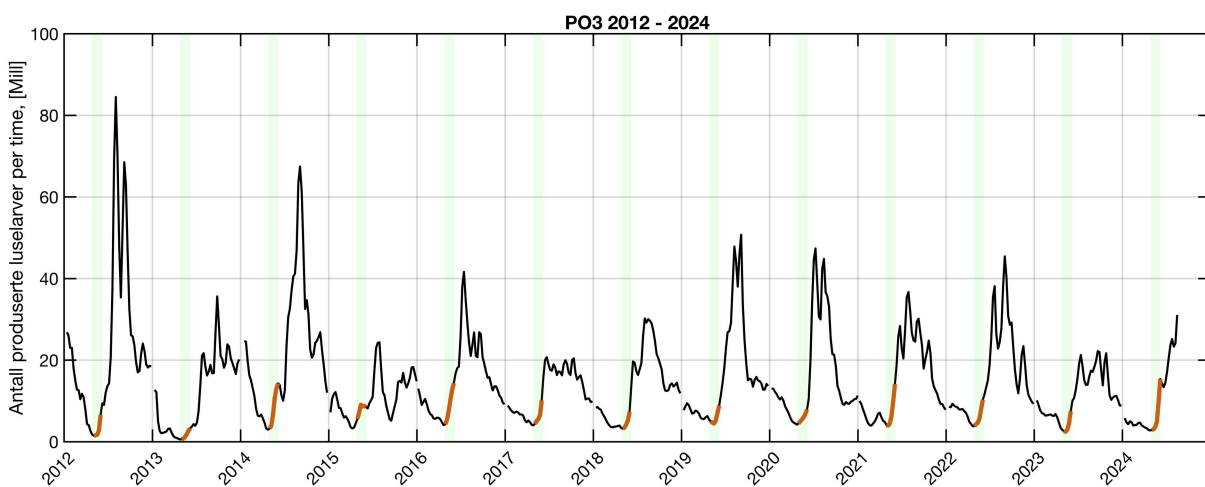
Ulla	035.Z	36.2	27.4	42	25	46.3	10.2
Suldals	036.Z	28.9	18.6	35.6	18.5	39	7
Åbøelva	037.2Z	35.4	27.3	41.8	24.1	45.7	9.6
Sauda-vassdraget	037.Z	31.2	20.5	36.5	20.4	41.4	8
Rødneelva	038.3Z	27	17.5	33.5	16.8	37.1	6.1
Vikedal	038.Z	26	16.6	33.1	15.9	36	5.7
Gjennomsnitt for PO2		26.7	17.5	33.8	17.4	36.0	6.8

3.3 - Produksjonsområde 3: Karmøy til Sotra

Modellberegningene viser generelt lave konsentrasjoner av lakseluskoepoditter i indre områder av PO3 i 2024, mens ytre deler av området hadde høye konsentrasjoner. Totalt i området var mengden koepoditter raskt økende fra slutten av mai og i første halvdel av juni (Figur 12). Utslippene av lakseluslarver (nauplii) fra oppdrettsanleggene i 2024 økte i løpet av utvandningsperioden og var høyere enn året før (Figur 13).



Figur 12 . Som Figur 4 , men for PO3.



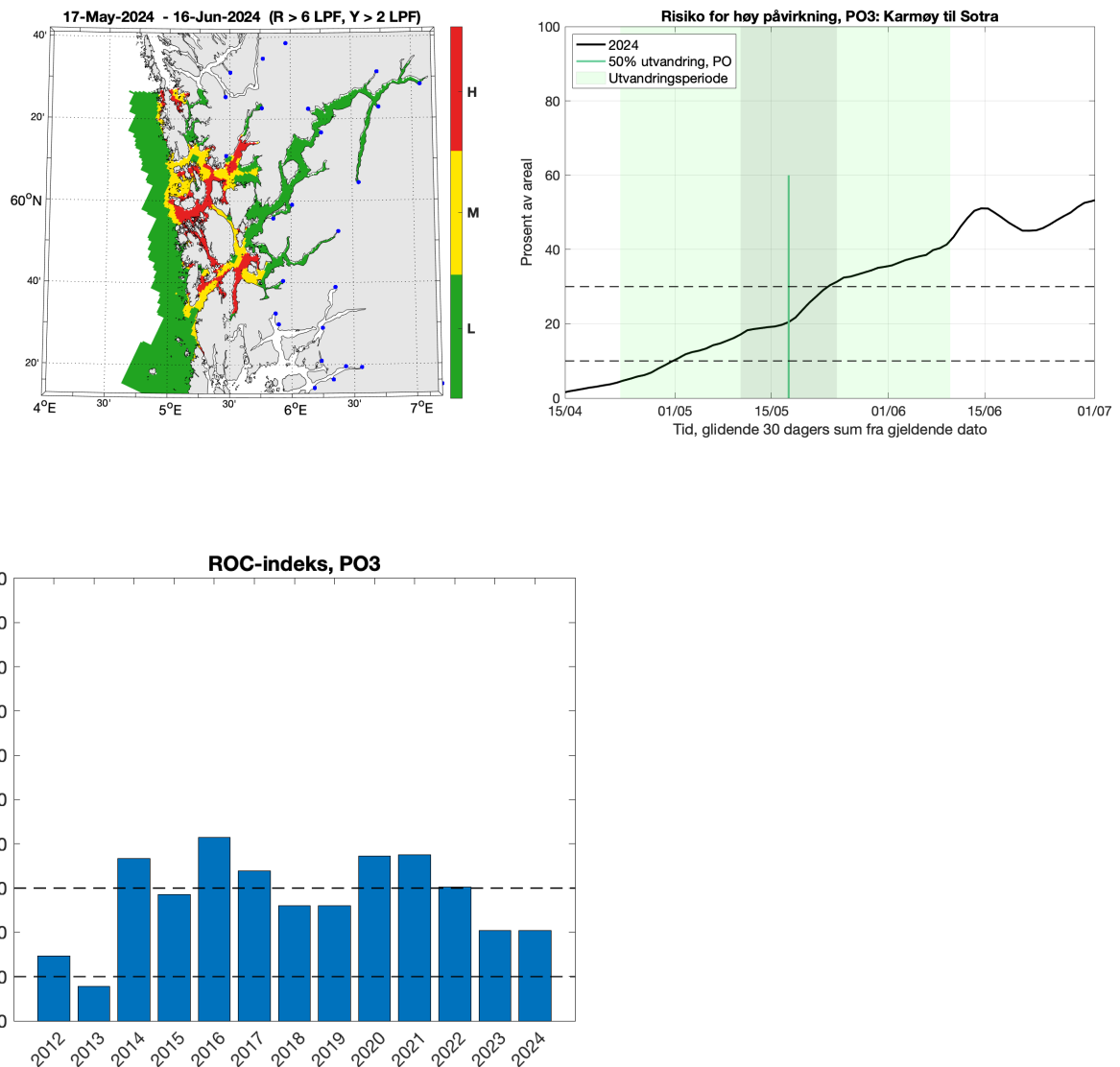
Figur 13 . Samme som Figur 5 , men for PO3.

3.3.1 - ROC-analyse

Antatt midtpunkt for utvandring fra hele produksjonsområdet er estimert til 17. mai (gjennomsnitt av de 12 elvene i produksjonsområdet). Det kalibrerte smittepresset er moderat til høyt i deler av området i 2024, og laksesmolten som vandret ut fra enkelte elver ble trolig påvirket i betydelig grad av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Indeksen for risiko for høy påvirkning er i 2024 moderat (20 %, som betyr at i ca. en femtedel 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 er noe lavere i 2023 og 2024 enn de tre foregående årene (Figur 14). Indeksen varierer rundt midtpunktet for utvandringen (17 – 31 % i løpet av to uker). Usikkerheten anses for å være stor fordi verdien skifter fra moderat til høy påvirkning i løpet av to uker (Figur 14).

Konklusjon, ROC: Moderat

Usikkerhet, ROC: Stor



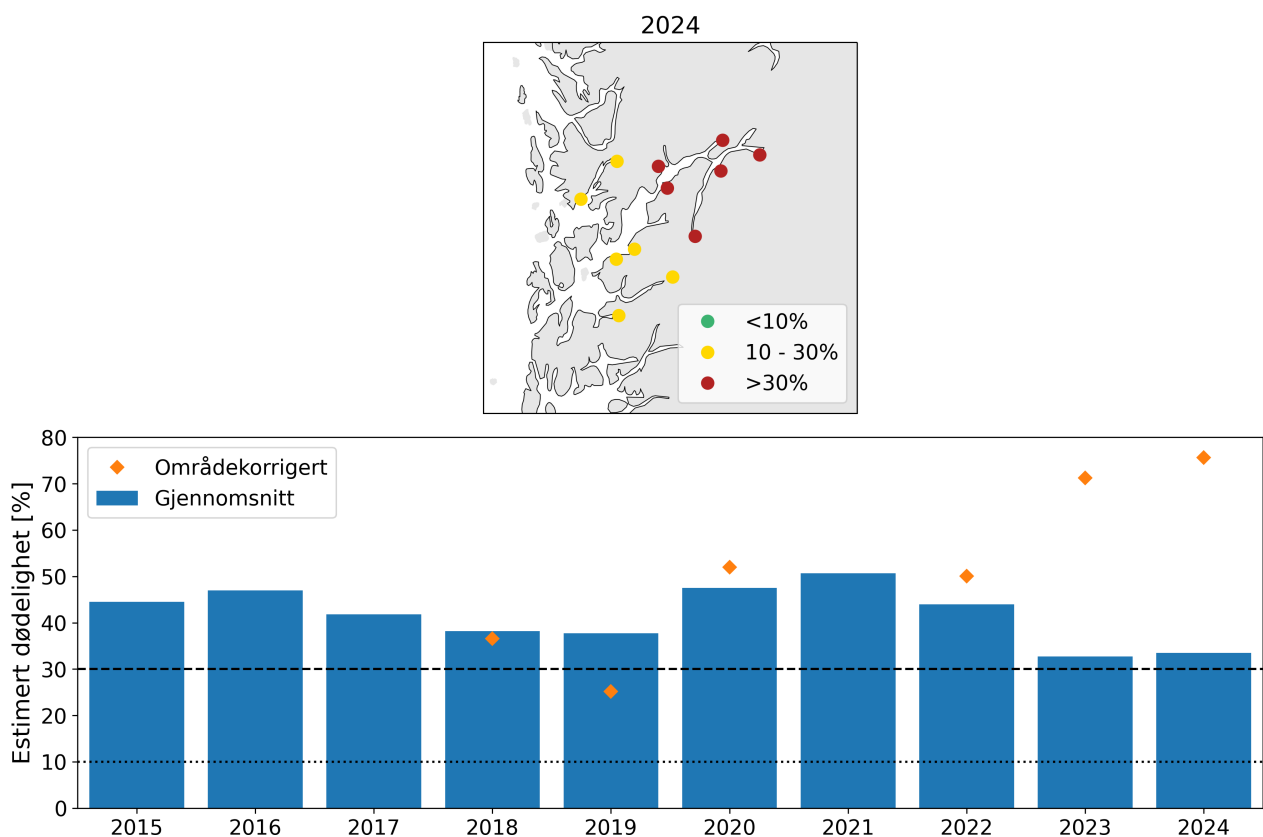
Figur 14 . Samme som Figur 10 , men for PO3.

3.3.2 - Virtuell postsmolt

Produksjonsområde 3 er vurdert til å ha høy dødelighet som følge av lakselus i 2024, både med og uten områdekorrigert påslagsrate. Den estimerte dødeligheten har stor variabilitet mellom elvene, da 50 % av elvene har samme kategorisering som for hele produksjonsområdet i 2024 (Figur 15 , Tabell 5). Gjennomsnittlige verdier i tidsrommet 2015 - 2024 viser at den estimerte dødeligheten er kategorisert som høy i alle år. Den estimerte dødeligheten for hele området blir kategorisert som moderat for fisk med høy antatt toleranse for lakselus i 2024 og for tidlig utvandrende fisk. Usikkerheten til kategoriseringen i PO3 er derfor vurdert som stor.

Konklusjon, VPS: Høy

Usikkerhet, VPS: Stor



Figur 15 . Samme som Figur 7 , men for PO3.

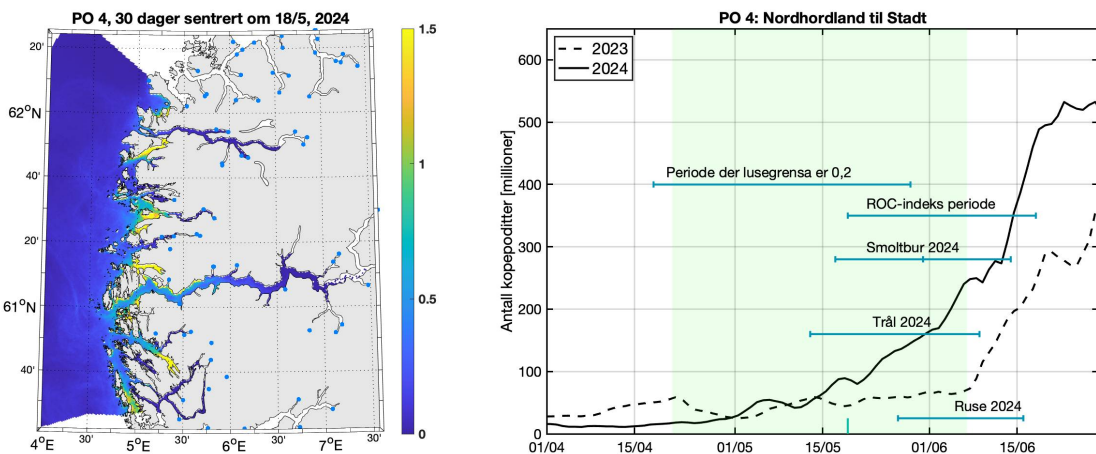
Tabell 5 . Samme som Tabell 4 , men for PO3.

Elv	Elvenr.	Normal	Tidlig	Sen	Høy	Lav	OmrKorr
Etne	041.Z	25.1	18.1	35.1	15	35.3	70.6
Dalelva-Fjæraelva	042.3Z	29.9	21.9	38	19	40.3	74.2
Uskedalselva	045.2Z	29.5	22	37.9	18.7	40	74
Rosendal	045.4Z	28	20.8	37.1	17.3	38.5	73.1
Jondalselvi	047.2Z	32.4	24.3	38.7	21.1	42.9	75.9

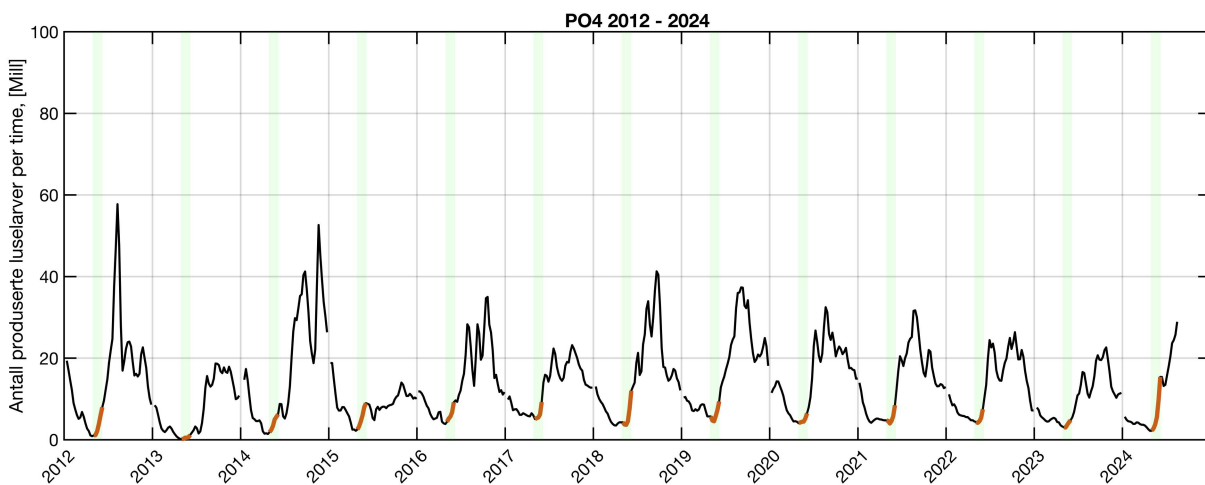
Opo	048.Z	44.7	39.5	53.4	33.6	54.1	81.5
Kinso	050.1Z	42.6	38.4	50.4	31.4	52.2	80.6
Eio	050.Z	43.6	38.9	52	32.5	53.1	81
Granvin	052.1Z	39.4	33.7	44.3	28	49.4	79.4
Steinsdal	052.7Z	38.5	30.8	42.8	27.1	48.6	79
Oselva	055.7Z	21	13.8	28.8	11.9	30.7	65.7
Tysse	055.Z	27.6	19.1	35.5	17.1	37.9	72.1
Gjennomsnitt for PO3		33.5	26.8	41.2	22.7	43.6	75.6

3.4 - Produksjonsområde 4: Norhordland til Stadt

Det var generelt lave konsentrasjoner av smittsomme lakselus (kopepoditter) i indre deler av PO4 i 2024, mens det var områder med høye konsentrasjoner, spesielt i ytre strøk (Figur 16). Mengden kopepoditter i produksjonsområdet var høyere enn i 2023 fra midten av utvandningsperioden, og økte kraftig i denne perioden (Figur 16). Nauplii-produksjonen økte også mot slutten av og etter utvandningsperioden og var større enn året før (Figur 17 og Sandvik 2024).



Figur 16 . Som Figur 4 , men for PO4



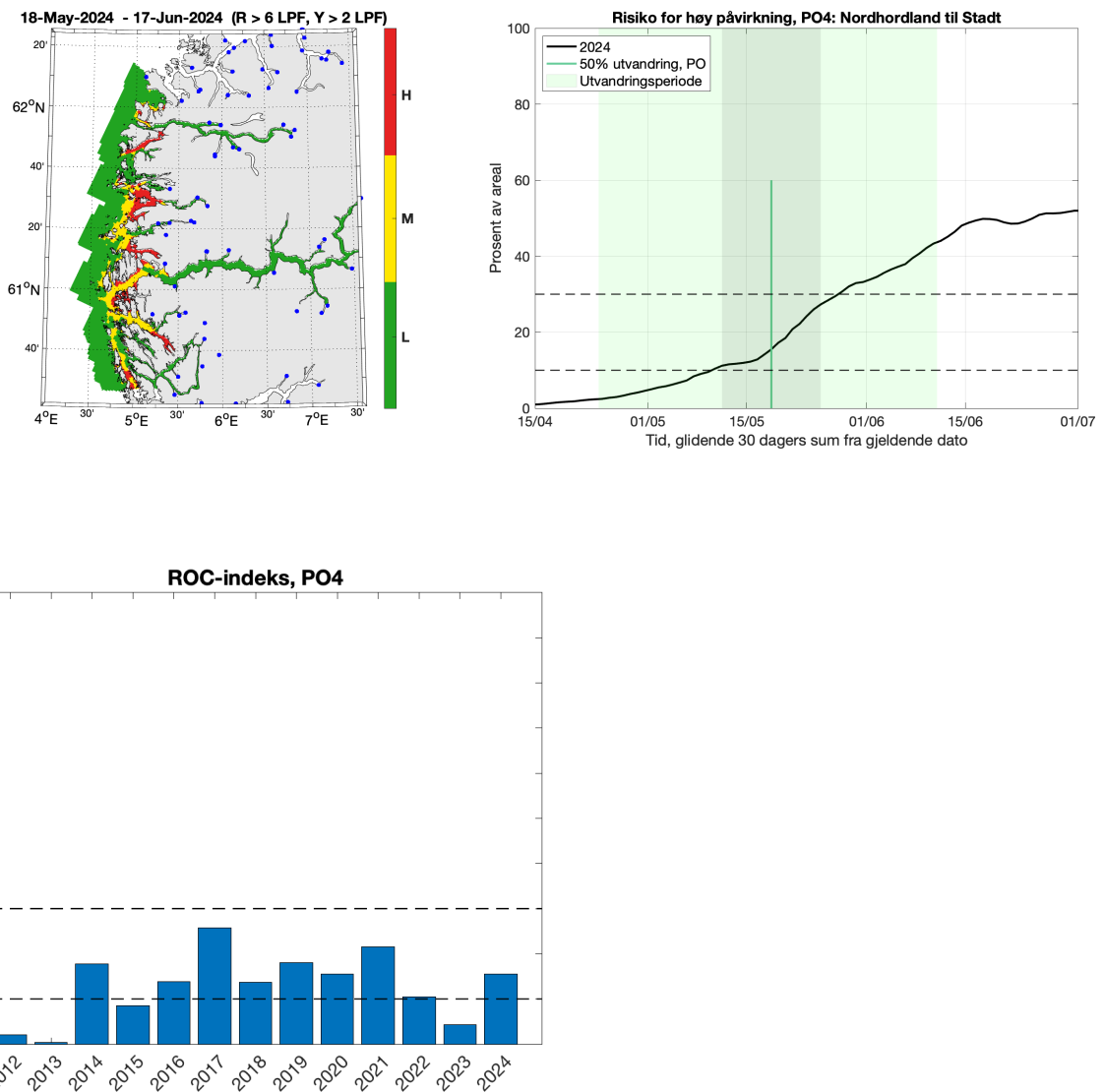
Figur 17 . Samme som Figur 5 , men for PO4.

3.4.1 - ROC-analyse

Antatt midtpunkt for utvandring fra hele produksjonsområdet er estimert til 18. mai (gjennomsnitt av de 40 elvene i produksjonsområdet). Det kalibrerte smittepresset er moderat og høyt i ytre deler av området og i de fleste fjordmunninger i 2024. Laksesmoltene som vandret ut fra elvene ble derfor trolig påvirket i betydelig grad av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene i de ytre delene av fjordene. Indeksen for risiko for høy påvirkning er likevel moderat i 2024 for produksjonsområdet som helhet (16 %, som betyr at i 16 % 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 mye rundt midtpunktet for utvandring (11 – 27 %), men holder seg i kategorien moderat (under 30 %) i hele to-ukersperioden rundt antatt midtpunkt for utvandring. Usikkerheten settes derfor til liten. ROC-indeksen for 2024 ved antatt midtpunkt for utvandring er høyere enn i 2023 (Figur 18).

Konklusjon, ROC: Moderat

Usikkerhet, ROC: Liten



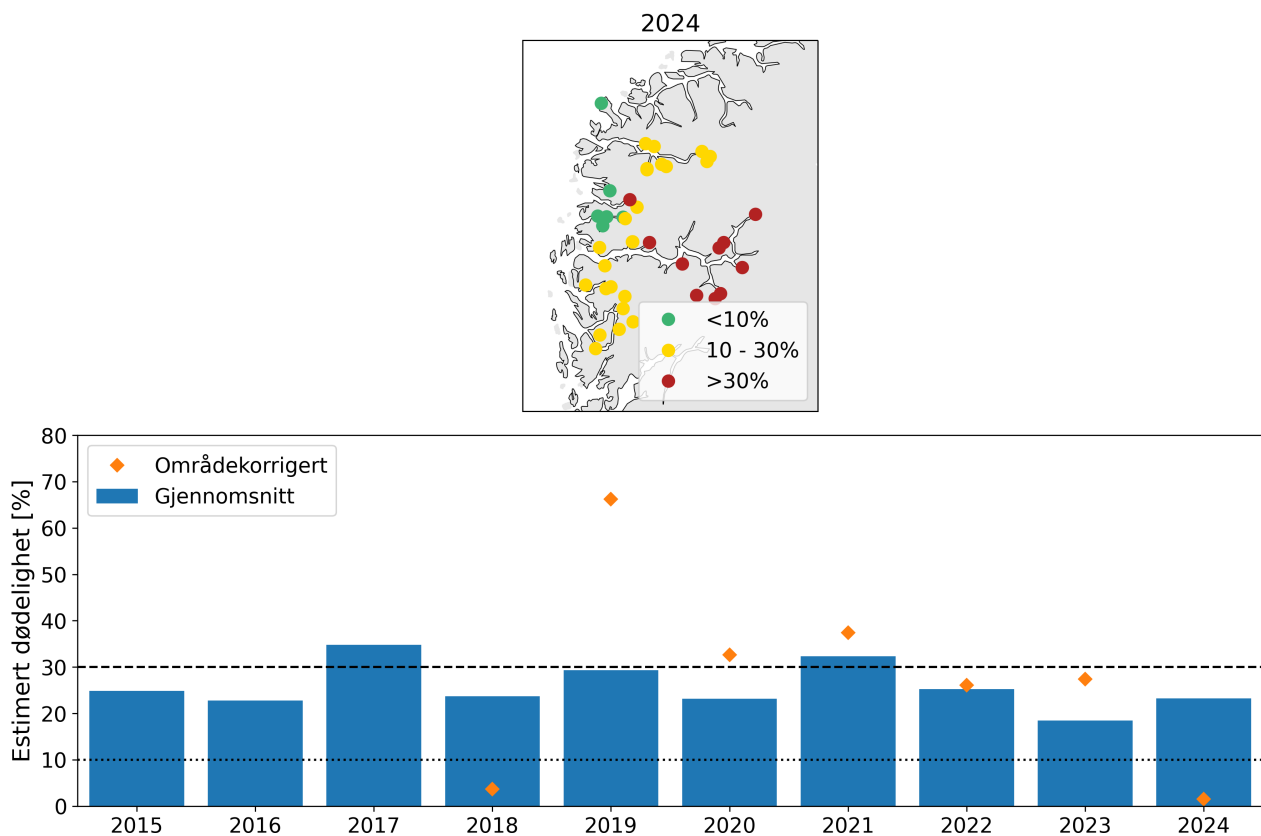
Figur 18 . Samme som Figur 10 , men for PO4.

3.4.2 - Virtuell postsmolt

Produksjonsområde 4 er vurdert til å ha moderat dødelighet som følge av lakselus i 2024, men lav dødelighet for estimert dødelighet med områdekorrigert påslagsrate (Figur 19 , Tabell 6). Produksjonsområde 4 skiller seg ut, med stor differanse mellom dødelighet med områdekorrigert og gjennomsnittlig påslagsrate i 2024. Differansen skyldes lavt antall lus observert på trålfanget fisk (se Vedlegg VI: *Resultater av lakselusovervåkningsprogrammet for 2024*). Den estimerte dødeligheten har stor variabilitet mellom elvene i 2024, da 60 % av elvene har samme kategorisering som for hele produksjonsområdet i 2024 Figur 19). Gjennomsnittlige verdier i tidsrommet 2015 - 2024 viser at den estimerte dødeligheten er kategorisert som moderat i alle år unntatt 2017 og 2021. Den estimerte dødeligheten for hele området blir kategorisert som høy for fisk med antatt lav toleranse for lakselus og for sent utvandrende fisk. Usikkerheten til kategoriseringen i PO4 er derfor vurdert som stor.

Konklusjon, VPS: Moderat

Usikkerhet, VPS: Stor



Figur 19 . Samme som Figur 7 , men for PO4.

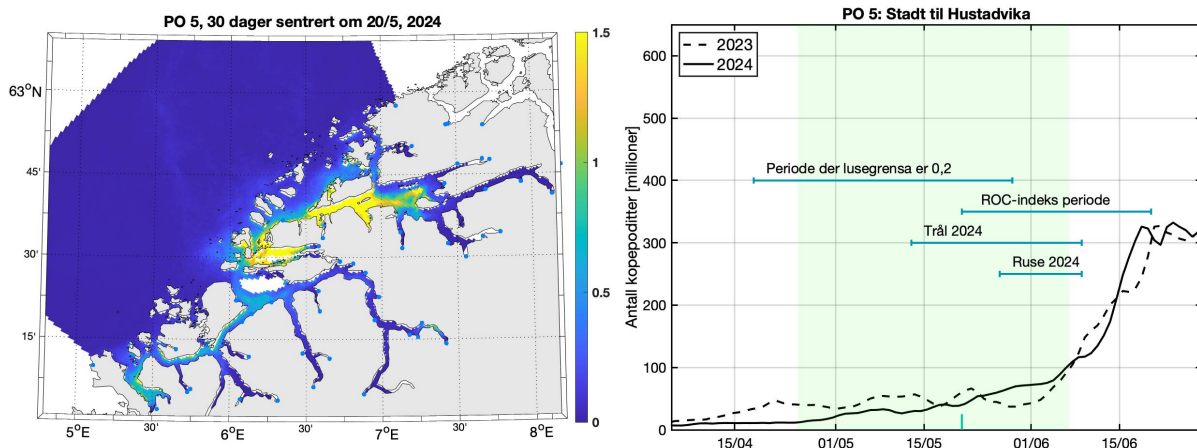
Tabell 6 . Samme som Tabell 4, men for PO4.

Elv	Elvenr.	Normal	Tidlig	Sen	Høy	Lav	OmrKorr
Lone	060.4Z	12	6.6	17.1	5.4	20.4	0.3
Storelva	061.2Z	12.3	6.9	17.3	5.6	20.8	0.3
Daleelva	061.Z	21.6	15.4	29.6	11.9	31.9	0.7
Vosso	062.Z	16.8	11.7	23.8	8.4	26.3	0.4
Ekso	063.Z	16.7	11.7	23.8	8.4	26.3	0.4
Modalselva	064.Z	16.9	11.7	23.7	8.5	26.5	0.4
Haugsdalsvassdraget	067.2Z	20.2	12.5	27.4	11.3	30	0.8
Matrevassdraget	067.3Z	15.1	8.7	22.1	7.4	24.3	0.4
Frøyset	067.6Z	11.6	6.6	19	5.1	20.1	0.3
Storelva -Brekkeelva	069.31Z	22.6	15.9	31.2	12.8	32.8	0.8
Vikja	070.Z	40.8	36.4	48.3	29.5	50.6	3.8
Nærøydal	071.Z	43.2	37.5	51.7	32.2	52.7	5.2
Flåm	072.2Z	43.6	37.6	51.9	32.6	52.9	5.4
Aurland	072.Z	43.8	37.7	52.1	32.8	53.1	5.5
Lærdal	073.Z	39.5	35.7	46.4	28.2	49.5	3.1
Mørkrivassdraget	075.4Z	47.7	40.4	53.3	37	56.5	7.6
Sogndal	077.3Z	42.7	37.3	51.2	31.6	52.2	4.9
Åroey	077.Z	38.5	35.1	44.9	27	48.6	2.7
Daleelva	079.Z	38.7	35	45.8	27.2	48.8	2.7
Hovlandselva - Indredal	080.1Z	29.7	22.3	35.8	18.9	40.1	1.6
Ytredalselva	080.21Z	29.4	22.1	35.6	18.7	39.9	1.5
Bøelva	080.4Z	21	14.6	29.9	11.7	31	0.7
Dals	082.5Z	8.9	4.3	15.9	3.9	15.7	0.2
Flekke	082.Z	8.3	4.1	15.3	3.5	15	0.2
Kvam	083.2Z	9	4.3	15.9	4	15.8	0.2
Rivedalselva	083.4Z	8	3.8	14.8	3.3	14.5	0.2
Gaula	083.Z	13.4	7	22.1	6.7	21.5	0.4
Nausta	084.7Z	31.9	22.5	44	21.4	42	1.9
Jølstra	084.Z	25.9	15.3	36.9	16.4	35.8	1.3
Osenelva	085.Z	8.6	4.9	17.4	3.2	16.3	0.2
Hopselva	086.8Z	22.7	17.5	33.3	13.2	32.9	0.9
Åelva	086.Z	19.4	11.8	26.3	10.6	29.3	0.7
Ryggelva	087.1Z	24.1	18.3	34.8	14.4	34.2	1.1
Gloppen	087.Z	20	13	27.9	11	30	0.7
Olden	088.1Z	21.4	16.4	31.2	11.9	31.5	0.7

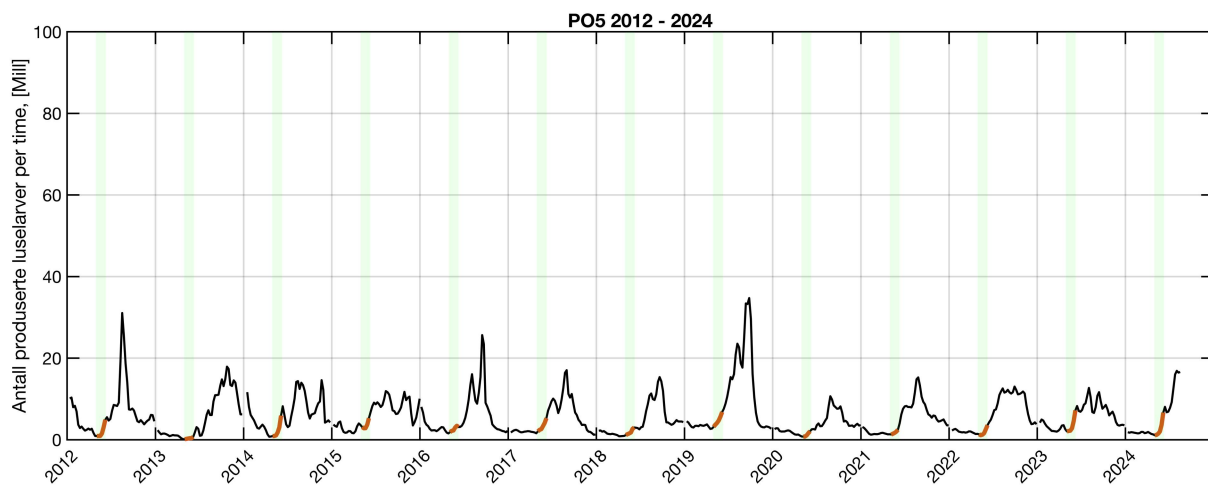
Loen	088.2Z	21.2	16.2	31	11.8	31.3	0.7
Stryn	088.Z	20.9	15.8	30.5	11.5	31	0.7
Hjalma	089.4Z	22.2	17.1	32.6	12.7	32.3	0.8
Eidselva	089.Z	19.4	11.5	26.2	10.6	29.2	0.7
Ervikelva	091.3Z	0.6	0.3	1.7	0.1	2.3	0
Gjennomsnitt for PO4		23.3	17.6	31.0	14.6	32.4	1.5

3.5 - Produksjonsområde 5: Stadt til Hustadvika

Generelt moderate konsentrasjoner av smittsomme lakselus (kopepoditter) i store deler av området i 2024, men med lave verdier i indre strøk og høye verdier sør for Otrøya og Grytafjorden. Mengden kopepoditter i produksjonsområdet var lik i 2024 som i 2023 gjennom det meste av utvandningsperioden, og økte kraftig i juni (Figur 20). Nauplii-produksjonen økte også mot slutten av og etter utvandningsperioden (Figur 21 og Sandvik 2024).



Figur 20 . Som Figur 4 , men for PO5.



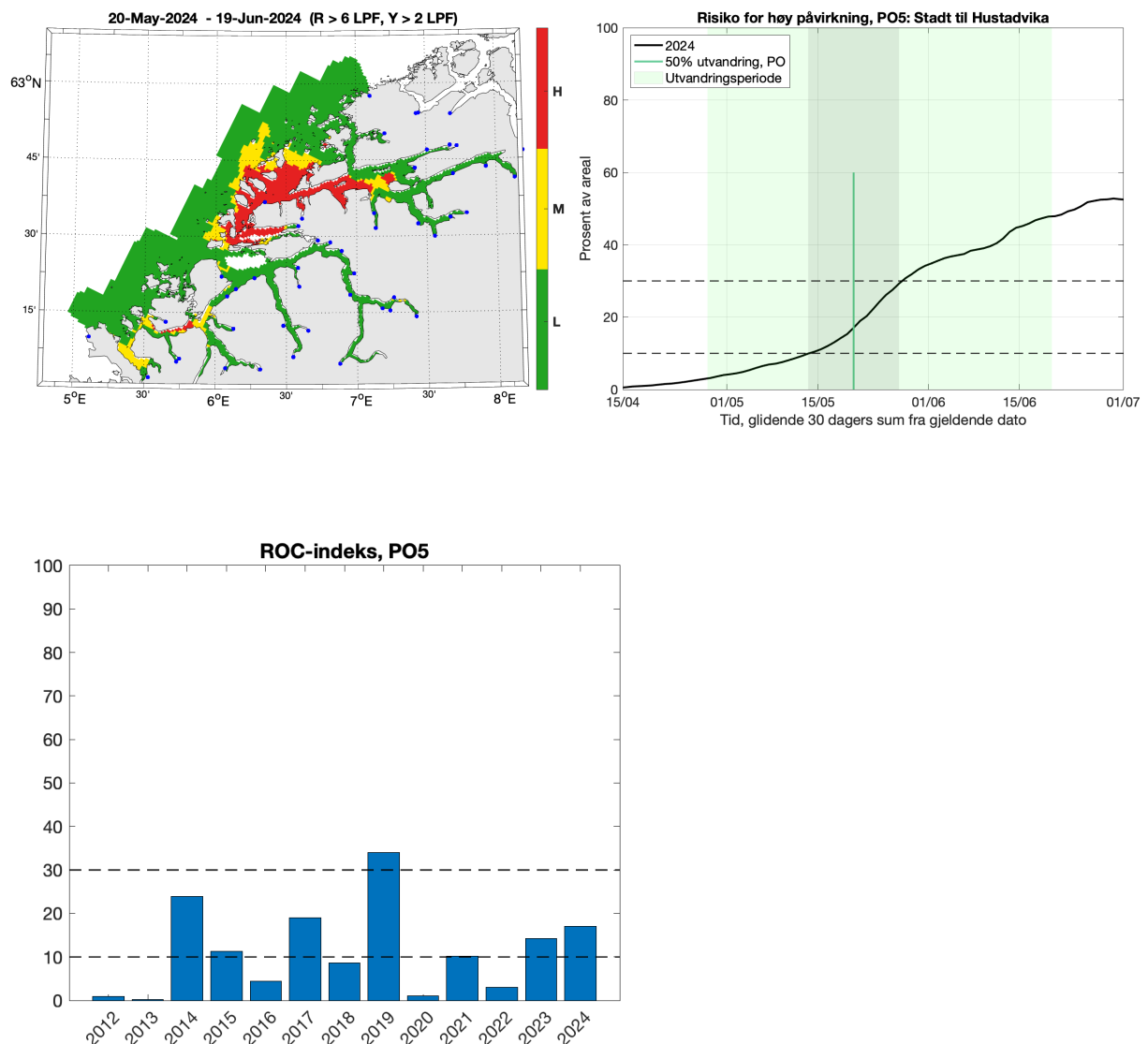
Figur 21 . Samme som Figur 4 , men for PO5.

3.5.1 - ROC-analyse

Antatt midtpunkt for utvandring fra hele produksjonsområdet er estimert til 20. mai (gjennomsnitt av de 44 elvene i produksjonsområdet). Det kalibrerte smittepresset er moderat og høyt i store deler av området i 2024 og laksesmolten som vandret ut fra elvene ble trolig påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Indeksen for risiko for høy påvirkning er moderat i 2024 (17 %, som betyr at i 17 % 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 midtpunktet for utvandring (10 – 29 % i løpet av to uker), men holder seg i kategorien moderat (under 30 %) i hele to-ukersperioden rundt antatt midtpunkt for utvandring og usikkerheten settes dermed til liten. ROC-indeksen er på omtrent samme nivå som i 2023 (Figur 22).

Konklusjon, ROC: Moderat

Usikkerhet, ROC: Liten



Figur 22 . Samme som Figur 10 , men for PO5.

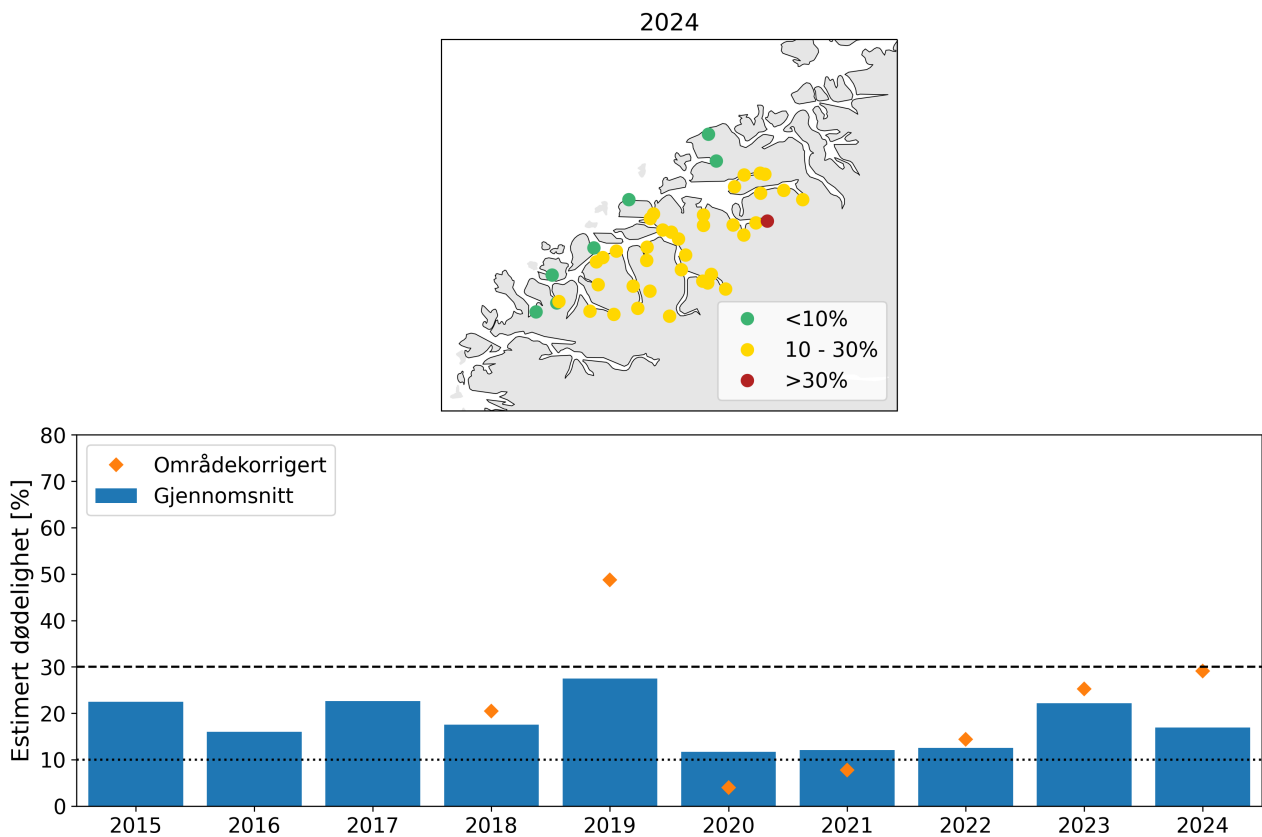
3.5.2 - Virtuell postsmolt

Produksjonsområde 5 er vurdert til å ha moderat dødelighet som følge av lakselus i 2024. Den estimerte

dødeligheten er kategorisert som moderat både med gjennomsnittlig og områdekorrigert påslagsrate. Den estimerte dødeligheten har liten variabilitet mellom elvene, da 82 % av elvene har samme kategorisering som for hele produksjonsområdet i 2024 (Figur 23 , Tabell 7). Gjennomsnittlige verdier i tidsrommet 2015 - 2024 viser at den estimerte dødeligheten er kategorisert som moderat i alle år. Estimert dødelighet blir kategorisert som moderat for tidlig og sent utvandrende fisk og for fisk med antatt lav og høy toleranse for lakselus. Usikkerheten til kategoriseringen i PO5 er derfor vurdert som liten.

Konklusjon, VPS: Moderat

Usikkerhet, VPS: Liten



Figur 23 . Samme som Figur 7 , men for PO5.

Tabell 7 . Samme som Tabell 4 , men for PO5.

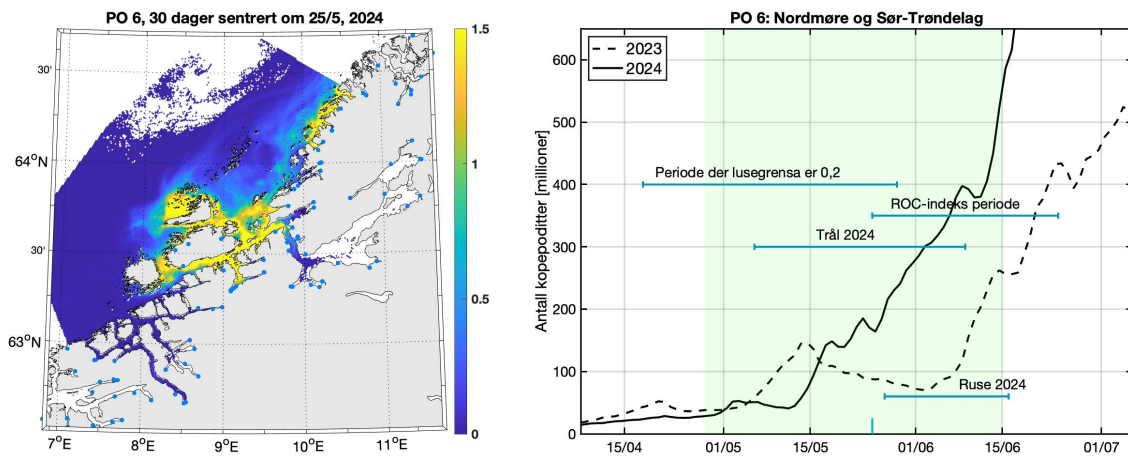
Elv	Elvenr.	Normal	Tidlig	Sen	Høy	Lav	OmrKorr
Åheim	092.Z	6.5	2.4	10.9	2.4	12.9	14.9
Oselva	093.2Z	3.4	1.6	8	0.9	8.2	9
Norrdalselva	093.3Z	10.5	4.8	17.2	4.8	18	21
Austefjord	094.4Z	20.4	12.5	30.3	11.8	30	35
Stigedalselva	094.Z	19.8	12	29.7	11.3	29.3	34.3

Storelva	095.3Z	15.8	9.9	23.4	8.4	24.7	28.9
Storelva	095.41Z	15	9.6	22	7.9	23.6	27.6
Barstadvik	095.4Z	13	8.3	19.7	6.7	21.1	24.6
Ørsta	095.Z	19.2	12.1	28.5	10.7	28.7	33.6
Hareid	096.1Z	5.6	3.8	8.6	1.9	11.8	13.4
Vågselva	096.41Z	1.3	0.7	3.9	0.2	4.2	4
Bondal	097.1Z	17.1	12.7	23.6	9.2	26.4	30.9
Vikelva	097.2Z	14.1	10.6	19.8	6.6	23.3	27.7
Norangdal	097.4Z	13.7	10.5	19.2	6.3	22.9	27.2
Aureelva	097.72Z	13.3	10.1	18.4	6.2	22.2	26.3
Velledal	097.7Z	13.5	10.2	18.8	6.3	22.5	26.6
Stranda	098.3Z	20.1	15.5	30.1	11.8	29.4	34.2
Korsbrekk	098.6Z	24	17.5	33.9	15.3	33.3	38.2
Eidsdalselva	099.1Z	22.1	16.8	32	13.5	31.5	36.4
Norddalsvassdraget	099.2Z	22.1	16.9	32	13.5	31.5	36.4
Tafjordvassdraget	099.Z	25.8	19.8	35.4	16.5	35.5	40.8
Stordalselva	100.2Z	19.7	15.4	29.7	11.5	29	33.7
Vagsvikelva	100.3Z	15.5	12	21.4	7.7	24.8	29.4
Valldal	100.Z	18.9	15.4	26.5	10.3	28.6	33.6
Ørskog	101.1Z	14.8	11.5	20.5	7.2	24.1	28.5
Solnør	101.2Z	14.4	11.1	19.8	6.9	23.5	27.8
Tennfjord	101.6Z	25.2	17.1	33.6	14.9	35.7	41.7
Hildre	102.11Z	6.7	4	17.2	2.6	13.1	15.1
Storelva	102.2Z	12	5.9	21	5.7	20.2	23.7
Skorgelva	102.5Z	24	15.5	33	15.7	32.8	37.4
Tressa	102.6Z	25	16.1	34.1	16.5	33.8	38.5
Måna	103.1Z	23	14.8	32	14.9	31.8	36.3
Innfjordselva	103.2Z	29.5	21.2	40.1	20.1	38.8	44.1
Isavassdraget	103.4Z	30.2	21.7	40.8	20.8	39.6	44.8
Rauma	103.Z	29.5	21.3	40.1	20.1	38.8	44.1
Mittetelva	104.1Z	22.5	14.3	31.3	14.3	31.4	36
Visa	104.2Z	23.7	15.5	32.9	15.2	32.9	37.7
Eira	104.Z	25.2	17.4	34.9	16.4	34.6	39.6
Røa	105.1Z	15.1	9.3	23.4	8.9	22.6	25.8
Olteråa	105.3Z	16.4	9.9	24.1	9.9	24.2	27.7
Oppdølselva	105.4Z	16.5	10.1	24.8	10.1	24.1	27.5
Oselva	105.Z	16.2	9.7	23.8	9.7	24	27.4

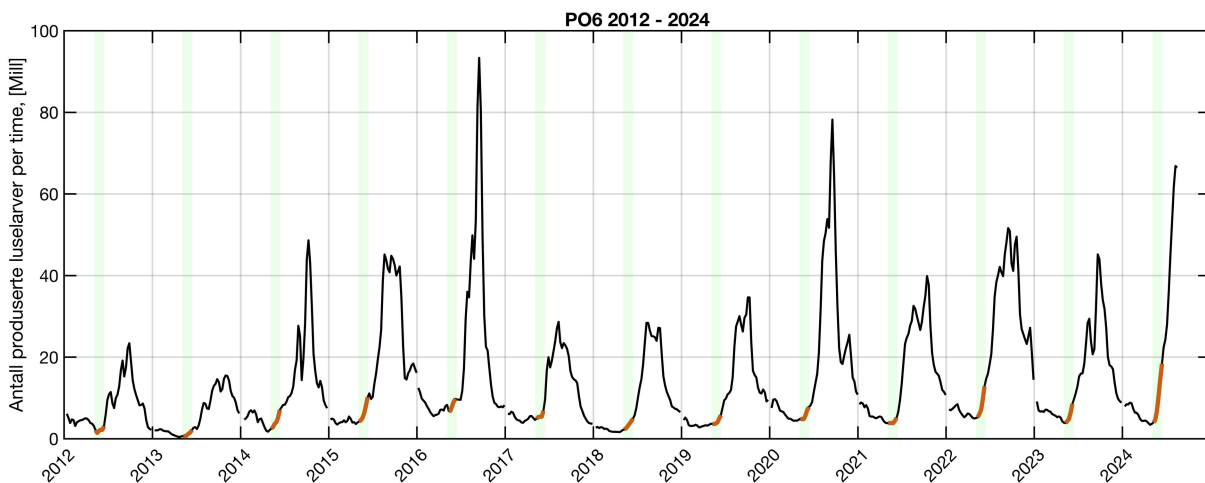
Sylte	107.3Z	2.8	2	6.5	0.8	7	7.5
Hustad	107.6Z	0.1	0.1	0.3	0	0.9	0.4
Gjennomsnitt for PO5		16.9	11.6	24.5	9.8	25.2	29.1

3.6 - Produksjonsområde 6: Nordmøre til Sør-Trøndelag

Det var høye konsentrasjoner av smittsomme lakselus (kopepoditter) i området rundt Hitra og Frøya og langs nordlige deler av kysten i PO6 i 2024. Det var generelt lave konsentrasjoner helt sør i PO6. Totalt i området var mengden kopepoditter i 2024 sterkt økende fra midten av mai og utover sommeren med betydelig høyere verdier enn i 2023 (Figur 24). Nauplii-produksjonen økte mer enn tidligere år (Figur 25), både gjennom og etter utvandningsperioden, og skyldes til dels høye temperaturer (se Vedlegg II: *Fysisk oseanografiske forhold i produksjonsområdene for akvakultur*, og Sandvik 2024).



Figur 24 . Som Figur 4 , men for PO6



Figur 25 . Samme som Figur 5 , men for PO6.

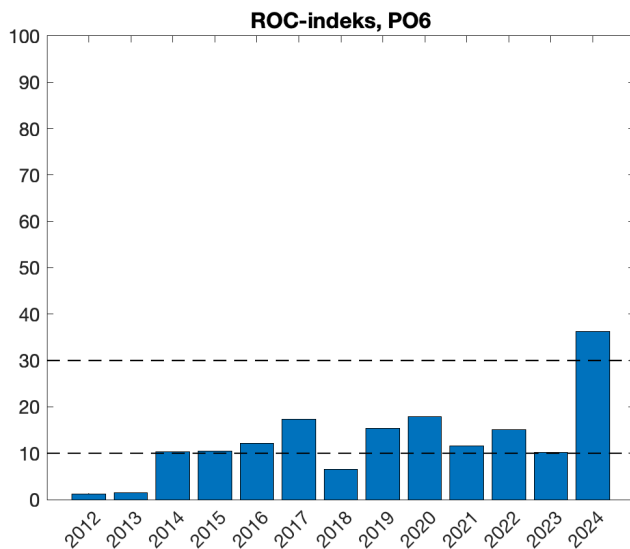
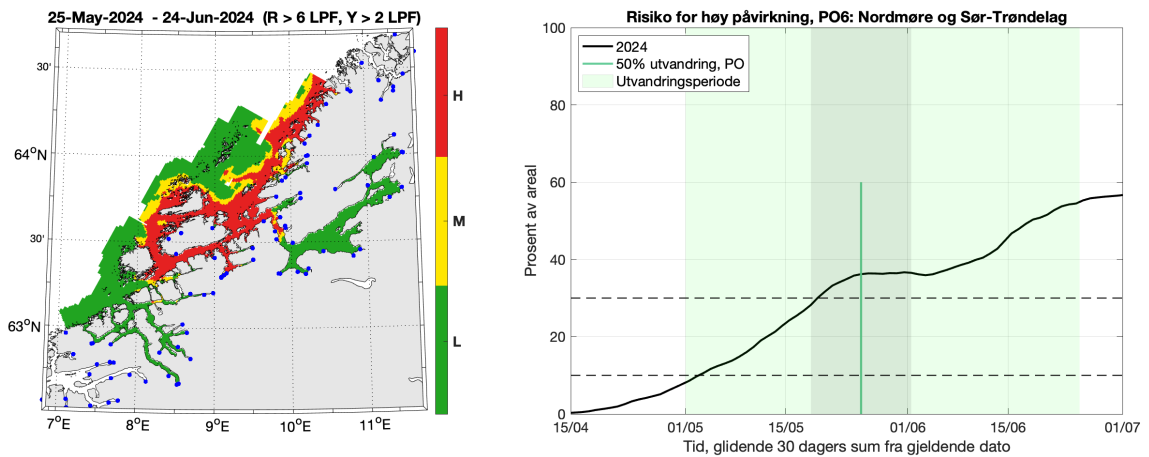
3.6.1 - ROC-analyse

Antatt midtpunkt for utvandring fra hele produksjonsområdet er estimert til 25. mai (gjennomsnitt av de 62 elvene i produksjonsområdet). Det kalibrerte smittepresset er høyt i store deler av området i 2024, og laksesmolten som vandret ut ble trolig påvirket i betydelig grad, bortsett fra i de sørligste områdene. Indeksen

for risiko for høy påvirkning er høy i 2024 (36 %, som betyr at i 36 % 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 rundt midtpunktet for utvandring (28 – 37 %). Usikkerheten anses for å være middels fordi indeksen skifter kategori i løpet av to-ukersperioden, men holder seg høy i mesteparten av perioden. ROC-indeksen er betydelig høyere enn i 2023 (Figur 26).

Konklusjon, ROC: Høy

Usikkerhet, ROC: Middels



Figur 26 . Samme som Figur 10 , men for PO6.

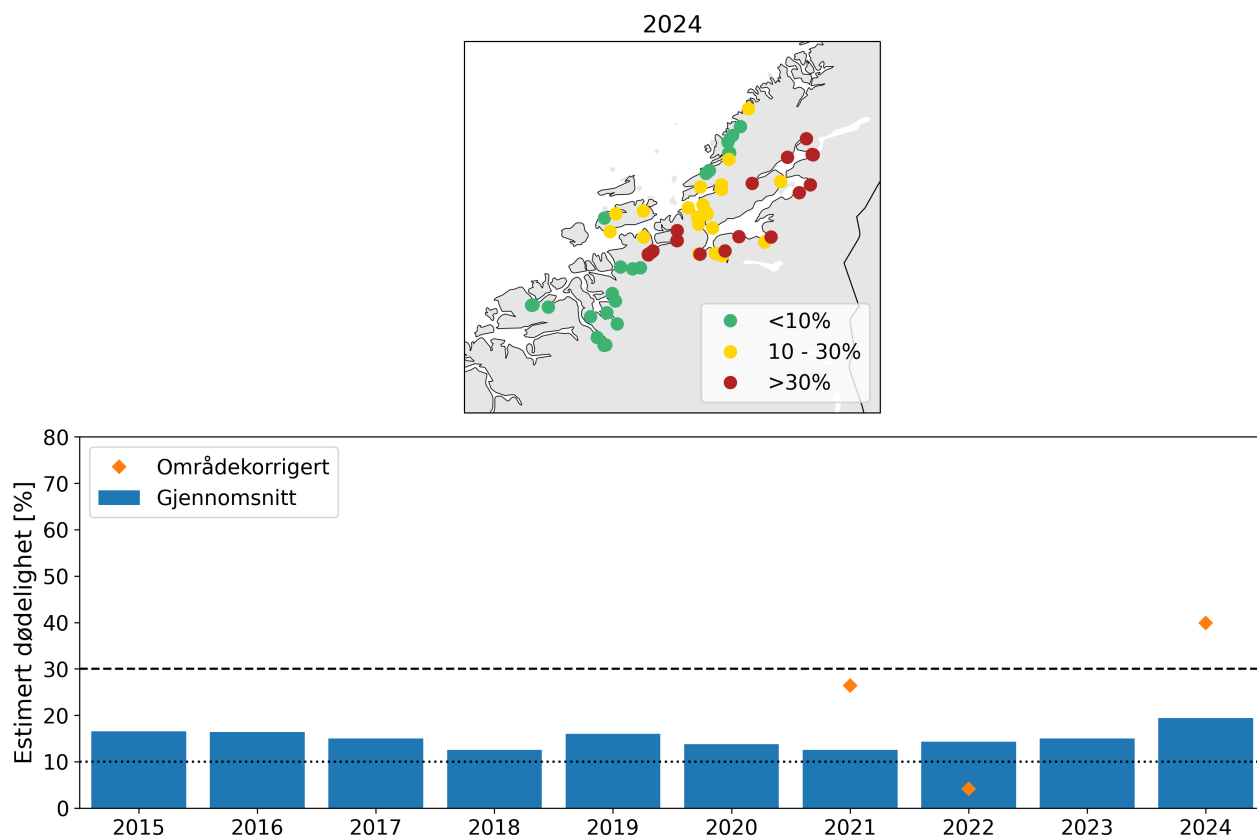
3.6.2 - Virtuell postsmolt

Produksjonsområde 6 er vurdert til å ha moderat dødelighet som følge av lakselus i 2024, men med høy estimert dødelighet med områdekorrigert påslagsrate (Figur 27). Den estimerte dødeligheten har stor variabilitet mellom elvene, da 36 % av elvene har samme kategorisering som for hele produksjonsområdet i 2024 (Figur 21, Tabell 8). Gjennomsnittlige verdier i tidsrommet 2015 - 2024 viser at den estimerte dødeligheten er kategorisert som moderat i alle år. Den estimerte dødeligheten for hele området blir kategorisert

som moderat også for tidlig og sen utvandrende fisk og for fisk med høyere og lavere toleranse for lakselus. Usikkerheten til kategoriseringen i PO6 er derfor vurdert som liten i 2024.

Konklusjon, VPS: Moderat

Usikkerhet, VPS: Liten



Figur 27 . Samme som Figur 7 , men for PO6.

Tabell 8 . Samme som Tabell 4 , men for PO6.

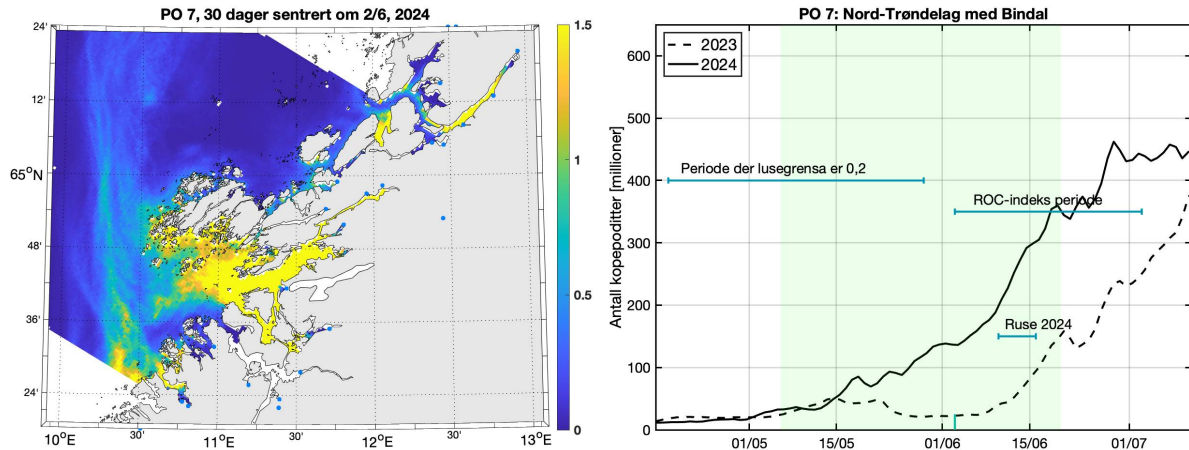
Elv	Elvenr.	Normal	Tidlig	Sen	Høy	Lav	OmrKorr
Vasskordelva	108.221Z	0.3	0.3	0.4	0	1.5	2.3
Vågsbø	108.2Z	0.3	0.3	0.4	0	1.5	2.3
Batnfjordelva	108.3Z	0.9	1	1	0.1	3.2	6.6
Usma	109.4Z	2.1	2.3	3.1	0.4	5.9	12.6
Litledalselva	109.5Z	2.1	2.3	3.3	0.4	6	12.8
Driva	109.Z	2.1	2.3	3.3	0.4	6	12.7
Viddalselva	111.4Z	1.1	0.5	4.1	0.3	3.3	6.4
Søya	111.7Z	2.9	0.7	6.5	1	6.1	11.4
Toåa	111.Z	3.1	0.7	6.7	1.2	6.4	12

Bøvra	112.3Z	2.6	0.6	6.4	0.9	5.7	10.8
Surna	112.Z	2.9	0.7	6.5	1.1	6.1	11.5
Staursetbekken	113.5Z	9.7	5.7	18.1	5.6	15.1	24.6
Todalselva	113.6Z	9	5.6	17	5	14.2	23.6
Fjelna	113.Z	6.3	3.8	12.1	3.2	10.8	18.8
Åelva	116.Z	27	16.3	37.7	18	36.2	53.2
Lakselva totalt	117.1Z	22.1	14.8	31.7	13.1	31.7	49.8
Kvernavassdraget totalt	117.23Z	13.1	5.8	19.9	7.2	20.4	34.1
Sagelva	117.3Z	8.7	3.8	10.8	4.3	15.1	27
Grytelvassdraget	117.4Z	13.4	6.8	17.4	6.8	21.7	37.6
Haugelva	119.11Z	32	20.1	44.5	22.6	41.2	57.9
Søa	119.1Z	32.1	20.1	44.6	22.7	41.2	57.9
Hagaelva	119.2Z	32.1	20.1	44.7	22.7	41.3	58
Hollaelva	119.3Z	31.8	19.9	44.2	22.4	41	57.7
Snilldalselva	119.42Z	32.7	20.6	45.2	23.3	41.8	58.5
Bergselva	119.4Z	32.7	20.6	45.1	23.2	41.8	58.5
Slørdalselva totalt	119.61Z	30.5	19	42.7	21.3	39.6	56.4
Fremstadelva	119.9Z	16.8	10.5	28.9	9.4	25.3	41.4
Størdalselva	120.1Z	18.7	11.7	32.3	10.8	27.4	43.8
Lena	120.2Z	19.2	11.9	33	11.3	28	44.4
Skjenaldelva	121.1Z	22.7	13.3	36.1	14.4	31.6	47.9
Orkla	121.Z	32.5	18.7	43.9	23.1	41.6	58.1
Børsa	122.1Z	22.8	13.4	36	14.4	31.6	48.1
Vigda	122.2Z	23.4	13.8	36.6	15	32.3	48.7
Gaula	122.Z	32.6	18.8	43.8	23.1	41.8	58.3
Homla	123.4Z	26.5	15.2	38.5	17.8	35.4	51.8
Nidelva	123.Z	33	19.2	44.3	23.4	42.1	58.7
Stjørdal	124.Z	43.7	32.4	55.9	33	52.9	69.1
Levanger	126.6Z	38.9	27.3	51.1	28.2	48.4	65.5
Verdal	127.Z	48.7	36.8	60.7	38.2	57.5	72.5
Figga	128.3Z	41.7	30.4	53.7	31	51.1	67.8
Steinkjer	128.Z	50.1	37.9	62	39.6	58.7	73.4
Molleva	129.2Z	33.4	19.6	44.4	23.7	42.6	59.3
Follavassdraget	129.Z	32.4	18.7	43.6	22.9	41.6	58.2
Tangstadelva	130.32Z	33.4	19.7	44.4	23.7	42.6	59.4
Mossa	131.1Z	29.9	16.9	41.3	20.8	38.9	55.3
Prestelva	131.9Z	20.4	12.4	34.3	12.3	29.2	45.6

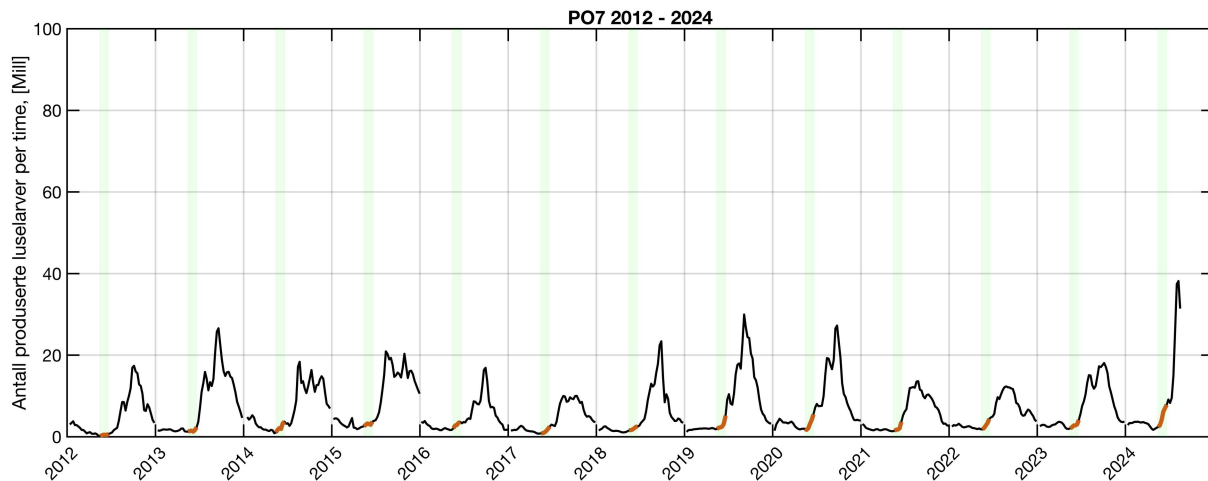
Flyta	132.1Z	19.1	11.9	32.8	11.2	27.8	44.2
Hasselvassdraget	132.2Z	18.2	11.4	31.4	10.4	26.9	43.2
Skauga	132.Z	28.5	16.2	40.2	19.6	37.4	53.6
Osaelva	133.2Z	29.7	17	41.5	20.6	38.7	55
Nordelva	133.3Z	29.3	16.6	41.2	20.3	38.2	54.5
Brekkelva	134.2Z	12.5	7.7	20.6	6.3	20.3	35.2
Teksdal	134.Z	7	4.2	12.1	2.8	13.3	25.4
Olden	135.1Z	7	4.1	12.2	2.9	13.3	25.2
Imselva	135.42Z	7.6	4.6	13.3	3.2	14	26.3
Grytelvassdraget	135.43Z	7.6	4.6	13.2	3.2	14	26.3
Norddalselva	135.AZ	11.5	6.6	19.3	5.8	19	33.3
Stordalselva	135.Z	12.1	6.9	20	6.2	19.6	34
Håvikelva	136.31Z	8.3	4	17.5	3.8	14.4	25.6
Nordskjørelva	136.3Z	9.3	4.8	19.7	4.4	15.7	27.4
Storelva (Straumselva)	136.52Z	7.1	3.2	18.5	3	13.1	24.1
Steinsdal	137.2Z	14.8	6.1	22.6	8.7	22.1	35.7
Gjennomsnitt for PO6		19.4	12.0	28.4	12.8	26.7	39.9

3.7 - Produksjonsområde 7: Nord-Trøndelag med Bindal

Det var høye konsentrasjoner av smittsomme lakselus (kopepoditter) i store deler av PO7 i 2024, spesielt i midtre områder av PO7, i Tosen og i Kjella i 2024. I området rundt Leka var det lave til moderate konsentrasjoner av kopepoditter (Figur 28). Totalt i området var mengden kopepoditter i 2024 sterkt økende fra midten av mai og utover sommeren med betydelig høyere verdier enn i 2023. Nauplii-produksjonen økte mer enn tidligere år både gjennom og etter utvandingsperioden (Figur 29) og skyldes til dels høye temperaturer (Sandvik 2024).



Figur 28 . Som Figur 4 , men for PO7



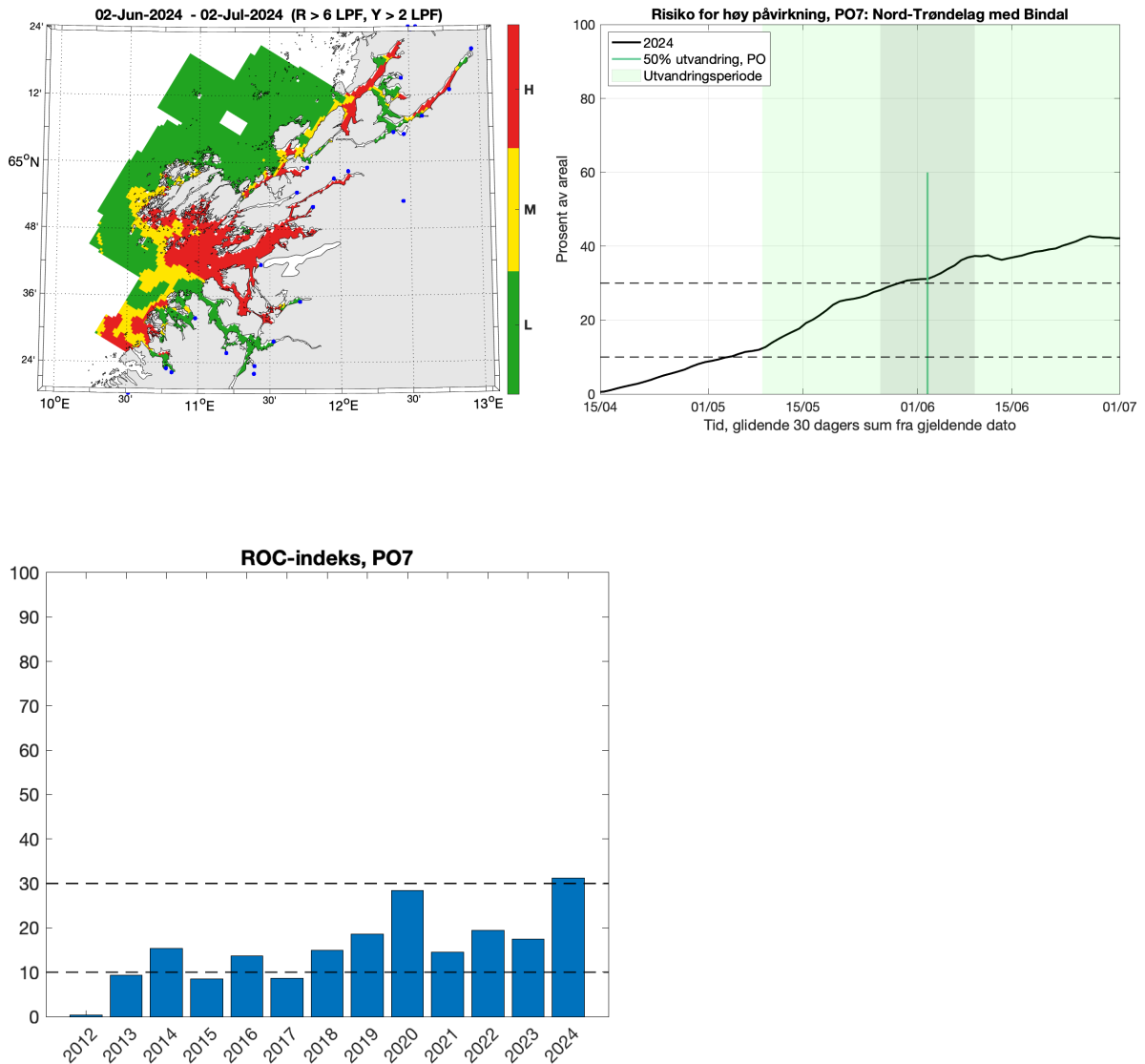
Figur 29 . Samme som Figur 5 , men for PO7.

3.7.1 - ROC-analyse

Antatt midtpunkt for utvandring fra hele produksjonsområdet er estimert til 2. juni (gjennomsnitt av de 22 elvene i produksjonsområdet). Det kalibrerte smittepresset er moderat til høyt sør for Vikna og i de indre strøk nord for Vikna i 2024. Indeksen for risiko for høy påvirkning er høy (31 %, som betyr at i 31 % 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). Området med høyt smittepress var nord for Vikna i 2023. Indeksen varierer rundt midtpunktet for utvandring (28 – 37 %), men er høy i mesteparten av to-ukersperioden rundt antatt midtpunkt for utvandring. Usikkerheten anses for å være middels fordi indeksen skifter kategori i løpet av to-ukersperioden, men holder seg høy i mesteparten av perioden. ROC-indeksen er betydelig høyere enn i 2023 (Figur 30).

Konklusjon, ROC: Høy

Usikkerhet, ROC: Middels



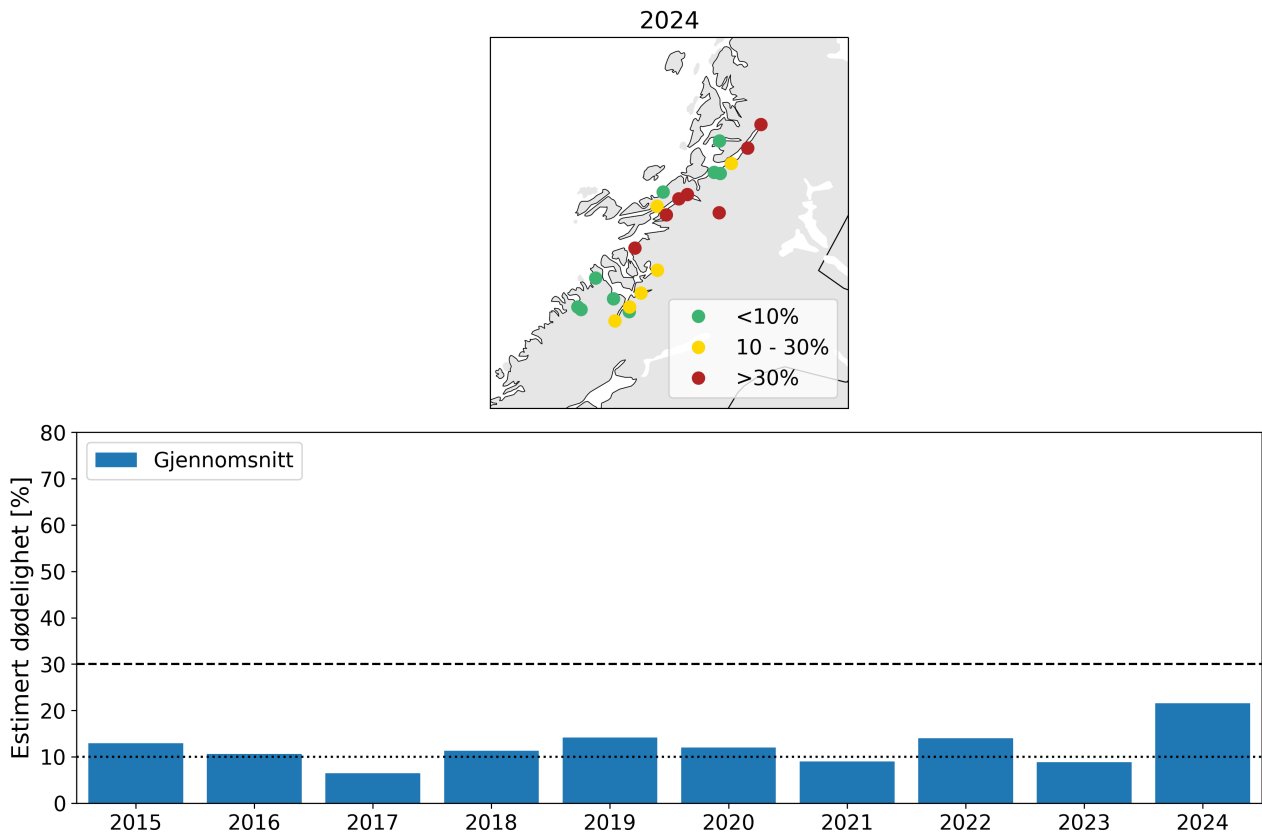
Figur 30 . Samme som Figur 10 , men for PO7.

3.7.2 - Virtuell postsmolt

Produksjonsområde 7 er vurdert til å ha moderat dødelighet som følge av lakselus i 2024. Den estimerte dødeligheten har stor variabilitet mellom elvene, da 27 % av elvene har samme kategorisering som for hele produksjonsområdet i 2024 (Figur 31 , Tabell 9). Gjennomsnittlige verdier i tidsrommet 2015 - 2024 viser at den estimerte dødeligheten er kategorisert som moderat 7 av 10 år. Den estimerte dødeligheten for hele området blir kategorisert som moderat også for tidlig og sen utvandrende fisk samt for fisk med høyere og lavere toleranse for lakselus. Usikkerheten til kategoriseringen i PO7 er derfor vurdert som liten i 2024.

Konklusjon, VPS: Moderat

Usikkerhet, VPS: Liten



Figur 31 . Samme som Figur 7 , men for PO7.

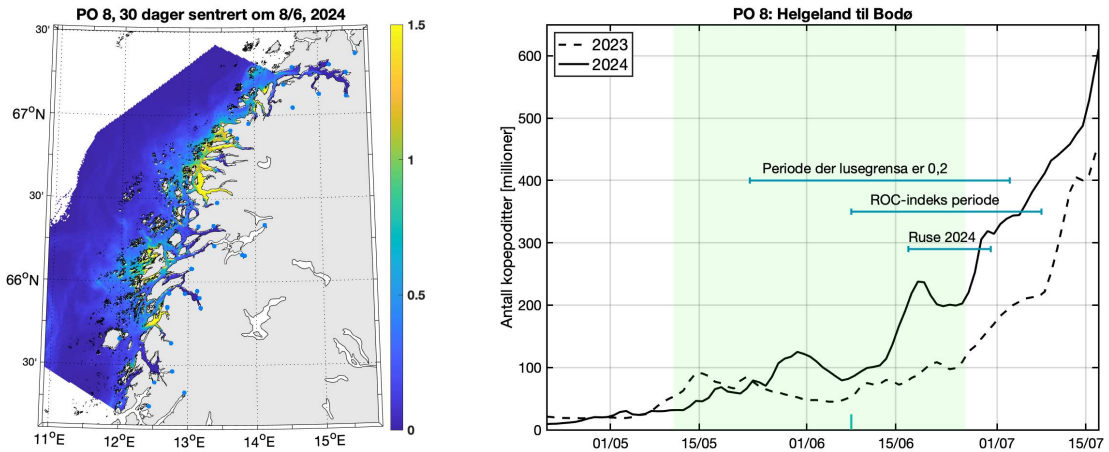
Tabell 9 . Samme som Tabell 3 , men for PO7.

Elv	Elvenr.	Normal	Tidlig	Sen	Høy	Lav
Skjellåa	137.4Z	8.2	5.1	17.8	3.7	14.4
Storelva Jøssund	137.5Z	8.5	5.4	18.2	3.9	14.8
Sitterelva	137.72Z	4.7	2.6	9.6	1.6	9.9
Oksdøla	138.3Z	5.3	3	12.1	2	10.7
Aursunda	138.5Z	10	4.8	15.9	5	16.8
Bogna	138.6Z	10.1	4.9	16	5.2	17
Årgård	138.Z	10.3	4.8	16	5.3	17.1
Namsen	139.Z	18.5	13.2	21.9	10.6	27.4
Vetthuselva	140.3Z	29.2	17.2	43.7	20.3	38.1
Salvassdraget	140.Z	50.8	44	57.8	39.8	59.6
Kvistelva	141.4Z	41.9	28.2	53.9	31.6	51.1
Kongsmo	142.3Z	55.8	44.3	66.4	45.4	63.8
Sjøstadelva	142.6Z	47.7	34.1	59.2	37	56.6
Nordmarkselva -Åforelva	142.71Z	46.2	32.5	57.4	35.4	55.2

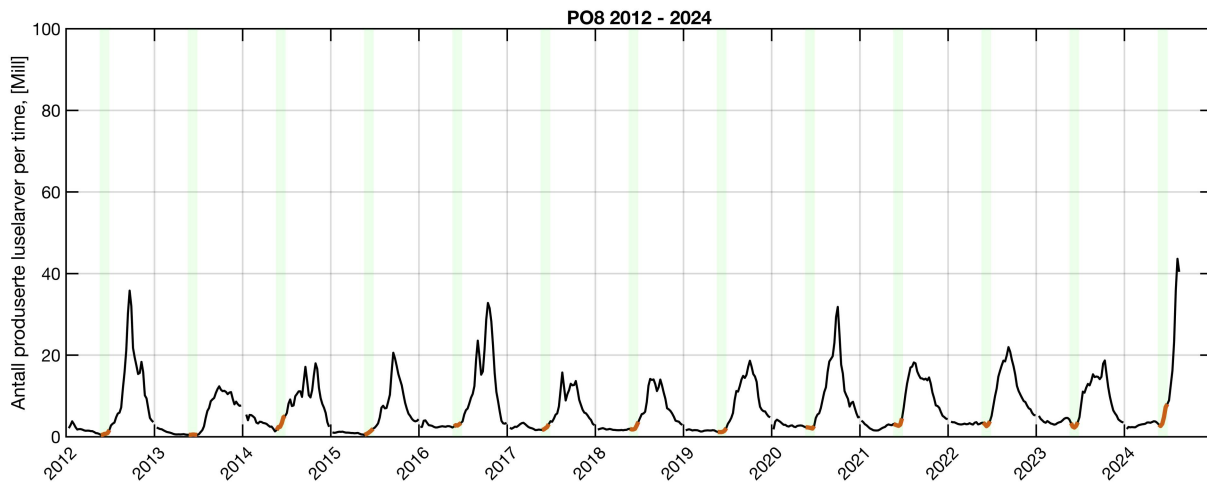
Horvelva	143.532Z	10.7	6.1	16.3	5.1	18.3
Storelva	143.7Z	3	1.7	5.3	0.8	7.4
Terråkelva	144.4Z	9.6	8.5	15.4	3.5	18
Urvollelva	144.5Z	15.2	14.2	21.4	7.2	24.8
Bogelva	144.61Z	33.6	30.3	38.6	22.3	44.1
StorelvTosb	144.7Z	37.1	32.3	41.8	25.6	47.4
Åbjøra	144.Z	9.9	8.9	15.7	3.7	18.4
Eide	145.2Z	7.1	6.1	12.4	2.3	14.4
Gjennomsnitt for PO7		21.5	16.0	28.8	14.4	29.3

3.8 - Produksjonsområde 8: Helgeland til Bodø

Konsentrasjonen av smittsomme lakselus (kopepoditter) var generelt lavt til moderat i 2024, men med enkelte lokale områder med høye konsentrasjoner som i Melfjorden og Værangfjorden (Figur 32). Totalt i området var mengden kopepoditter i 2024 økende fra midten av juni og utover sommeren med betydelig høyere verdier enn i 2023 (Figur 32). Nauplii-produksjonen økte mer enn tidligere år både gjennom og etter utvandningsperioden (Figur 33), med betydelig høyere verdier enn normalt på slutten av sommeren og skyldes til dels høye temperaturer (Sandvik 2024).



Figur 32 . Som Figur 4 , men for PO8.



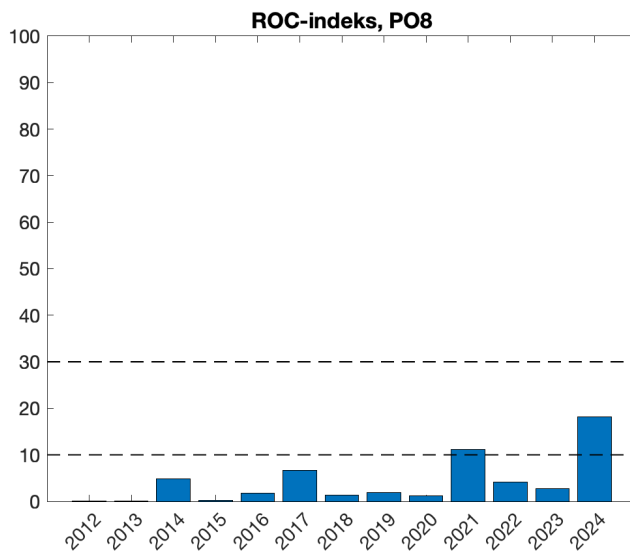
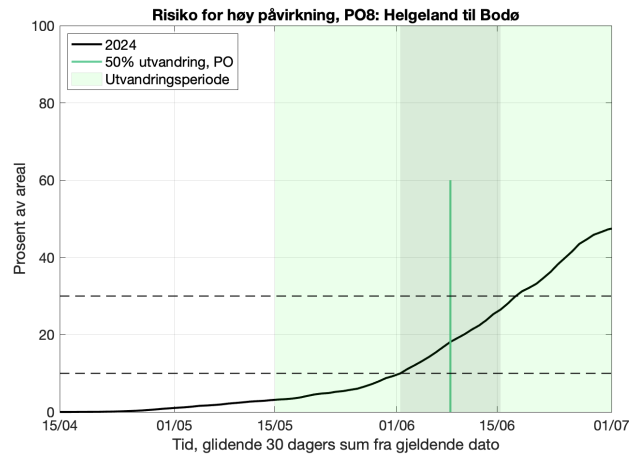
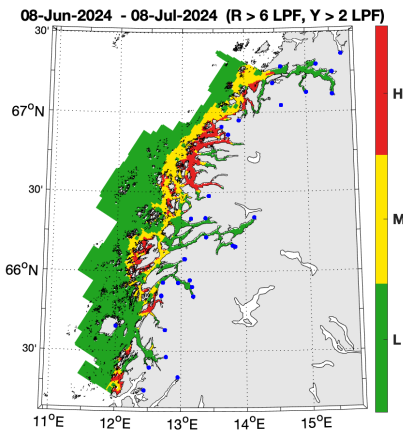
Figur 33 . Samme som Figur 5 , men for PO8.

3.8.1 - ROC-analyse

Antatt midtpunkt for utvandring fra hele produksjonsområdet er estimert til 8. juni (gjennomsnitt av de 30 elvene i produksjonsområdet). Det kalibrerte smittepresset er moderat til høyt i ytre strøk av området i 2024, mens indre strøk har lavt smittepress (Figur 34). Laksesmolten som vandret ut, vil trolig ha blitt påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Indeksen for risiko for høy påvirkning er moderat (18 %, som betyr at i 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 mye rundt midtpunktet for utvandring (10 – 26 %), men holder seg i kategorien moderat. ROC-indeksen for midtpunktet for smoltutvandringen er betydelig høyere enn i (Figur 34).

Konklusjon, ROC: Moderat

Usikkerhet, ROC: Liten



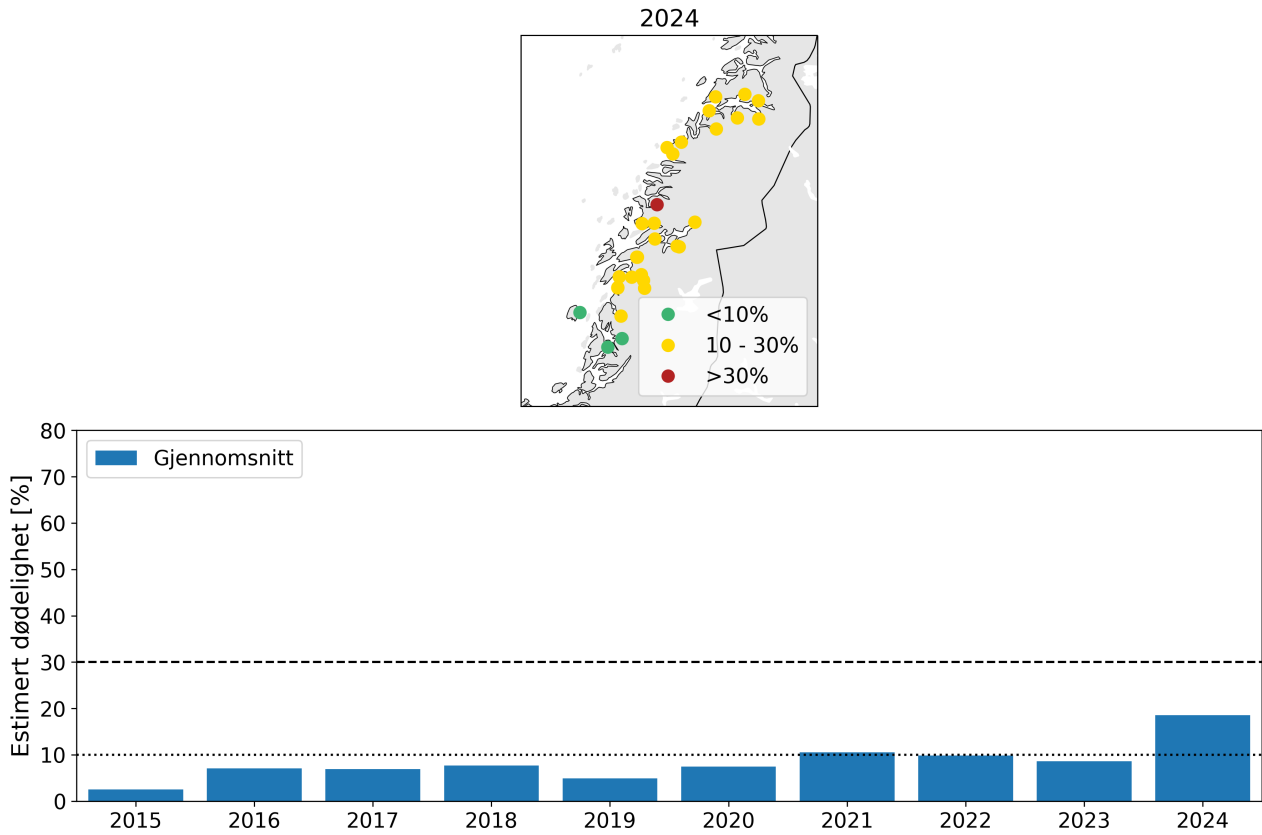
Figur 34 . Samme som Figur 10 , men for PO8.

3.8.2 - Virtuell postsmolt

Produksjonsområde 8 er vurdert til å ha moderat dødelighet som følge av lakselus i 2024. Den estimerte dødeligheten har liten variabilitet mellom elvene, da 87 % av elvene har samme kategorisering som for hele produksjonsområdet i 2024 (Figur 35 , Tabell 10). Gjennomsnittlige verdier i tidsrommet 2015 - 2024 viser at den estimerte dødeligheten er kategorisert som lav i alle år, utenom i 2021 og i år, men er økende. Den estimerte dødeligheten for hele området blir kategorisert som moderat for tidlig og sent utvandrende fisk, samt for fisk med høyere og lavere toleranse for lakselus i 2024. Usikkerheten til kategoriseringen i PO8 er derfor vurdert som liten.

Konklusjon, VPS: Moderat

Usikkerhet, VPS: Liten



Figur 35 . Samme som Figur 7 , men for PO8.

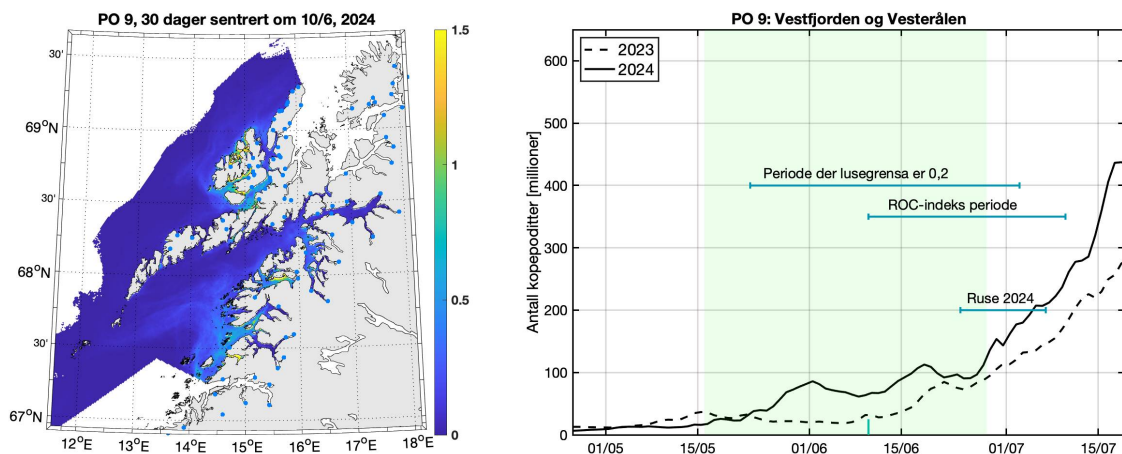
Tabell 10 . Samme som Tabell 3 , men for PO8.

Elv	Elvenr.	Normal	Tidlig	Sen	Høy	Lav
Fersetelva	147.3Z	2.3	2	3.1	0.6	5.9
Saus	148.2Z	9.2	5.2	16.5	4.1	16.6
Lomselva	148.Z	9.1	5.1	16.6	4	16.4
Lakselva	149.2Z	14.4	13.1	18	6.4	24
Hestdalselva	149.61Z	27	20.2	31.7	16	37.8
Halsaelva	149.6Z	26	19.4	30.6	15.1	36.7
Storelva	149.8Z	19.6	13.3	25.1	10.5	29.6
Hundåla	151.1Z	20.3	13.6	27.1	11.4	30.1
Vefsna	151.Z	25.8	19.4	33.1	16	35.8
Drevja	152.2Z	25.2	18.8	32	15.4	35.2
Fusta	152.Z	20.6	13.9	27.4	11.7	30.4
Leirelva	153.22Z	18.8	13.3	25.8	10	28.6

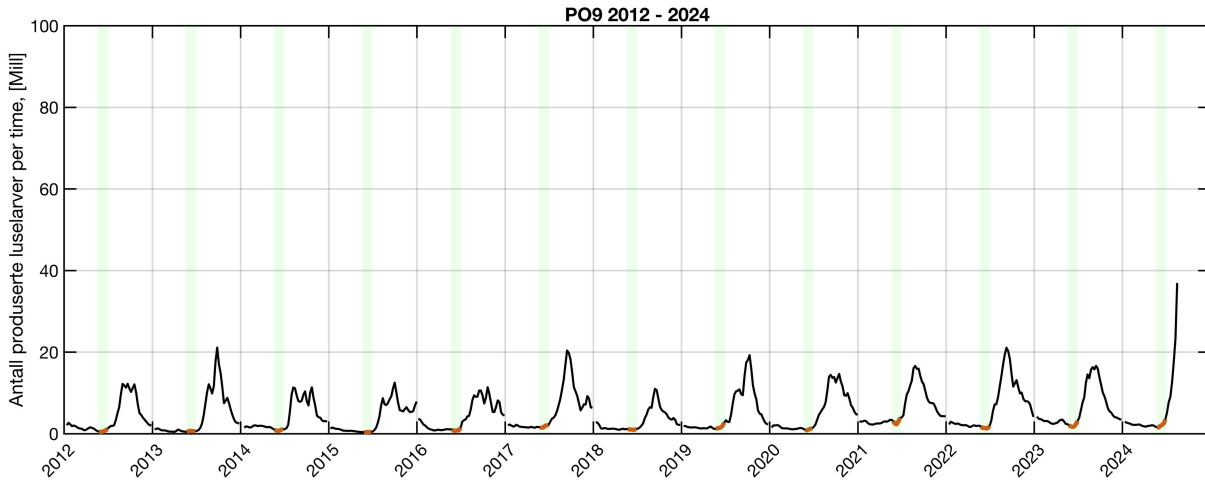
Stillelva -Ranelva	153.3Z	18.5	13.1	25.5	9.8	28.3
Bardalselva	153.6Z	17.3	12	24.1	9.4	26.4
Bjerka til Stupfossen	155.4Z	19.1	14.3	26.3	10.9	28.3
Røssåga	155.Z	23.9	17.2	30.6	14.6	33.6
Rana	156.Z	25	17.8	31.8	15.5	34.8
Florstrandvatnvassdraget	157.42Z	16.7	10.8	23.6	9	25.7
Elv fra Silavatnet	157.52Z	16.4	10.3	22.9	8.8	25.4
Gjerval	159.21Z	32.9	24.9	37.8	21.5	43.4
Spilder	160.41Z	19.4	12.5	25.4	10.3	29.5
Reipåga	160.43Z	14.9	9.4	20.5	7	24.3
Elv fra laksådalsvatnet	160.71Z	13.6	7.3	22.5	6.9	21.9
Beiar	161.Z	20.8	12.5	27.8	12.5	29.9
Valnesforsen	162.1Z	10.6	6.2	17.3	4.8	18.4
Lakselva	162.7Z	17	9.2	22.4	9.5	25.8
Saltdal	163.Z	21.7	15.9	27.7	12.9	31.1
Lakselv Valn	164.3Z	16.4	8.9	21.9	8.9	25.2
Sulitjelmavassdraget	164.Z	21.4	15.3	27	12.8	30.8
Breidelva -Futelva	165.2Z	12.9	6.8	19.8	6.3	21.2
Gjennomsnitt for PO8		18.6	12.7	24.7	10.4	27.7

3.9 - Produksjonsområde 9: Vestfjorden og Vesterålen

Det var generelt lave konsentrasjoner av smittsomme lakselus (kopepoditter) i hele området i 2024, med unntak av noen lokale områder med forhøyede konsentrasjoner (Figur 36). Nauplii-produksjonen økte mer enn tidligere år etter utvandningsperioden , med betydelig høyere verdier enn normalt på slutten av sommeren (Figur 37) og skyldes til dels høye temperaturer kombinert med høyere produksjonsnivå av oppdrettsfisk i PO9 i 2024 (Sandvik 2024).



Figur 36 . Som Figur 4 , men for PO9.



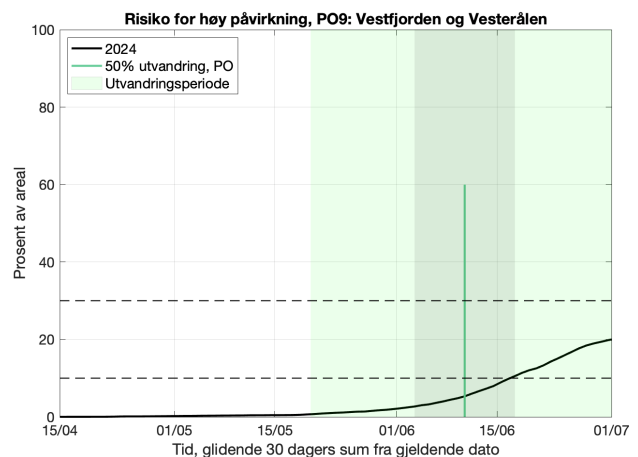
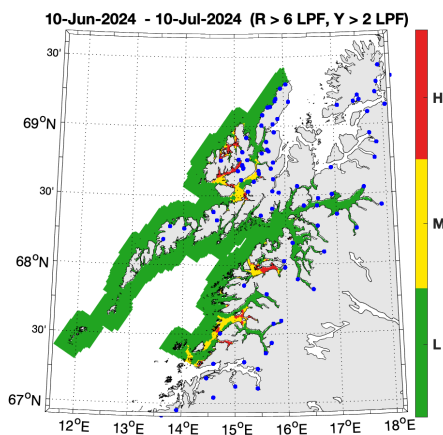
Figur 37 . Samme som Figur 5 , men for PO9.

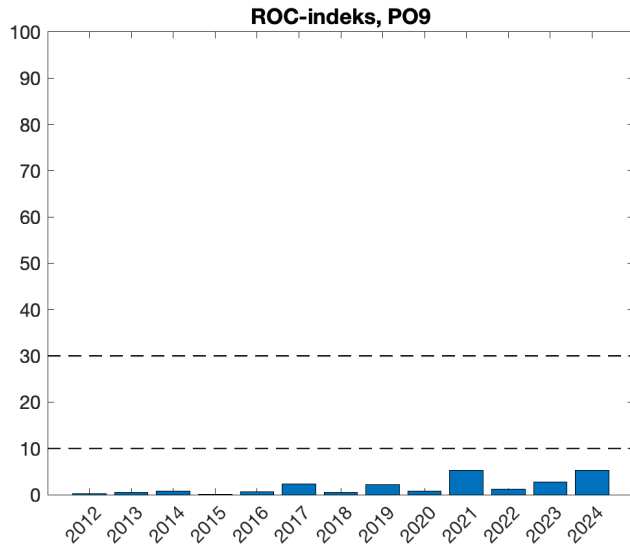
3.9.1 - ROC-analyse

Antatt midtpunkt for utvandring fra hele produksjonsområdet er estimert til 13. juni (gjennomsnitt av de 58 elvene i produksjonsområdet). Det kalibrerte smittepresset er lavt i det meste av området i 2024, men med enkelte områder med høyt smittepress. Laksesmoltene som vandret ut ble trolig påvirket i liten grad av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Indeksen for risiko for høy påvirkning er lav (5 %, som betyr at i 5 % 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 fra 3 % til 11 % rundt midtpunktet for utvandring, og stiger til moderat ved slutten av to-ukersperioden rundt antatt midtpunkt for utvandring (Figur 38), og usikkerheten anses derfor som middels. Det bemerkes at indeksen er noe høyere i 2024 enn i 2023, og at noen områder har høyt smittepress.

Konklusjon, ROC: Lav

Usikkerhet, ROC: Middels





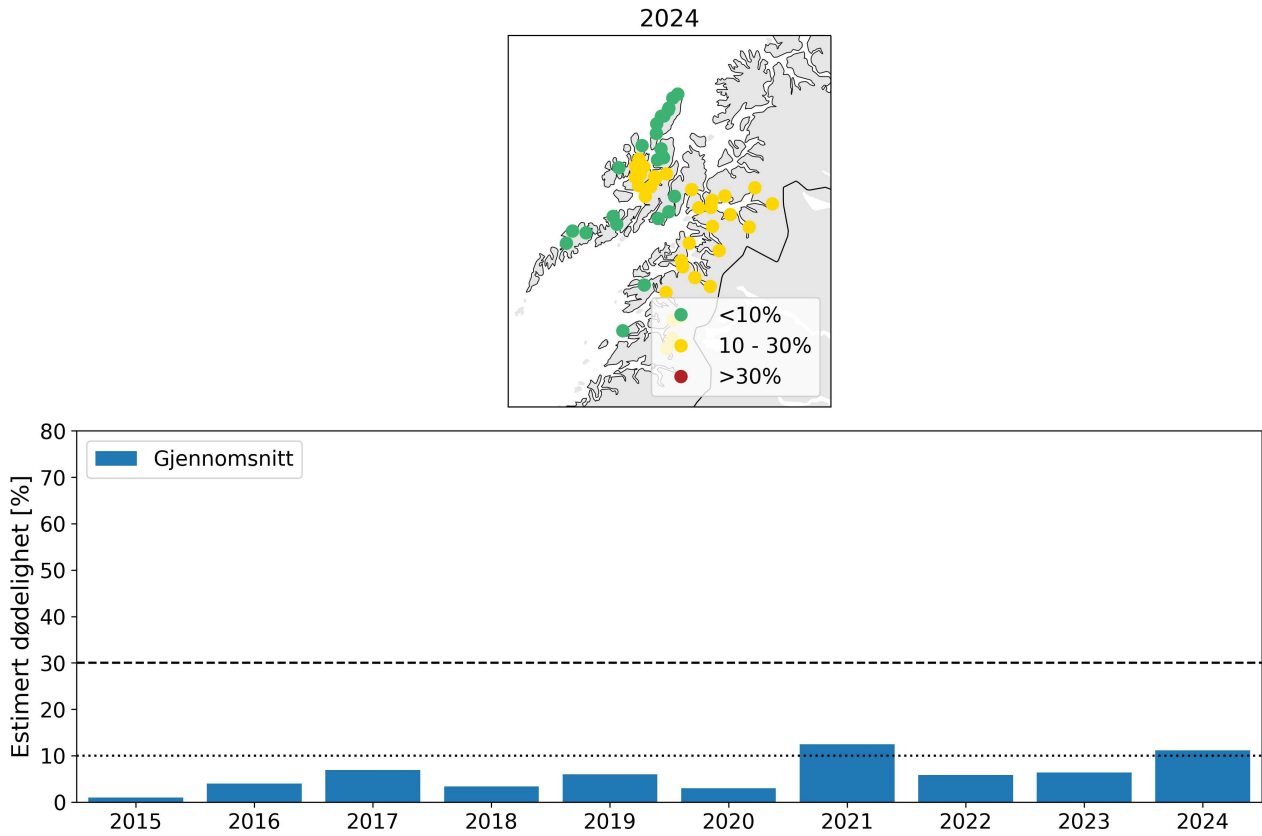
Figur 38 . Samme som Figur 10 , men for PO9.

3.9.2 - Virtuell postsmolt

Produksjonsområde 9 er vurdert til å ha moderat dødelighet som følge av lakselus (Figur 39). Den estimerte dødeligheten har stor variabilitet mellom elvene, da 59 % av elvene har samme kategorisering som for hele produksjonsområdet i 2024 (Tabell 11). Gjennomsnittlige verdier i tidsrommet 2015 - 2024 viser at den estimerte dødeligheten er kategorisert som lav i 8 av 10 år. Den estimerte dødeligheten for hele området blir kategorisert som lav for tidlig utvandrende fisk samt for fisk med høyere toleranse for lakselus. Fisk med sen utvandring og fisk med lavere toleranse for lakselus blir kategorisert som moderat dødelighet i 2024. Usikkerheten til kategoriseringen i PO9 er derfor vurdert som stor i 2024.

Konklusjon, VPS: Moderat

Usikkerhet, VPS: Stor



Figur 39 . Samme som Figur 7 , men for PO9.

Tabell 11 . Samme som Tabell 3 , men for PO9.

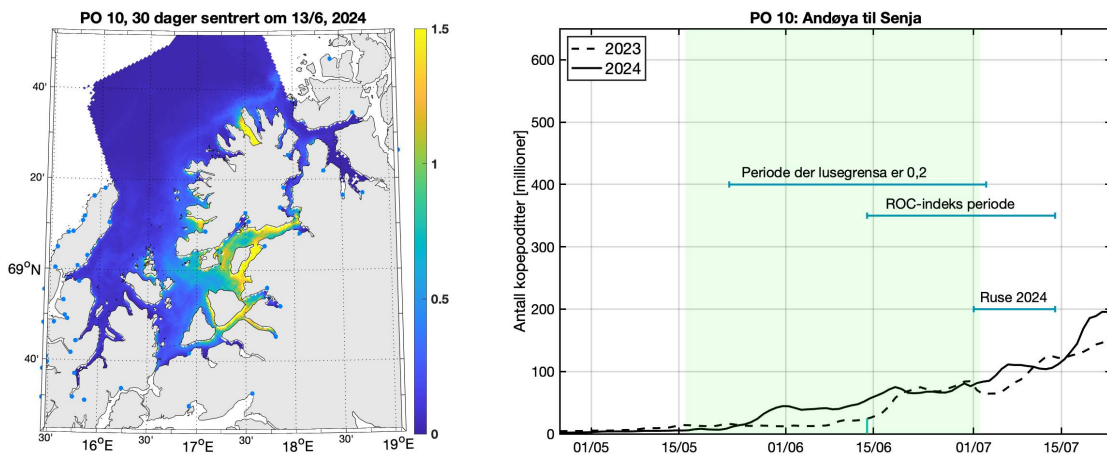
Elv	Elvenr.	Normal	Tidlig	Sen	Høy	Lav
Fjære	165.7Z	6.5	5	10.2	2.1	13.4
Lakselva (Valjord)	166.3Z	15	10.2	21.4	7.1	24.5
Laksåga	166.5Z	14.9	10.1	21.2	7	24.4
Bonnåga	167.3Z	14.8	10.1	21.1	7	24.3
Kobbelv	167.Z	15.3	10.4	21.8	7.3	24.8
Hop	168.6Z	17.9	11.6	23.8	9.4	27.7
Skjelvereidelva	169.5Z	7.4	4.2	11.2	2.6	14.6
Storvasselva	170.3Z	18.6	11	27.7	10	28.3
Varpa	170.5Z	18.2	10.7	27.2	9.7	27.9
Forsåelva	171.1Z	14.8	9.4	18.8	7	24.3
Heiddejåkka	171.2Z	19.7	12.8	23.8	10.4	29.9
Austerdalselva	171.8Z	17.3	11	20.9	8.7	27.2
Hellemovassdraget	171.Z	20.2	13.6	24.5	10.8	30.5
Forså	172.Z	13.5	8	17.4	6.4	22.5
Kjeldelva	173.1Z	14	8.3	17.7	6.7	23

Råna	173.3Z	15.7	9.7	19	7.7	25.2
Skjoma	173.Z	16.7	11.1	19.7	8.4	26.4
Rombakselva	174.3Z	16.9	11.5	19.7	8.4	26.6
Elvegård	174.5Z	17.1	11.5	20	8.6	26.9
Laksåga	175.3Z	15.9	9.8	19.1	7.9	25.3
Tårstad	175.4Z	14.3	8.5	17.8	6.9	23.4
Storelva -Myklebostadvassdraget	176.2Z	12.8	7.6	16.8	5.9	21.5
Kongsvikelva	177.6Z	13.8	8.8	17.9	6.4	22.9
Sneis	177.73Z	8.6	5	12.7	3.5	16.1
Heggedal	177.7Z	8.9	5.1	12.8	3.7	16.4
Teinelva	177.81Z	4.5	2.7	7.3	1.3	10
Kaljordelva	178.3Z	14.9	9.9	19.4	6.8	24.7
Blokkelva	178.43Z	15	9.5	19.7	6.9	24.6
Kjerringnes	178.51Z	15.6	9.6	20.8	7.5	25.2
Osvoll	178.52Z	14.9	9.1	20	7.1	24.3
Sørdalselva	178.54Z	14.3	8.3	20	6.9	23.2
Rogsøy	178.62Z	6.6	3.6	10.5	2.2	13.5
Forfjord	178.63Z	6.8	3.6	10.7	2.3	13.6
Gårdselva	178.6Z	6.8	3.7	10.8	2.3	13.7
Buksnes	178.7Z	6.2	3.4	10.2	2	12.9
Lakselva	179.332Z	2.5	2.2	3.5	0.5	6.8
Grunnførfjordelva	179.73Z	0.9	0.8	1.2	0.2	3.2
Heloselva	180.11Z	0.5	0.5	0.8	0.1	2.3
Elv fra Farstadvatnet	180.4Z	0.7	0.6	1.3	0.1	3.1
Borgelva	180.6Z	0.3	0.3	0.3	0	1.8
Alsvåg	185.1Z	5.1	2.7	7.6	1.5	11.1
Vikelva	185.2Z	11.4	7	16.3	5	19.7
Gryttingselva	185.3Z	14.3	9.9	18.8	6.4	23.9
Trollvasselva	185.43Z	17.3	11.1	25.5	8.6	27.3
Lahaugelva	185.441Z	19.6	12	28.4	10.4	29.7
Oshaugelva	185.44Z	20	12.2	28.9	10.8	30.1
Holmstadelva	185.4Z	19.9	12.1	28.8	10.7	30
Slåtteeelva	185.52Z	20.3	12.2	29.3	11.1	30.4
Ryggedalselva	185.7Z	9.4	8.1	13.1	4.1	16.8
Tuvenelva	185.9Z	14.2	8.4	17.8	7	23
Kobbedalselva	186.3Z	6.1	3.6	10.2	2	12.6
Storelva -Nøssvassdraget	186.42Z	1.9	0.8	3	0.4	5.3

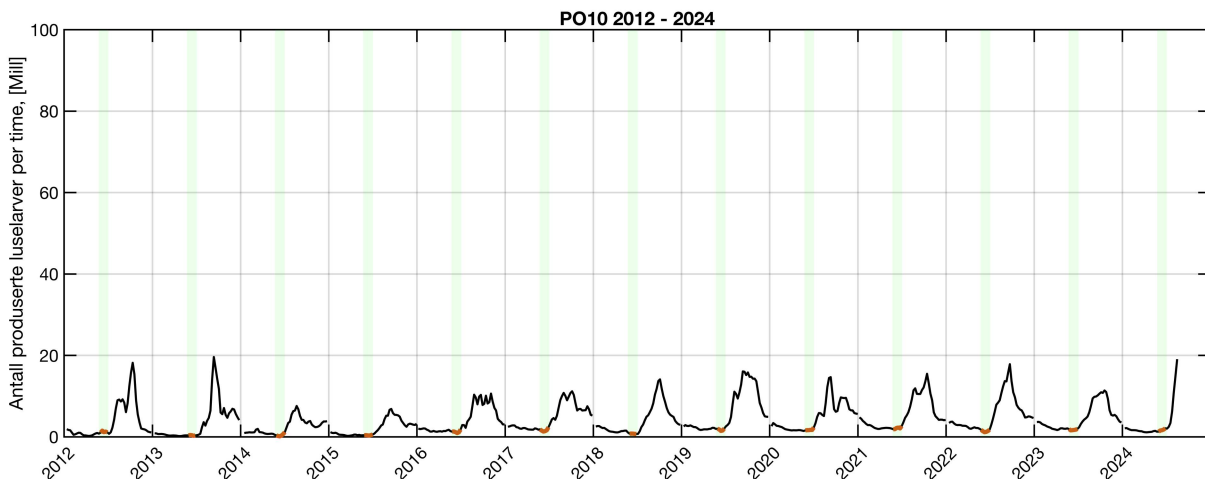
Melaelva	186.51Z	1.1	0.5	1.9	0.2	3.6
Steinvasselva	186.52Z	1.1	0.5	1.9	0.2	3.6
Skogvollelva	186.53Z	0.9	0.3	1.5	0.1	3.1
Stavaelva	186.61Z	0.8	0.3	1.5	0.1	3
Elv fra Storvatnet -Bleikvassdraget	186.62Z	0.5	0.2	1.2	0.1	2.2
Tofteelva	186.63Z	1.3	0.6	2.4	0.2	4
Gjennomsnitt for PO9		11.1	7.0	15.2	5.3	18.6

3.10 - Produksjonsområde 10: Andøya til Senja

Stort sett lave til moderate konsentrasjoner av smittsomme lakselus (kopepoditter) i 2024 med unntak av områder med høye konsentrasjoner sør for, og rundt Senja (Figur 40). Nauplii-produksjonen økte mer enn tidligere år etter utvandringstiden og skyldes til dels høyere temperaturer enn normalt (Vedlegg II: *Fysisk oseanografiske forhold i produksjonsområdene for akvakultur*, Figur 41 og Sandvik 2024).



Figur 40 . Som Figur 4 , men for PO10.



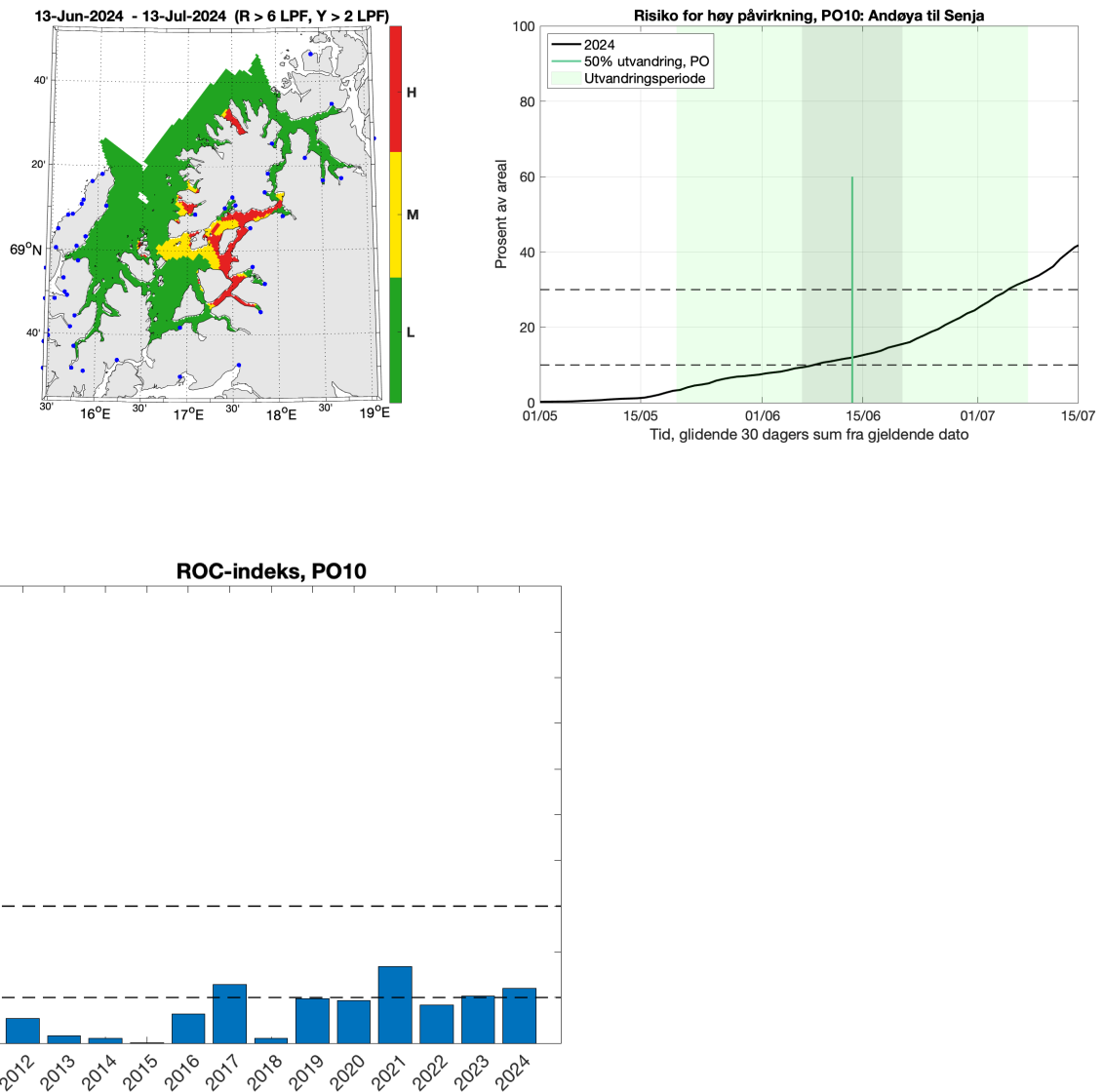
Figur 41 . Samme som Figur 4 , men for PO10.

3.10.1 - ROC-analyse

Antatt midtpunkt for utvandring fra hele produksjonsområdet er estimert til 13. juni (gjennomsnitt av de 24 elvene i produksjonsområdet). Det kalibrerte smittepresset er moderat til høyt i midtre deler av området, og laksesmolten som vandret ut ble trolig påvirket av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene, spesielt rett sør for Senja. Indeksen for risiko for høy påvirkning er moderat (12 %, som betyr at i 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 rundt midtpunktet for utvandring (9 – 16 % over to uker), og skifter fra lav til moderat i begynnelsen av to-ukersperioden rundt antatt midtpunkt for utvandring (Figur 42), og usikkerheten anses derfor som middels.

Konklusjon, ROC: Moderat

Usikkerhet, ROC: Middels



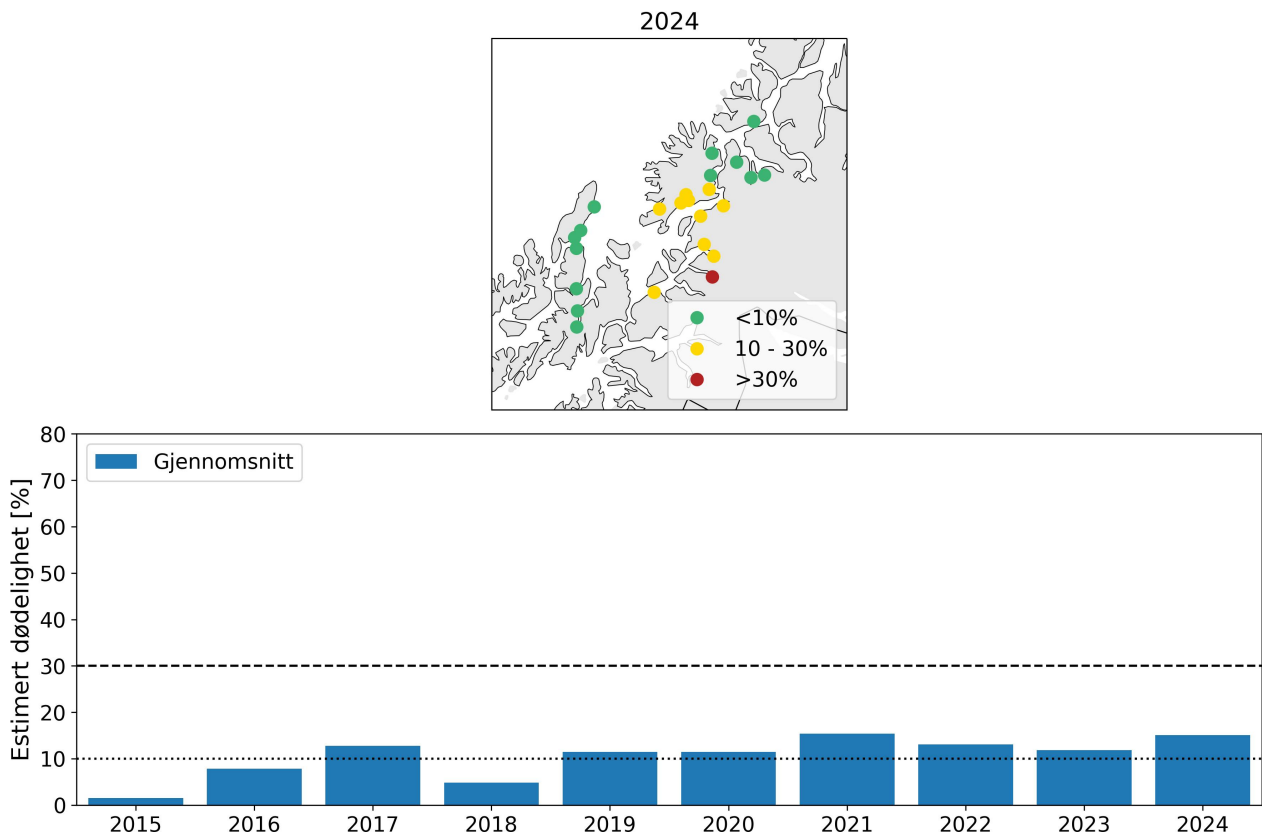
Figur 42 . Samme som Figur 10 , men for PO10.

3.10.2 - Virtuell postsmolt

Produksjonsområde 10 er vurdert til å ha moderat dødelighet som følge av lakselus i 2024 (Figur 43). Den estimerte dødeligheten har stor variabilitet mellom elvene, da 42 % elvene har samme kategorisering som for hele produksjonsområdet i 2024 (Tabell 12). Gjennomsnittlige verdier i tidsrommet 2015 - 2024 viser at den estimerte dødeligheten er kategorisert som moderat dødelighet i 7 av 10 år, ellers med lav dødelighet. Den estimerte dødeligheten for hele området blir kategorisert som lav for fisk med høy toleranse for lakselus i 2024. Den estimerte dødeligheten for fisk med sen og tidlig utvandring og lav toleranse for lakselus er kategorisert som moderat. Usikkerheten til kategoriseringen i PO10 er derfor vurdert som middels i 2024.

Konklusjon, VPS: Moderat

Usikkerhet, VPS: Middels



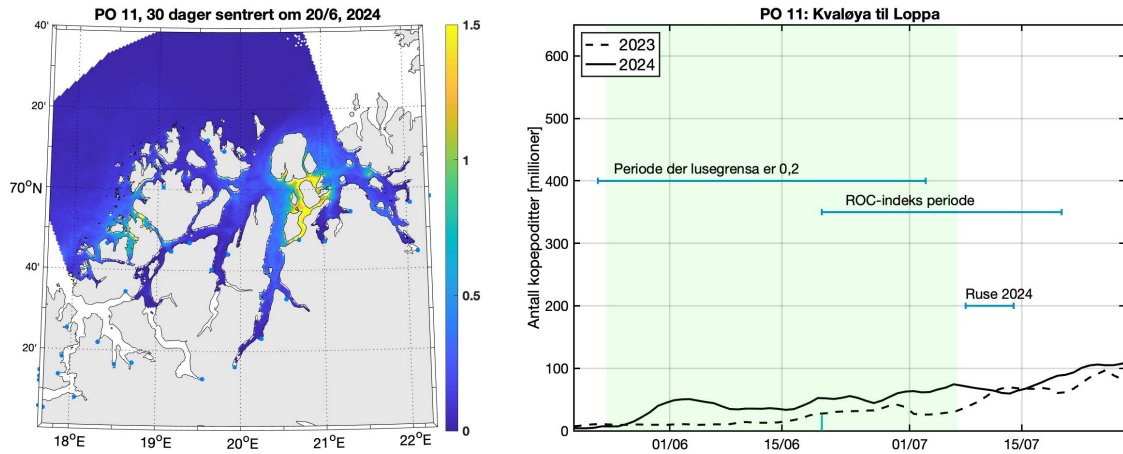
Figur 43. Samme som Figur 7, men for PO10.

Tabell 12. Samme som Tabell 3, men for PO10

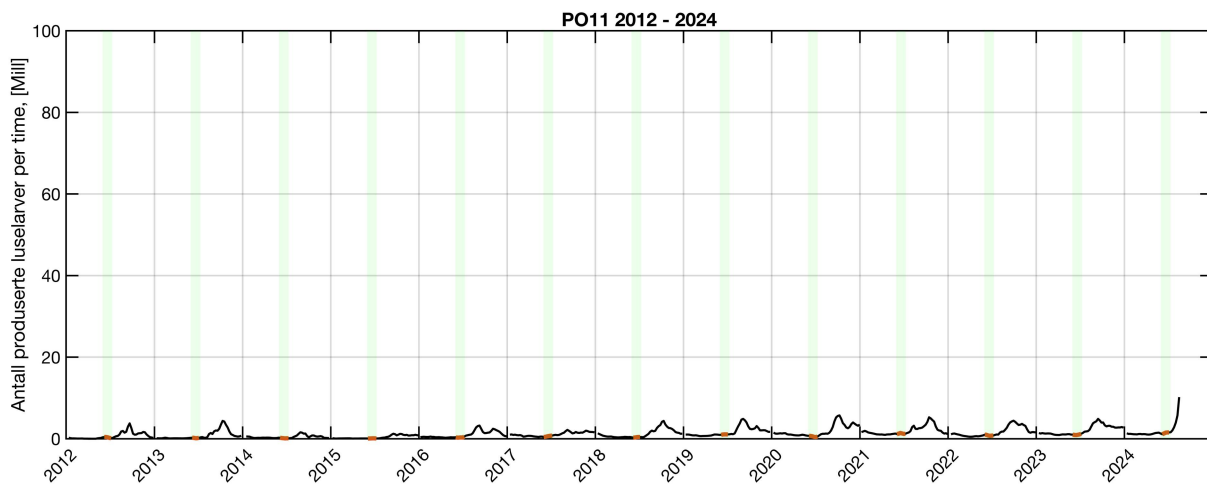
Elv	Elvenr.	Normal	Tidlig	Sen	Høy	Lav
Lakselva-Gullesfjord	177.1Z	9.5	6.1	14.7	3.7	17.6
Storelva	178.74Z	5.4	3.3	9.2	1.7	11.5
Lakselva	178.8Z	8	5.4	12.8	2.8	15.6
Langvasselva	178.9Z	9.2	6	14.4	3.5	17.2
Ramsåa	186.1Z	1.4	0.9	3.4	0.2	4.6
Åseelva	186.22Z	4.8	3	8.5	1.5	10.7
Roksdal	186.2Z	4	2.5	7.5	1.1	9.3
Renså	189.3Z	20	15.4	25.7	10.7	30.2
Spanselva	190.7Z	35.3	30	42.8	23.8	45.8
Røyrbakkelva	191.4Z	29.4	24.3	36.3	18.3	40.1
Salang	191.Z	29.9	24.8	36.8	18.6	40.6
Brøstadelva	193.3Z	29.2	24.7	37.1	18.3	39.7
Skøelv	193.Z	22	18.6	28.4	13.2	31.4
Lysbotn	194.3Z	6	4.9	8.5	1.9	12.7
Grasmyr	194.4Z	8.5	7.1	11.4	3.1	16.3
Tennelv	194.5Z	28	23.5	35.4	17.2	38.5
Vardnesvassdraget	194.61Z	28.2	23.8	35.6	17.3	38.7
Ånder	194.6Z	27	22.7	34.1	16.3	37.6
Laukhelle	194.Z	11.5	9.5	15	4.9	19.9
Bunkelva	195.1Z	12.2	7.9	17.4	5.2	21.1
Rossfjord	196.2Z	8	6.7	10.8	2.8	15.6
Lakselv Aurs	196.5Z	6.5	5	9.3	2	13.5
Målselv	196.Z	8.6	5.9	11.6	3.1	16.6
Straumselva	197.4Z	9.5	7.1	13.8	3.8	17.3
Gjennomsnitt for PO10		15.1	12.0	20.0	8.1	23.4

3.11 - Produksjonsområde 11: Kvaløya til Loppa

Generelt lave konsentrasjoner av smittsomme lakselus (kopepoditter) i hele området i 2024, men med noen lokale områder med moderat og høye konsentrasjoner (Figur 44). Nauplii-produksjonen økte etter utvandringsperioden, med betydelig høyere verdier på slutten av sommeren enn normalt og skyldes til dels høye temperaturer kombinert med høyere produksjonsnivå av oppdrettsfisk i P11 i 2024 (Figur 45 og Sandvik 2024).



Figur 44 . Som Figur 4 , men for PO11.



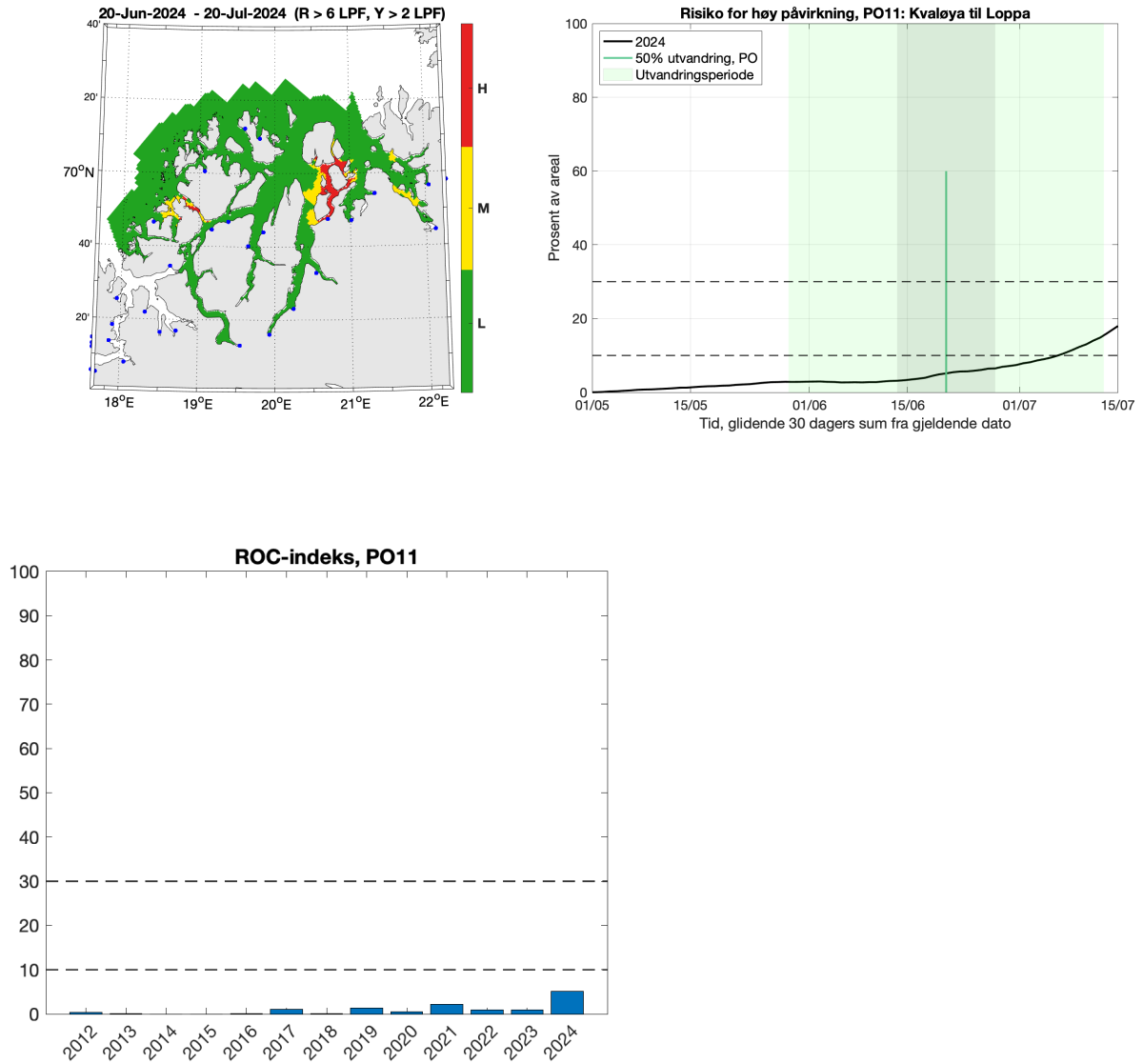
Figur 45 . Samme som Figur 5 , men for PO11.

3.11.1 - ROC-analyse

Antatt midtpunkt for utvandring fra hele produksjonsområdet er estimert til 20. juni (gjennomsnitt av de 17 elvene i produksjonsområdet). Det kalibrerte smittepresset er lavt i nesten hele området, men høyt rundt Kågen (Figur 46). Laksesmoltene som vandret ut er trolig påvirket i liten grad av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Indeksen for risiko for høy påvirkning er lav (5 %, som betyr at i 5 % 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 midtpunktet for utvandring og holder seg i kategorien lav. Det bemerkes at indeksen er høyere i 2024 enn i 2023.

Konklusjon, ROC: Lav

Usikkerhet, ROC: Liten



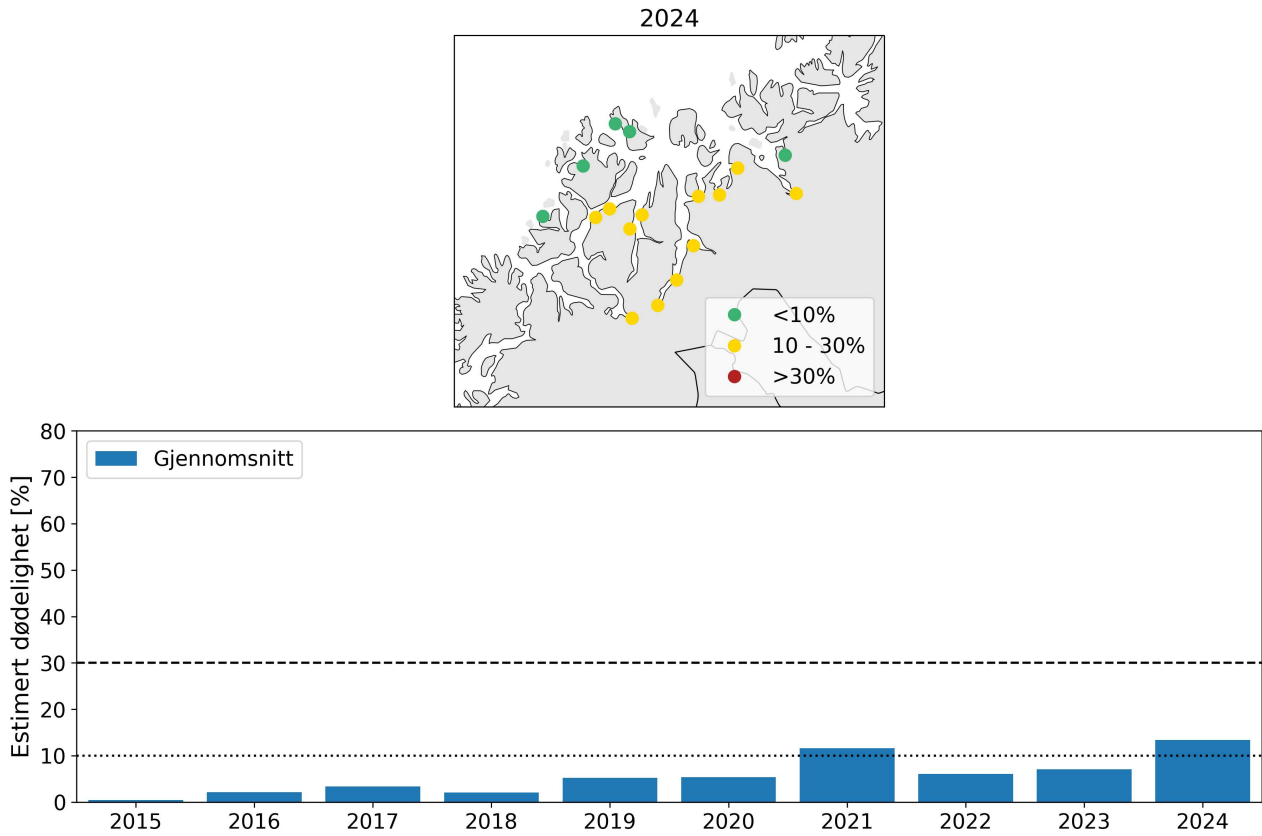
Figur 46 . Samme som Figur 10 , men for PO11.

3.11.2 - Virtuell postsmolt

Produksjonsområde 11 er vurdert til å ha moderat dødelighet som følge av lakselus. Den estimerte dødeligheten har middels variabilitet mellom elvene, da 71 % av elvene har samme kategorisering som for hele produksjonsområdet i 2024 (Figur 47 , Tabell 13). Gjennomsnittlige verdier i tidsrommet 2015 - 2024 viser at den estimerte dødeligheten er kategorisert som lav 8 av 10 år. Den estimerte dødeligheten for hele området blir kategorisert som lav for fisk med høyere toleranse for lakselus. Den estimerte dødeligheten for hele området blir kategorisert som moderat for fisk med lav toleranse for lakselus, samt for fisk med sen og tidlig utvandring. Usikkerheten til kategoriseringen i PO11 er derfor vurdert som middels.

Konklusjon, VPS: Moderat

Usikkerhet, VPS: Middels



Figur 47 . Samme som Figur 7 , men for PO11.

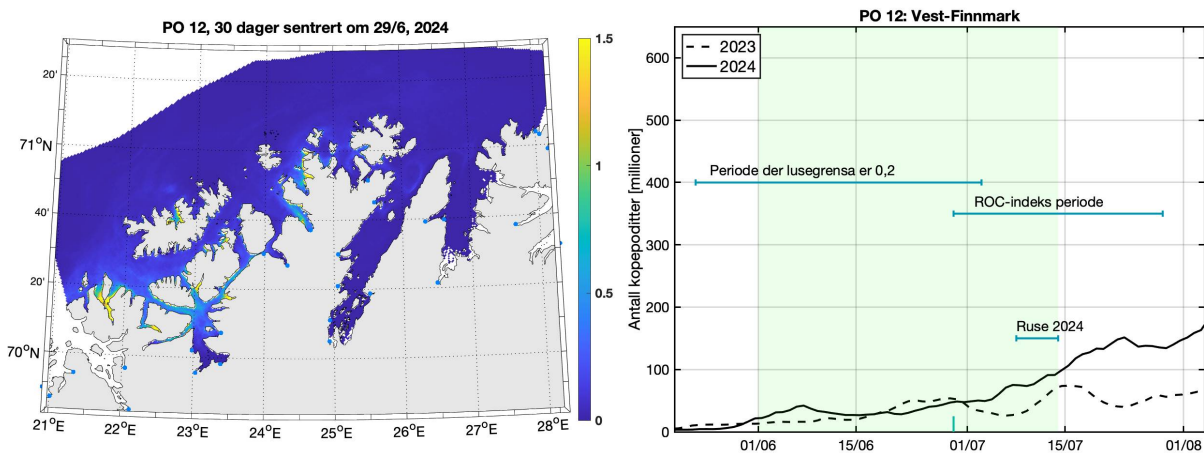
Tabell 13 . Samme som Tabell 3 , men for PO11.

Elv	Elvenr.	Normal	Tidlig	Sen	Høy	Lav
Storelva -Tromvikvassdraget	197.63Z	3.8	3.1	4.7	0.8	9.4
Nordkjøs	198.Z	13.7	9.4	18.9	6.5	22.6
Tønsvikelva	199.2Z	15.6	12.3	22	7.2	25.6
Skitenelva	199.3Z	10.1	8	15	4.2	18.1
Skogfjord	200.6Z	4.5	3.7	6.3	1.3	10.3
Skipsfjord	202.11Z	0.4	0.3	0.5	0	1.9
Vannareidelva	202.3Z	0.7	0.4	1	0.1	2.9
Brevik	203.2Z	11.1	9	15.4	5	19.2
Jægerelva	203.8Z	11.1	9.1	15.2	5	19.2
Signadalelva	204.Z	23.6	19.5	27.1	13.7	33.9
Skibotn	205.Z	22.5	18.9	26.5	12.7	32.7
Manndal	206.1Z	21.2	18.3	26.1	11.7	31.3
Rotsund	206.5Z	29.3	25.4	31.9	18.4	39.7
Oksfjord	208.4Z	18.3	16.8	19.2	9.4	28.2
Reisa	208.Z	19.8	19.6	22.3	10.6	29.8

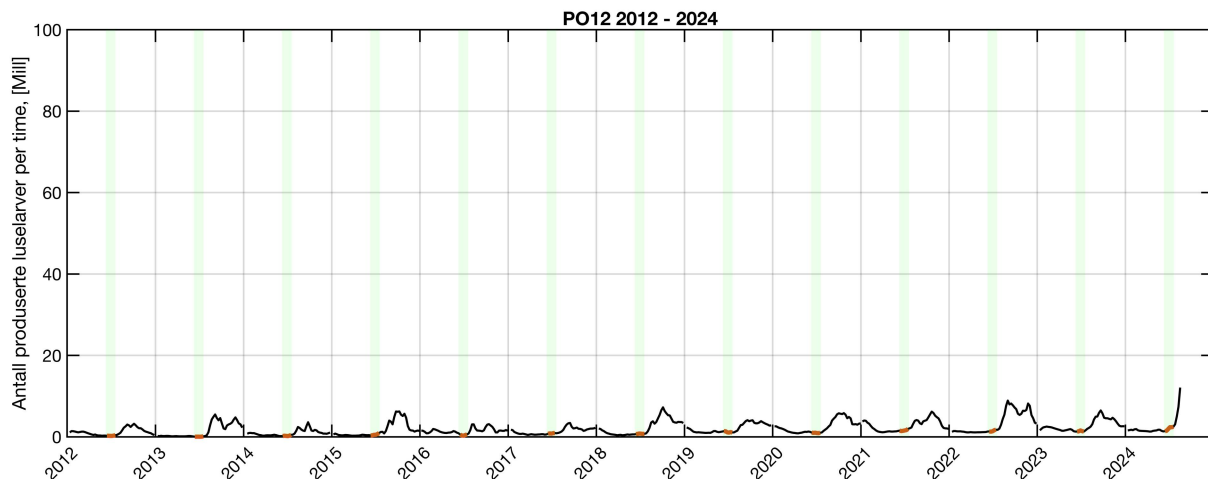
Kvænang	209.Z	12.7	10.2	17.9	5.4	21.8
Burfjord	210.Z	9.1	8.2	10.2	3.6	16.8
Gjennomsnitt for PO11		13.4	11.3	16.5	6.8	21.4

3.12 - Produksjonsområde 12: Vest-Finnmark

Generelt lave konsentrasjoner av smittsomme lakselus (kopepoditter) i 2024 i hele området, med unntak av noe forhøyede konsentrasjoner i enkelte lokale områder (Figur 48). Nauplii-produksjonen økte etter utvandningsperioden, med betydelig høyere verdier på slutten av sommeren enn normalt og skyldes til dels høye temperaturer (Figur 49 og Sandvik 2024).



Figur 48 . Som Figur 4 , men for PO12



Figur 49 . Samme som Figur 5 , men for PO12.

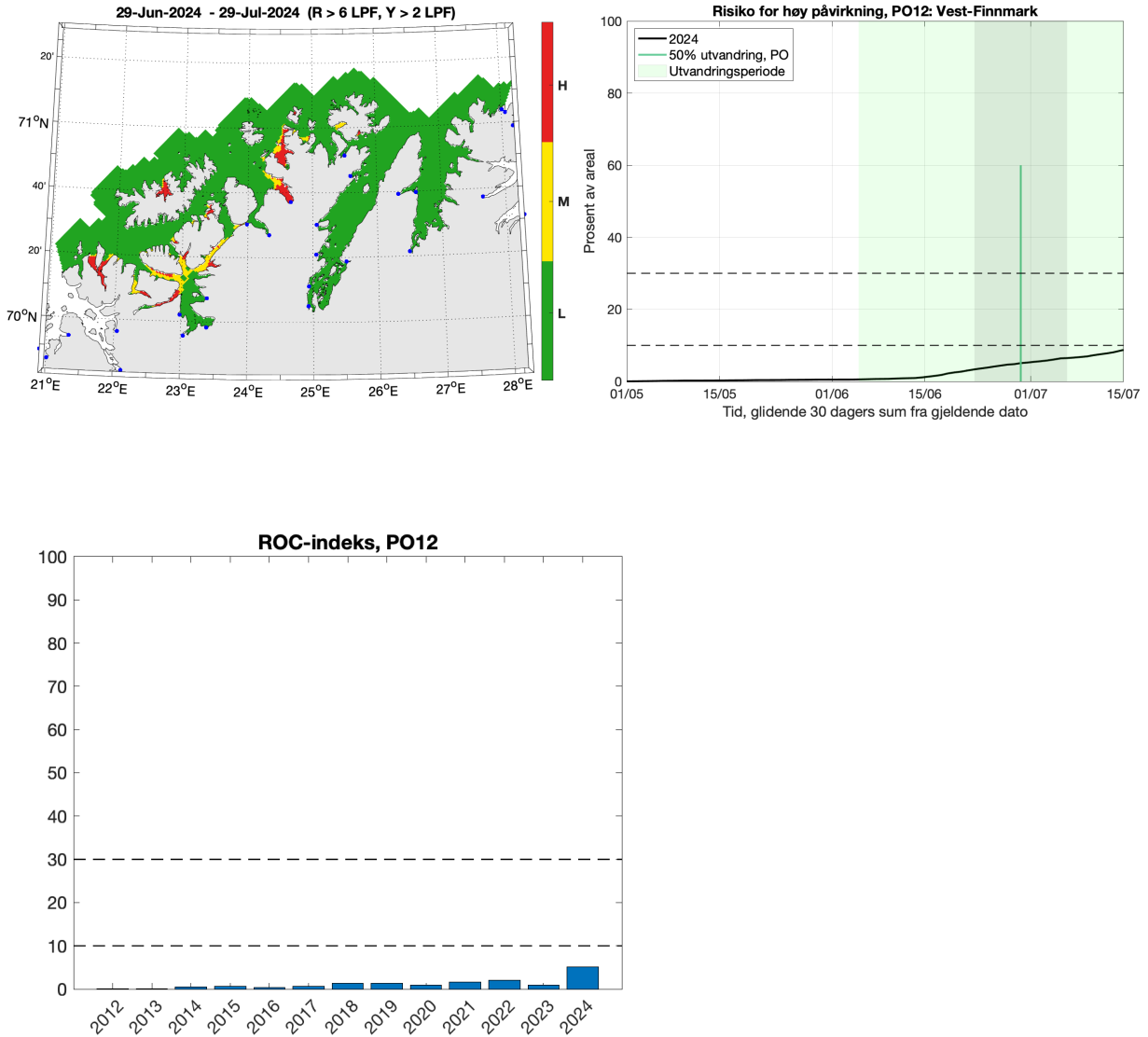
3.12.1 - ROC-analyse

Antatt midtpunkt for utvandring fra hele produksjonsområdet er estimert til 29. juni (gjennomsnitt av de 18 elvene i produksjonsområdet). Det kalibrerte smittepresset er lavt i det meste av området, med unntak av enkelte lokaliteter, og laksesmolten som vandret ut ble trolig påvirket i liten grad av luselarver med opphav i

oppdrettsanleggene. Indeksen for risiko for høy påvirkning er lav (5 %, som betyr at i 5 % 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 midtpunktet for utvandring og holder seg i kategorien lav (Figur 50). Det bemerkes at indeksten er høyere i 2024 enn i 2023.

Konklusjon, ROC: Lav

Usikkerhet, ROC: Liten



Figur 50 . Samme som Figur 10 , men for PO12.

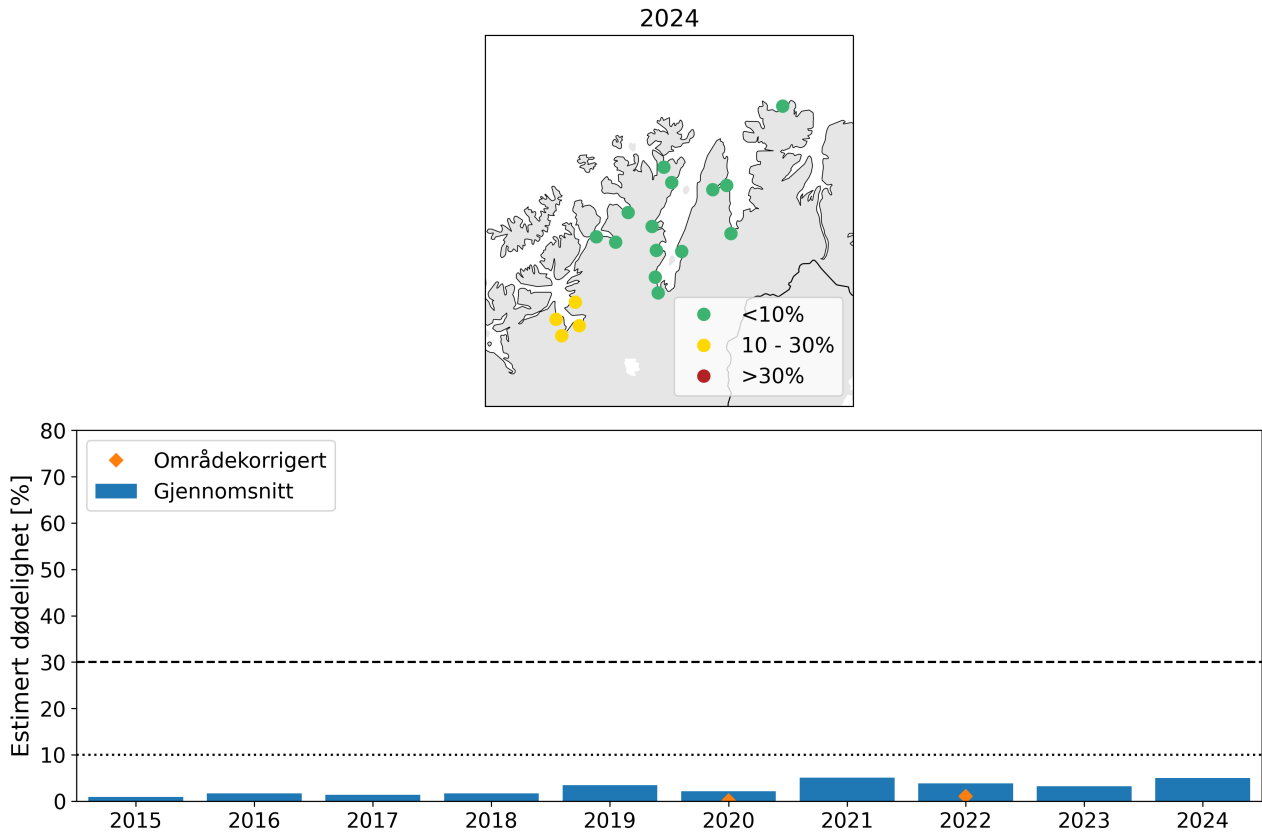
3.12.2 - Virtuell postsmolt

Produksjonsområde 12 er vurdert til å ha lav dødelighet som følge av lakselus i 2024. Det finnes ikke data for å beregne områdekorleksjon for 2024. Den estimerte dødeligheten har middels variabilitet mellom elvene, da 78 % av elvene har samme kategorisering som for hele produksjonsområdet i 2024 (Figur 51 , Tabell 14). Gjennomsnittlige verdier i tidsrommet 2015 - 2024 viser at den estimerte dødeligheten er kategorisert som lav alle år, men er økende de senere år. Den estimerte dødeligheten endrer ikke kategoriseringen uansett antatt utvandringstid eller toleranse for lakselus. Usikkerheten til kategoriseringen i PO12 er derfor vurdert som liten i

2024.

Konklusjon, VPS: Lav

Usikkerhet, VPS: Liten



Figur 51 . Samme som Figur 7 , men for PO12.

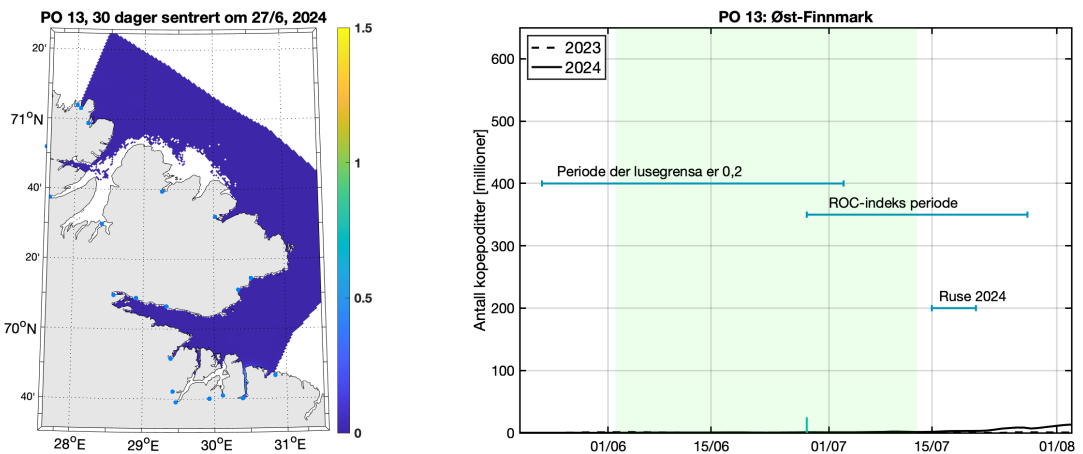
Tabell 14 . Samme som Tabell 3 , men for PO12.

Elv	Elvenr.	Normal	Tidlig	Sen	Høy	Lav
Hals	212.2Z	12.5	8.2	18.7	5.5	21.4
Mattiselva Joalusjåkka	212.4Z	13.4	8.8	19.7	6.1	22.4
Alta	212.Z	21.9	15	26.3	12	32.3
Leirbotnelv (Lakselva)	213.1Z	12.4	8.2	18.2	5.4	21.3
Kvalsundelva	213.6Z	3.6	1.9	6.8	1.1	8.4
Reppar	213.Z	5.8	2.9	8.8	2.3	11.5
Russelva	218.Z	5.5	2.6	11.5	2.1	10.9
Lafjordelva	220.8Z	1.6	1.1	3.1	0.2	5.2
Strandsjåkka	222.2Z	1.4	0.8	2.5	0.2	4.6
Smørfjordelva	222.4Z	1.6	0.9	2.5	0.3	5.1

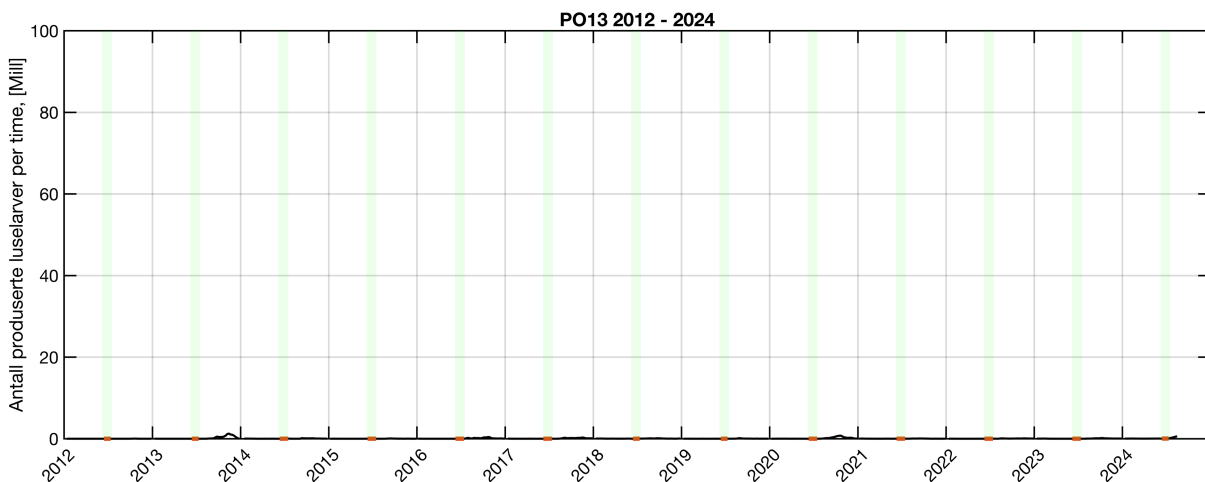
Ytre Billefjord	222.7Z	1.5	0.9	2.6	0.3	4.6
Stabbur	223.Z	2.9	2	3.7	0.8	7.1
Lakselva	224.Z	3	2.1	3.9	0.9	7.3
Børselva	225.Z	2.7	1.7	3.4	0.8	6.8
Lille Porsanger	227.5Z	0.2	0.1	0.2	0	1.3
Veidnes	227.6Z	0.2	0.1	0.2	0	1.3
Storelva	228.Z	0.3	0.2	0.3	0	1.6
Futelva	231.64Z	0.1	0	0.1	0	0.7
Gjennomsnitt for PO12		5.0	3.2	7.4	2.1	9.7

3.13 - Produksjonsområde 13: Øst-Finnmark

Konsentrasjonene av smittsomme lakselus (kopepoditter) var lave i hele området i 2024 (Figur 52).



Figur 52 . Som Figur 4 , men for PO13



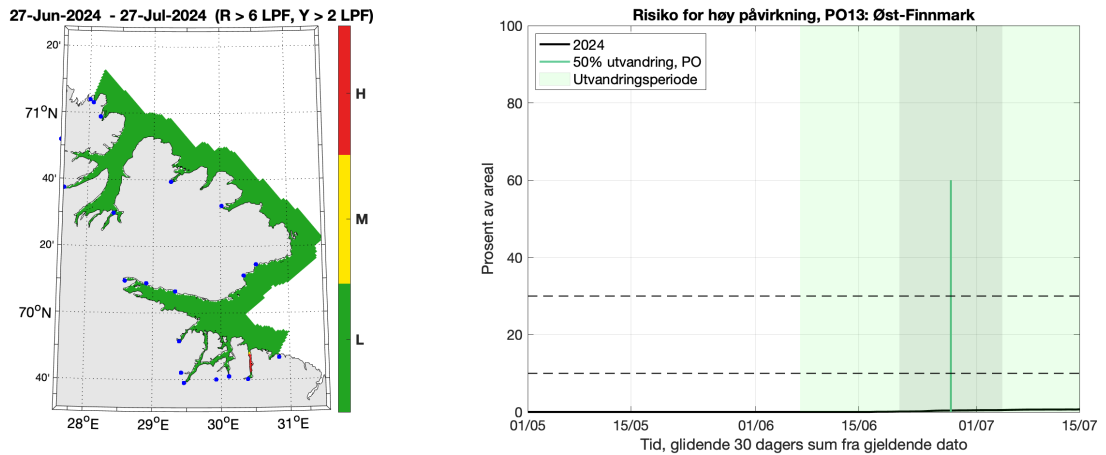
Figur 53 . Samme som Figur 5 , men for PO13.

3.13.1 - ROC-analyse

Antatt midtpunkt for utvandring fra hele produksjonsområdet er estimert til 27. juni (gjennomsnitt av de 18 elvene i produksjonsområdet). Det kalibrerte smittepresset er lavt i hele dette området, og laksesmolten som vandret ble trolig påvirket i liten grad av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Indeksen for risiko for høy påvirkning er lav (0 %). Indeksen varierer lite rundt midtpunktet for utvandring (Figur 54).

Konklusjon, ROC: Lav

Usikkerhet, ROC: Liten



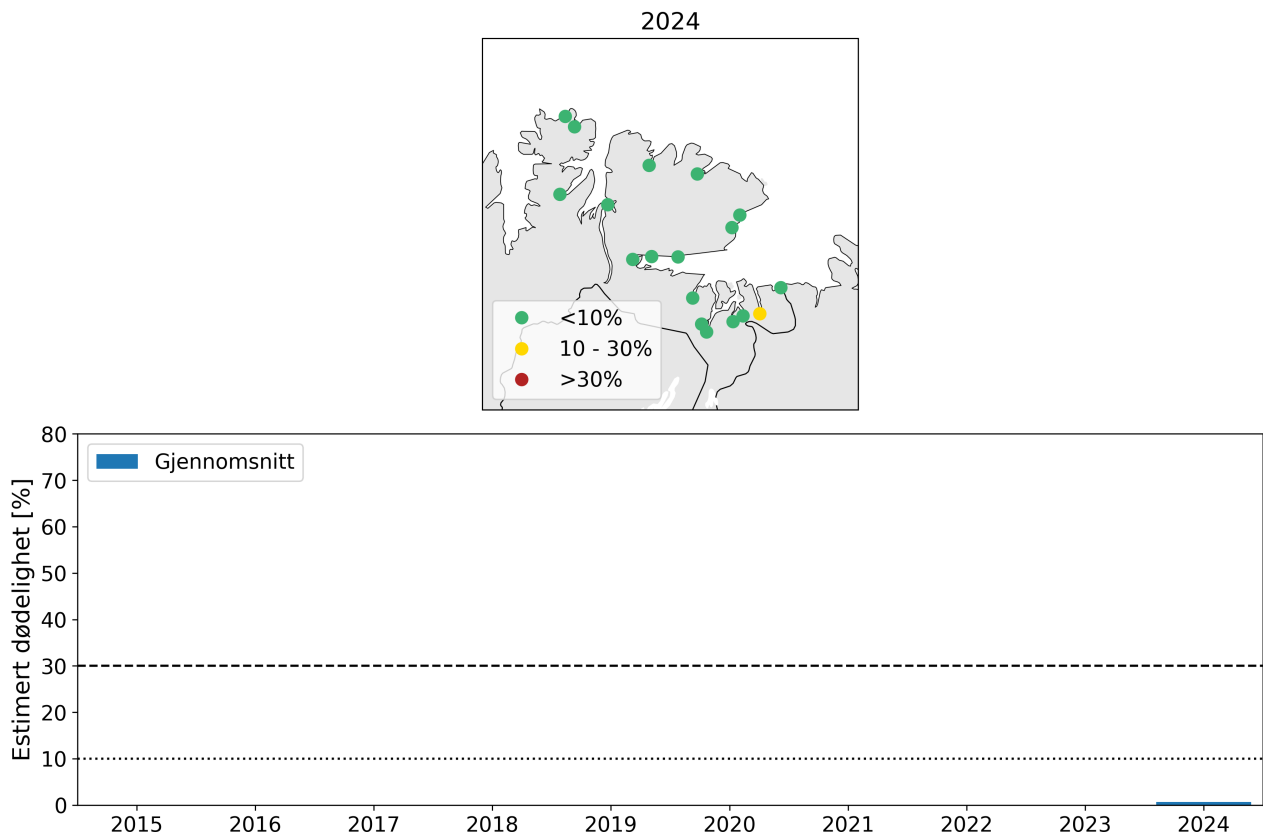
Figur 54 . Samme som Figur 10 , men for PO13.

3.13.2 - Virtuell postsmolt

Produksjonsområde 13 er vurdert til å ha lav dødelighet som følge av lakselus. Den estimerte dødeligheten har liten variabilitet mellom elvene, da 94 % av elvene har samme kategorisering som for hele produksjonsområdet (Figur 55 , Tabell 15). Gjennomsnittlige verdier i tidsrommet 2015 - 2024 viser at den estimerte dødeligheten er kategorisert som lav alle år. Den kategoriserte dødeligheten for hele området blir kategorisert som lav også for tidlig og sen utvandrende fisk, samt for fisk med høyere og lavere toleranse for lakselus. Usikkerheten til kategoriseringen i PO13 er derfor vurdert som liten.

Konklusjon, VPS: Lav

Usikkerhet, VPS: Liten



Figur 55 . Samme som Figur 7 , men for PO13.

Tabell 15 . Samme som Tabell 3 , men for PO13.

Elv	Elvenr.	Normal	Tidlig	Sen	Høy	Lav
Sandfjord	231.7Z	0.1	0.1	0.1	0	0.7
Risfjord	231.8Z	0	0	0	0	0.6
Laggo	233.Z	0	0	0	0	0.5
Tana	234.Z	0	0	0	0	0.5
Kongsfjord	236.Z	0	0	0	0	0.5
Syltefjord	237.Z	0	0	0	0	0.4
Skallelva	239.3Z	0	0	0	0	0.5
Komag	239.Z	0	0	0	0	0.5
V Jakob	240.Z	0.2	0.1	0.3	0	1
Vesterelva	241.5Z	0.4	0.1	1	0.1	1.5
Bergebyelva	241.Z	0.3	0.1	0.6	0.1	1.2
Klokke	243.Z	0.2	0.1	0.3	0	1
Munk	244.4Z	0.3	0.1	0.4	0.1	1.2
Neiden	244.Z	0.3	0.1	0.4	0.1	1.2
Sandneselva	246.1Z	0.2	0	0.3	0	1

Pasvikelva	246.Z	0.3	0.1	0.4	0.1	1.2
Karp	247.3Z	10.1	3.7	15	4.9	17.2
G Jakob	247.Z	0.2	0.1	0.5	0	1.1
Gjennomsnitt for PO13		0.7	0.3	1.1	0.3	1.8

4 - Referanser

- Albretsen J, Sperrevik AK, Staalstrøm A, Sandvik AD, Vikebø F, Asplin L. 2011. NorKyst-800 report no. 1: User manual and technical descriptions. Fisken og Havet nr. 2/2011, 51p.
- Albretsen J, Asplin L. 2021a. Hvilken betydning har oppløsning for kyst- og fjordmodeller? - Validering og representasjonsberegninger av strømmodeller med eksempler fra Sulafjorden, Møre og Romsdal. Rapport fra havforskningen 2021-20. <https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-2021-20>.
- Albretsen J, Asplin L. 2021b. Fysisk oseanografiske forhold i produksjonsområdene for akvakultur, Rapport fra havforskningen 2021-49. <https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-2021-49>.
- Asplin L, Salvanes AGV, Kristoffersen JB (1999) Nonlocal wind driven fjord-coast advection and its potential effect on plankton and fish recruitment. *Fish Oceanogr* 8:255–263
- Asplin L, Johnsen IA, Sandvik AD., Albretsen J, Sundfjord V, Aure J, Boxaspen KK. 2014. Dispersion of salmon lice in the Hardangerfjord. *Mar Biol Res.* 10:3, 216-225, DOI:10.1080/17451000.2013.810755.
- Asplin L, Albretsen J, Johnsen IA, Sandvik AD. 2020. The hydrodynamic foundation for salmon lice dispersion modeling along the Norwegian coast. *Ocean Dynam.* <https://doi.org/10.1007/s10236-020-01378-0>
- Bøhn T, Nilsen R, Gjelland KØ, Biuw M, Sandvik AD, Primicerio R, Karlsen Ø, Serra-Llinares RM. 2022. Salmon louse infestation levels on sea trout can be predicted from a hydrodynamic lice dispersal model. *J Applied Ecol* , 59, 704– 714. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14085>
- Crosbie, T., Wright, D. W., Oppedal, F., Johnsen, I. A., Samsing, F., and Dempster, T. 2019. Effects of step salinity gradients on salmon lice larvae behavior and dispersal. *Aquaculture Environment Interactions*, 11: 181–190.
- Heuch, P. A. 1995. Experimental evidence for aggregation of salmon louse copepodids (*Lepeophtheirus salmonis*) in step salinity gradients. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 75: 927–939.
- Johnsen IA, Fiksen Ø, Sandvik AD, Asplin L. 2014. Vertical salmon lice behaviour as a response to environmental conditions and its influence on regional dispersion in a fjord system. *Aquacult Environ Interact.* 5, 127-141. DOI: 10.3354/aei00098.
- Johnsen IA, Asplin L, Sandvik AD, Serra-Llinares RM. 2016. Salmon lice dispersion in a northern Norwegian fjord system and the impact of vertical movements. *Aquacult Environ Interact.* 8: 99-116, DOI: 10.3354/aei00162.
- Johnsen IA, Stien L, Sandvik AD, Asplin L, Oppedal F. 2020. Optimal estimation of lice release from aquaculture based on ambient temperatures. *Aquacult Environ Interact.* 12, 179–191. doi:10.3354/aei00358.
- Johnsen IA, Harvey A, Sandvik AD , Ugedal O, Ådlandsvik B, Wennevik V, Glover KA, Karlsen Ø. 2021. Salmon lice-induced mortality of Atlantic salmon during post-smolt migration in Norway, *ICES J Mar Sci* . Vol 78, Issue 1, 2021, Pages142–154, <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsaa202>
- Kristoffersen AB, Qviller L, Helgesen KO, Vollset KW, Viljugrein H, Jansen PA. 2018. Quantitative risk assessment of salmon louse-induced mortality of seaward-migrating post-smolt Atlantic salmon. *Epidemics*, 23, 19-33.

- 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 MS, Sandvik AD, Albretsen J, Asplin L, Johnsen IA, Karlsen Ø, Kristensen NM, 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>
- Rikardsen A, Haugland M, Bjørn P, Finstad B, Knudsen R, Dempson J, Holst J, Hvidsten N, Holm M. 2004. Geographical differences in marine feeding of Atlantic salmon post-smolts in Norwegian fjords. *J Fish Biol*. 64,1655-1679
- Samsing, F., Oppedal, F., Dalvin, S., Johnsen, I., Vågseth, T., & Dempster, T. (2016). Salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*) development times, body size, and reproductive outputs follow universal models of temperature dependence. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 73 (12), 1841-1851.
- Sandvik AD 2024. Status i PO1-PO13, basert på rapporterte tall (til MT og Fdir) og HI sin lakselusmodell. September 5 2024. <https://ftp.imr.no/anneosea/Rapporter/lakselus.pdf>.
- Sandvik AD, Sævik PN, Albretsen J. 2024. Lakselus LADiM V3 [Data set]. Available on request from Anne Sandvik, anneds@hi.nom post@hi.no
- Sandvik AD, Bjørn PA, Ådlandsvik B, Asplin L, Skarðhamar J, Johnsen IA, Myksvoll M, Skogen MD. 2016. Toward a model-based prediction system for salmon lice infestation pressure. *Aquacult Environ Interact*. 8: 527-542, doi:10.3354/aei00193.
- Sandvik AD, Johnsen IA, Myksvoll MS, Sævik PN, Skogen MD. 2020. Prediction of the salmon lice infestation pressure in a Norwegian fjord. *ICES J Mar Sci*. Vol 77, Issue 2, Pages 746–756, <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsz256>
- Sandvik AD, Asplin L, Skarðhamar J. 2019. Modelling av smittsomme lakseluslarver -bakgrunnsdata for Havforskningsinstituttets modellprodukt til Trafikklyssystemet. Rapport fra Havforskningen, 2019-53
- Sandvik AD, Bui S, Huserbråten M, Karlsen Ø, Myksvoll MS, Ådlandsvik B, Johnsen IA. 2021. The development of a sustainability assessment indicator and its response to management changes as derived from salmon lice dispersal modelling. *ICES J Mar Sci*. Vol 78, Issue 5, 1781 -1792 <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsab077>
- Skardhamar J, Albretsen J, Sandvik AD, Lien VS, Myksvoll MS, Johnsen IA, Asplin L, Ådlandsvik B, Halttunen E, Bjørn PA. 2018. Modelled salmon lice dispersion and infestation patterns in a sub-arctic fjord. *ICES J Mar Sci*. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsx225>
- Skern-Mauritzen, R., Sissener, N. H., Sandvik, A. D., Meier, S., Sævik, P. N., Skogen, M. D., ... & Bui, S. (2020). Parasite development affect dispersal dynamics; infectivity, activity and energetic status in cohorts of salmon louse copepodids. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 530, 151429
- Stien A, Bjorn PA, Heuch PA, Elston DA. 2005. Population dynamics of salmon lice *Lepeophtheirus*

salmonis on Atlantic salmon and sea trout. Mar Ecol Progr Ser. 290, 263-275

Taranger GL, Karlsen Ø, Bannister RJ, Glover KA, Husa V, Karlsbakk E, Kvamme BO, Boxaspen KK, Bjørn PA, Finstad B, Madhun AS, Morton HC, Svåsand T. 2015. Risk assessment of the environmental impact of Norwegian Atlantic salmon farming. ICES J Mar Sci. 72, 997-1021.

Vollset KW, mfl. 2021. Predicting the nationwide outmigration timing of Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts along 12 degrees of latitude in Norway. Divers Distrib 27, 1383-1392

Wagner GN, Fast MD, Johnson SC. 2008. Physiology and immunology of *Lepeophtheirus salmonis* infections of salmonids. Trends Parasit. 24,176-183

Ådlandsvik B. 2015. Forslag til produksjonsområder i norsk lakse- og ørretoppdrett. Rapport fra Havforskningen. 20, 59 pp. Havforskningsinstituttet.

https://www.hi.no/filarkiv/2015/12/produksjonsomrader_rapp_20-2015.pdf/nb-no



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Postboks 1870 Nordnes

5817 Bergen

Tlf: 55 23 85 00

E-post: post@hi.no

www.hi.no