



MODELLERT PÅVIRKNING AV LAKSELUS PÅ VILL LAKSEFISK

Vidar Lien, Ingrid Askeland Johnsen, Anne Dagrund Sandvik, Pål Næverlid
Sævik og Jofrid Skardhamar (HI)

Tittel (norsk og engelsk):

Modellert påvirkning av lakselus på vill laksefisk

[Title]

Rapportserie:

Rapport fra havforskningen

ISSN:1893-4536

År - Nr.:

2022-36

Dato:

23.09.2022

Forfatter(e):

Vidar Lien, Ingrid Askeland Johnsen, Anne Dagrun Sandvik, Pål Næverlid Sævik og Jofrid Skardhamar (HI)

Forskningsgruppeleder(e): Jan Erik Stiansen (Oseanografi og klima)

Godkjent av: Forskningsdirektør(er): Geir Lasse Taranger

Programleder(e): Terje Svåsand

Distribusjon:

Åpen

Prosjektnr:

15969-04

Forskningsgruppe(r):

Oseanografi og klima

Antall sider:

57

Sammendrag (norsk):

For å estimere påvirkningen lakselus fra oppdrett har på vill laksefisk langs hele norskekysten er det utviklet en rekke modellprodukt. Modellproduktene presentert i denne rapporten er ment å bli vurdert sammen med observasjoner, og gir tilleggsinformasjon ettersom modellproduktene spenner over større område, og over lengre tid enn det er mulig å observere alene. Rapporten omfatter hovedsaklig resultat for 2022. Modellproduktene inngår i Havforskningens bidrag til ekspertgruppen for trafikklyssystemet og grunnlaget for vurderingen av lakselus-indusert dødelighet per produksjonsområde.

Sammendrag (engelsk):

[Text]

Innhold

1	Bakgrunn	5
2	Modellsystem	6
2.1	Utslipp fra anleggene - Kildeleddet	6
2.2	Tetthet av lakseluslarver i tid og rom	7
2.3	Virtuell postsmolt (VPS)	7
2.3.1	<i>Metode og modellbeskrivelse Er metoden fremdeles den samme, eller er det gjort endringer?</i>	7
2.3.2	<i>Antatt tidsrom for utvandring</i>	8
2.3.3	<i>Presentasjon av resultatene</i>	8
2.4	ROC - metoden	9
2.4.1	<i>Metode og modellbeskrivelse</i>	9
2.4.2	<i>Vurdering av usikkerhet</i>	9
2.4.3	<i>Presentasjon av resultatene</i>	10
2.4.4	<i>Diskusjon</i>	10
3	Resultater 2022	11
3.1	Produksjonsområde 1: Svenskegrensen til Jæren	11
3.2	Produksjonsområde 2: Ryfylke	15
3.3	Produksjonsområde 3: Karmøy til Sotra	18
3.4	Produksjonsområde 4: Norhordland til Stadt	21
3.5	Produksjonsområde 5: Stadt til Hustadvika	24
3.6	Produksjonsområde 6: Nordmøre til Sør-Trøndelag	28
3.7	Produksjonsområde 7: Nord-Trøndelag med Bindal	32
3.8	Produksjonsområde 8: Helgeland til Bodø	35
3.9	Produksjonsområde 9: Vestfjorden og Vesterålen	38
3.10	Produksjonsområde 10: Andøya til Senja	42
3.11	Produksjonsområde 11: Kvaløya til Loppa	45
3.12	Produksjonsområde 12: Vest-Finnmark	48
3.13	Produksjonsområde 13: Øst-Finnmark	51
4	Referanser	54

1 - Bakgrunn

I denne rapporten presenterer vi Havforskningsinstituttets modellprodukt til Trafikklysvurderingen 2022; modellert smittepress og påslag av lus på utvandrende postsmolt langs hele norskekysten for våren og sommeren 2022. Resultatene er presentert per produksjonsområde (PO; Ådlandsvik 2015). I tillegg er det gitt en kort vurdering av bakgrunnsdataene. Formålet er å vise når resultatene vil være mest følsomme for variasjoner i utvandringstidspunkt og forløp, samt gi et best mulig bilde av den horisontale variasjonen i tetthet av smittsomme lakseluslarver innen de ulike produksjonsområdene.

Lakselus klekkes fra eggstrenger som sitter fast på hunnlus. 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. 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 2 meterne av vannsøylen vil det i områder med lav saltholdighet være begrenset 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, Skarðhamar 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 1 til 2 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 lakselusene flyttes flere 10-talls kilometer fra utslippspunktet før den eventuelt finner seg en vertsfisk. I tillegg påvirkes dette av varierende strøm som følge av lakselusenes vertikale posisjonering i 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 lakselusopepoditter er proporsjonal med sannsynligheten for smitte på villfisk (Myksvoll mfl., 2018; Bøhn mfl. 2021) 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 <http://www.imr.no/hi/temasider/arter/lakselus/hvordan-spres-lakselusa> og Asplin mfl. (2014)) og viser at en fullstendig beskrivelse av hvilken fordeling lakselusopepoditter har langs kysten, bare kan gjøres gjennom å modellere spredning med bruk av informasjon om realistisk strøm, saltholdighet og temperatur. 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 lakselusmodellsystem 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 for en detaljert beskrivelse). Først beregnes utslipp (antall) av lakselus fra alle rapporteringspliktige oppdrettsanlegg i landet (Stien mfl., 2005). Når luselarvene er klekket ut i vannmassene opplever de temperatur, saltholdighet og strøm (representert ved den hydrodynamiske modellen) i den posisjonen de befinner seg. Den hydrodynamiske modellen som blir benyttet i rådgivningen, NorKyst800, er satt opp på et gitter der hver rute er 800 m x 800 m (Albretsen mfl. 2011, Asplin mfl. 2020). Fra 2019 har vi også satt opp en modell med et enda finere gitter (160 m x 160 m). Resultat fra denne 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 trafikklssystemet gjøres vurderingene for hele produksjonsområdet samlet sett.

NorKyst800 oppgraderes med ujevne mellomrom, både som en følge av en videreutvikling av selve modellen og som en følge av oppdateringer eller endringer i drivkreftene og inngangsdataene. Som en følge av dette, har tre forskjellige resultatarkiv vært benyttet i løpet av den perioden Trafikklyssystemet har vært operativt. Den seneste oppgraderingen har funnet sted mellom vurderingene for Trafikklyssystemet i 2021 (Lien m.fl., 2021) og årets vurderinger (denne rapport). To større endringer har funnet sted. For det første ble det funnet en feil i nedbørsintensiteten i forrige versjon og som har medført at modellen etter 2019 har gitt for lave overflatesaltholdigheter. Spesielt har dette gitt seg utslag i de nordligste områdene. I tillegg er storhavsmodellen som er benyttet som randverdier byttet ut. Dette har særlig betydning for ferskvannstransporten fra Østersjøen inn i Skagerrak og videre i Den norske kyststrømmen. Dette påvirker i sin tur dynamikken i fjordene gjennom endrede tetthetsforhold langs kysten og dermed endret samspill fjord – kyst. Etter sammenligninger mellom forrige og nåværende modellversjon, samt mellom modellresultater og observasjoner, er imidlertid konklusjonen at disse endringene har medført forskjeller som er innenfor den naturlige variabiliteten man finner i hydrografien i norske fjorder, og endringene har derfor mest sannsynlig hatt liten eller ingen innvirkning på resultatene som ligger til grunn for vurderingene av nivåene av lakselus – for flere detaljer, se Albretsen m.fl., 2022.

Basert på tilgjengelig kunnskap om biologi, atferd og dødelighet blir det beregnet hvordan larvene sprer seg med strømmen, først som ikke-smittsomme nauplier og videre som smittsomme kopepoditter (spredningsmodellen, se <https://github.com/bjornaa/ladim>). Sluttproduktet 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. Den hydrodynamiske modellen som representerer fysiske miljøvariable har mye til felles med værvarslings- og klimamodeller som har et omfattende vitenskapelig miljø for utvikling og validering, samt håndtering av usikkerhet. 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 kopepodittkonsentrasjonen. Det ene produktet kaller vi virtuell postsmoltutvandring (VPS) og det andre kaller vi kalibrert smittepresskart (ROC).

2.1 - Utslipp fra anleggene - 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 temperaturen er over 4 °C. Hvor mange lakselus som slippes fra alle anlegg blir deretter beregnet basert på innrapporterte antall voksne hunn lus 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). Ideelt sett skulle denne informasjonen vært tilgjengelig hyppigere og med eksakt dato.

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, 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, produksjon 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.

2.2 - Tetthet av lakseluslarver i tid og rom

I denne rapporten har vi summert 3D modellerte lusekonsentrasjoner over de 2 øverste meter av vannsøylen (der villfisken er) og resultatene er presentert per produksjonsområde som tidsserier og kart for 2022. I tillegg er det gitt en kort vurdering av bakgrunnsdataene for Havforskningsinstituttets modellprodukt til Trafikklysvurderingen 2022. Formålet er å vise når resultatene vil være mest følsomme for variasjoner i laksesmoltens utvandringstidspunkt og forløp, samt gi et best mulig bilde av den horisontale variasjonen i tetthet av smittsomme lakseluslarver innen de ulike produksjonsområdene.

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 2022 (Sandvik mfl., 2020a). Dette arkivet forlenges hvert år. Når ny kunnskap om lakselusens biologi er tilgjengelig, kjøres det opp nye arkiv (2012 ->) slik at best mulige data benyttes i rådgivningen.

Tettheten av kopepoditter (smittsomme lakselus) varierer mye både i tid og rom, og vi har valgt å bruke kart som viser tettheten av kopepoditter summert over 30 dager rundt datoene estimert til å være midtpunktet for smoltutvandringen fra elv til hav. Merk imidlertid at for de produksjonsområdene der mengden kopepoditter endrer seg betydelig i løpet av utvandningsperioden vil dette likevel være et upresist mål.

2.3 - Virtuell postsmolt (VPS)

2.3.1 - Metode og modellbeskrivelse Er metoden fremdeles den samme, eller er det gjort endringer?

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 konsentrasjonen av smittsomme lakselus (kopepoditter). 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. Totalt er det sluppet ut 1000 virtuelle postsmolt per time i hver elveposisjon over et gitt tidsrom.

Vandringsmodellen simulerer en forenklet vandring langs ruten den virtuelle postsmolten svømmer mot åpent hav. Vandringsmodellen starter i gittercellen nærmest elveutløpet. Bevegelsen herfra er stokastisk, men med bias mot åpent hav. Mer spesifikt; det er fem ganger større sannsynlighet for at fisken beveger seg mot havet enn at den går mot en annen nabocelle. Tidsskrittet for å flytte den virtuelle postsmolten i modellen er på en time, noe som gir en maksimal fart på 22 cm/s (0.8 km/t). På grunn av det stokastiske elementet med tilfeldig bevegelse mellom gittercellene, blir effektiv fart i retning mot havet noe lavere: 13,2 –19,8 cm/s. Observerte svømmehastigheter varierer en del, med et gjennomsnitt i intervallet 14-24 cm/s (Thorstad mfl., 2004, Finstad mfl., 2005, Økland mfl., 2006, Davidsen

mfl., 2009, Plantalech Mantel-la mfl., 2009). Mer detaljert beskrivelse av vandringsmodellen er gitt i Johnsen mfl. (2021).

I resultatene presentert i denne rapporten er det endelige estimerte påslaget når den virtuelle postsmolten har nådd havet (definert som 10 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 opprinnelseselv, og hver enkelt observert fisk ble koblet til virtuelle postsmolt som har gått fra samme opprinnelseselv i samme tidsrom. Gjeldende påslagsrate er beregnet på samme måte som i Johnsen mfl. (2021), men med oppdaterte data. Vi har brukt lakseluskonsentrasjonen som er beregnet fra den nye hydrodynamiske modellkjøringen (*Lus2*), og observerte antall lus på fisk fra tråltrekk i perioden 2018-2021. Som en følge av oppdateringen og re-kjøringen av den hydrodynamiske modellen (NorKyst800) er perioden som er benyttet til kalibrering endret fra 2012-2021 til 2018-2021. Dette, sammen med de hydrografiske endringene (Albretsen m.fl., 2022) gir i enkelte tilfeller betydelige endringer i påslagsraten. I disse tilfellene er dette nevnt i resultatdelen. Det vurderes likevel slik at dette stort sett ligger innenfor usikkerheten i modellsystemet.

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 er 20 g (Rikardsen mfl., 2004). Med det formål 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 (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.

Tabell 1: 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%

2.3.2 - 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 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 utvandringsforløp har vi også kjørt modellen for utvandring 10 dager tidligere og 10 dager senere enn det mest sannsynlige tidsrommet.

2.3.3 - Presentasjon av resultatene

Den estimerte elvespesifikke dødeligheten for alle elver er presentert i figurer og tabeller for hvert produksjonsområde. Samlet resultat for produksjonsområdene er kategorisert etter gjennomsnittet for elvene. Resultater som er basert på

forrige versjon av den hydrodynamiske modellen, med tilhørende kalibrert påslagsrate, er presentert med svarte bokser (2012-2021). Resultater som er basert på den nye versjonen av den hydrodynamiske modellen, med ny kalibrert påslagsrate, er presentert med blå bokser (2018-2022).

Det er i alle produksjonsområdene gjort en vurdering av hvor mange av elvene som har utvandrende smolt 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 følsomheten for variasjon i utvandningsperioden i parameteriseringen i modellen, 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 Kristoffersen mfl. 2018). Dette gir 4 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 1 av verdiene havner i ulik kategori er usikkerheten vurdert som middels. Dersom 2 eller flere av verdiene havner i en ulik kategori er usikkerheten vurdert som stor.

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 er kategorisert som lave, moderate eller høye, 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 kategoriseringen av observasjonene.

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 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 Appendix I b «Utvandringstidspunkt for laksesmolt i Norge ved vurdering av lakselusindusert dødelighet på smolt av villaks» til ekspertgrupperapporten 2022 (Vollset m.fl., 2022).

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

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

som 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.

Verdien i kolonnen «HI smittepress» i «Rapport fra ekspertgruppen» (Vollset mfl., 2022) 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 - Vurdering av usikkerhet

For å vurdere usikkerhet har vi beregnet en tidsserie av ROC-indeks for glidende 30 dagers perioder. Disse er vist i

figurer for hvert produksjonsområde. Usikkerheten er satt på bakgrunn av hvor smittepresset er høyt/lavt i forhold til viktige lakseelver og hvor raskt indeksen endrer seg rundt 50 % utvandring.

2.4.3 - Presentasjon av resultatene

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

For alle områdene vil smittepresset øke utover sommeren. Dette skyldes både mer lus i anleggene etter at perioden med lav 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 som vandrer ut til havet om våren.

2.4.4 - 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:

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

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

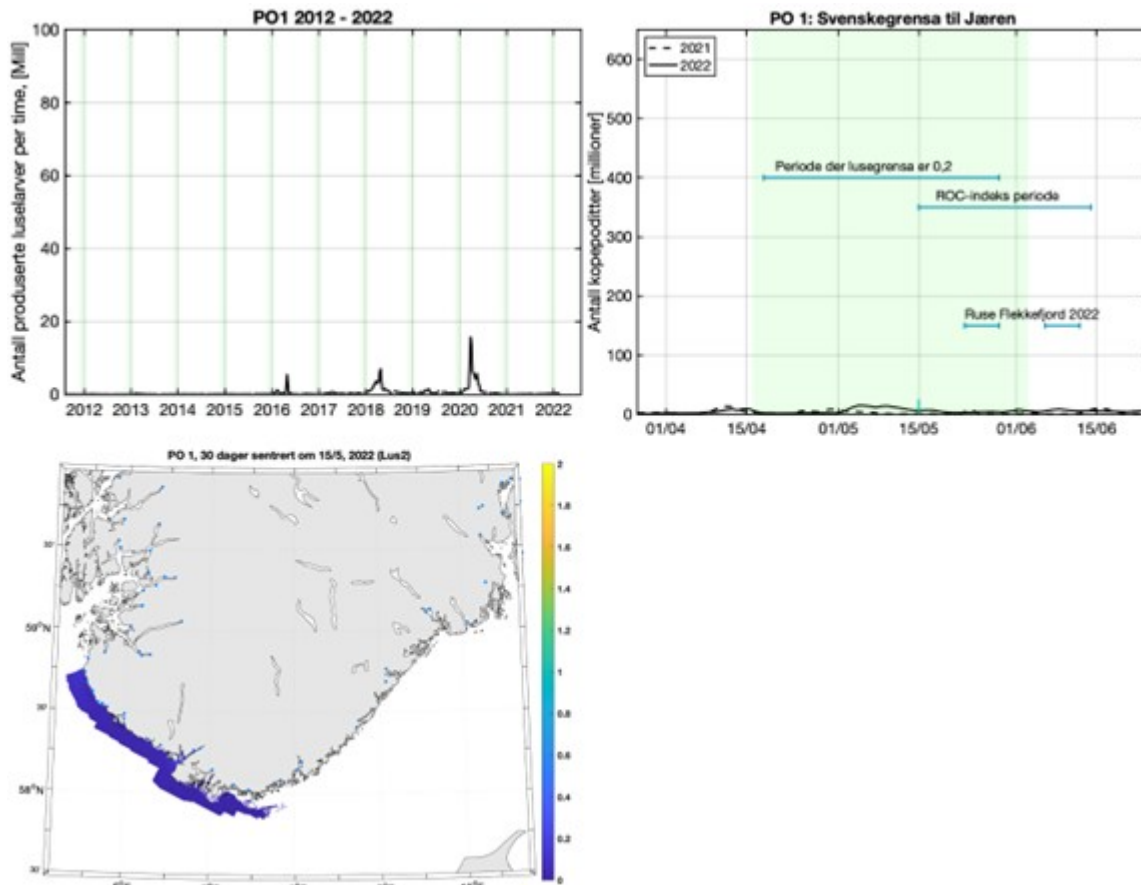
Ved å holde seg til et fast sett med parametere har vi imidlertid en objektiv metode som ikke endrer seg mellom år eller mellom de ulike produksjonsområdene. Det skal også bemerkes at vurderingene som er gjort med ROC-metoden i trafikkylsarbeidet stemmer godt overens med vurderingene gjort på bakgrunn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

3 - Resultater 2022

3.1 - Produksjonsområde 1: Svenskegrensen til Jæren

Geografisk fordeling av lakselus

Svært lave konsentrasjoner av smittsomme lakseluskoepoditter i hele området gjennom hele perioden i 2022.



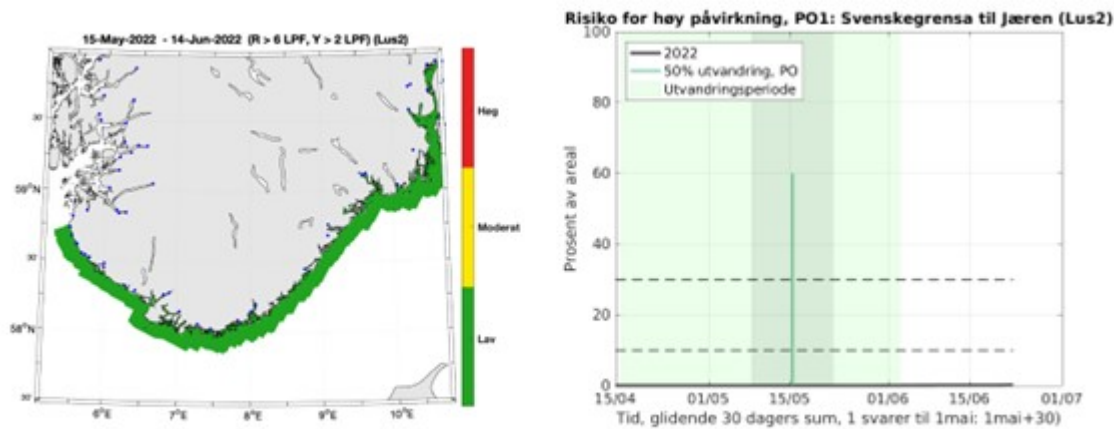
Figur 1. Topp, venstre: Antall produserte luselarver per time fra alle anlegg innen produksjonsområde 1 i perioden 2012 til 2022. De grønne vertikale linjene indikerer utvandingsperioden for postsmolt hvert år, og årstallene er satt ved 1. juni. Topp, høyre: Tidsutviklingen av antall smittsomme koepoditter i produksjonsområdet i 2021 (stiplet linje) og 2022 (heltrukken linje), beregnet med den hydrodynamiske spredningsmodellen for lakselus. De grønne skraverete områdene markerer tidsrommet for smoltutvandring. Grønne horisontale linjer markerer tidsrommet da lusegrensa er 0.2 voksne hunn lus per fisk, ROC-indeks perioden og tidsrommet da vi har observasjoner av lus på fisk fanget i trål, garn/ruse eller smoltbur. Bunn: Tetthet av smittsomme koepoditter mellom overflaten og 2m dyp for en 30-dagers periode sentrert rundt midtpunkt for antatt smoltutvandring. Figuren viser antall per kvadratmeter. Beregningen er gjort med den hydrodynamiske spredningsmodellen for lakselus. Skalaen går til 2, i de gule områdene kan verdiene være betydelig høyere.

ROC

Antatt midtpunkt for utvandring fra hele produksjonsområdet er estimert til 15. mai (gjennomsnitt av de 38 elvene i produksjonsområdet). Smittepresset var lavt i hele området i 2022 og laksesmolten som vandret ut ble påvirket i liten grad av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene.

Konklusjon, ROC: Lav

Usikkerhet, ROC: Liten



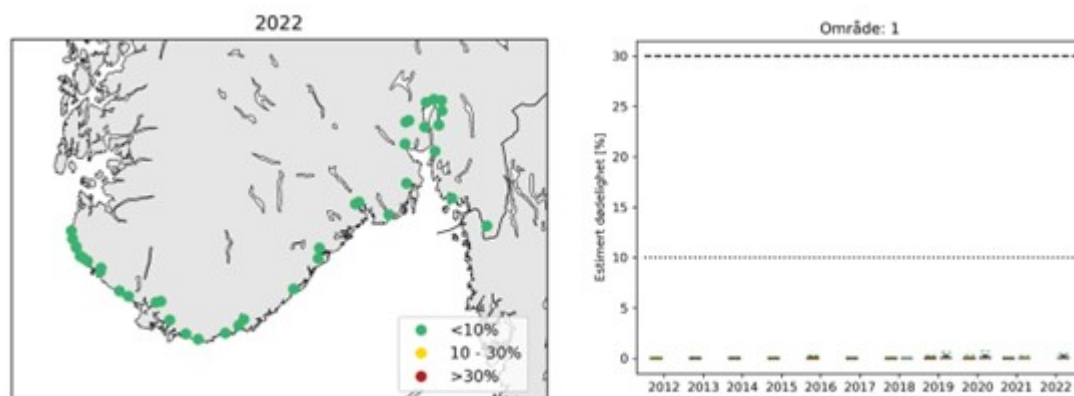
Figur 2. Venstre: Kart over Relative Operating Characteristic (ROC) som viser områder med lavt, moderat og høyt smittepress for fisk som står i området i 30 dager fra midtpunktet for smoltutvandring i produksjonsområde 1 i 2022. Blå stjerner viser posisjon til lakseelver. Høyre: Serie av ROC-indeks beregnet for glidende 30 dagers perioder fra 15.april til 1.juli i 2022. Grønt skravert område indikerer smoltutvandringsperioden. Vertikal grønn linje markerer medianen av midlere utvandring fra elvene i produksjonsområdet, og det er dette tidspunktet inkludert de påfølgende 30 dager som har benevnningen ROC-indeks perioden i denne rapporten. En fullstendig beskrivelse av utvandringsdata finnes i appendiks I b « Utvandringstidspunkt for laksesmolt i Norge ved vurdering av lakselusindusert dødelighet på smolt av villaks » til ekspertgrupperapporten 2022 (Vollset m.fl., 2022) .

Virtuell postsmolt

Produksjonsområde 1 er vurdert til å ha lav dødelighet som følge av lakselus. Den estimerte dødeligheten har liten variabilitet mellom elvene, da 100% av elvene har samme kategorisering som for hele produksjonsområdet (Figur 3). Fordelingen av lus på fisk i tidsrommet 2012 – 2022 viser at det modellerte lusepresset i utvandringsperioden til villfisk er stabilt lavt over tid (Figur 3). Den kategoriserte 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.

Konklusjon, VPS: Lav

Usikkerhet, VPS: Liten



Figur 3. Venstre: Kart med estimert dødelighet på utvandrende postsmolt av laks i 2022. Estimaten er kategorisert i lav dødelighet (<10%; grønn), moderat dødelighet (10-30%; gul) og høy dødelighet (>30%; rød). Høyre: Utvikling av estimert dødelighet fra 2012-2022 for normal utvandring og mest sannsynlig toleranse for lus (tabell 1; Taranger m.fl., 2015). Beregningen er ikke vektet etter elvenes potensielle smoltproduksjon. Boks viser estimert dødelighet på 25-75% av fisken, streker 5-95%. Svarte bokser viser resultater fra tidligere modellversjon (Lus). Blå bokser viser resultater fra nyeste modellversjon (Lus2). Orange linjer viser median dødelighet på fisken, og grønne linjer gjennomsnittet. De stiplede linjene viser grensene for lav/moderat/høy dødelighet.

Tabell 2. Estimert dødelighet for hver elv i produksjonsområde 1 i 2022. 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).

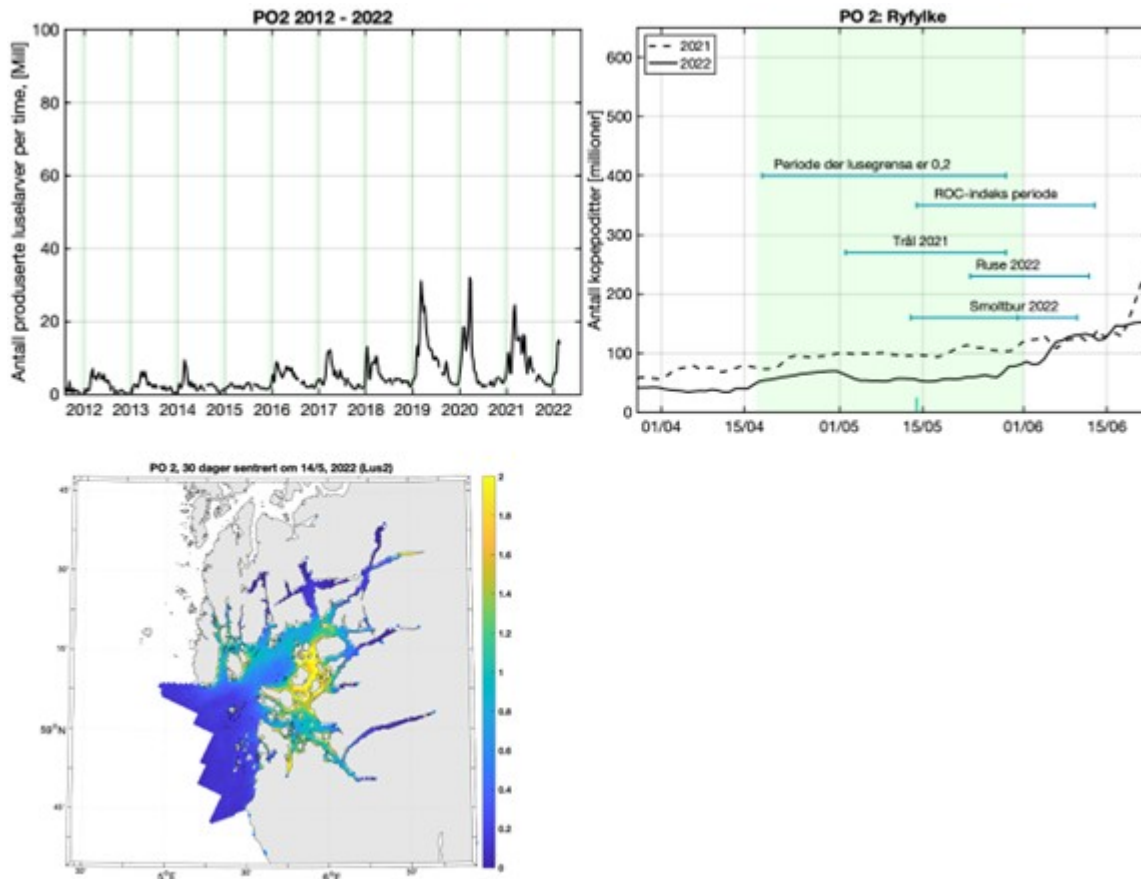
Elv	Elvenr.	2022				
		Normal	Tidlig	Sen	Høy	Lav
Enningdal	001.1Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Glomma	002.Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Hølenelva	004.Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Årungelva	005.3Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gjersjøelva	005.4Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nordmark-vassdraget	006.Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Lysakerelva	007.Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sandvik	008.Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Åros	009.Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Lier	011.Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Drammen	012.Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sandevassdraget	013.Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Aulivassdraget	014.Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Numedal	015.Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Herre	016.4Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Skien	016.Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gjerstadvassdraget	018.3Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Vegår	018.Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nidelva	019.Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tovdal	020.Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

		2022				
Otra	021.Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Søgne	022.1Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mandal	022.Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Audna	023.Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Lygna	024.Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
Fedaelva	025.3Z	3.8	4.1	4.2	2.0	8.1
Kvina	025.Z	3.7	4.1	4.2	2.0	8.0
Sokndal	026.4Z	0.3	0.3	0.4	0.1	1.3
Sira	026.Z	0.4	0.4	0.5	0.1	1.5
Hellelandselva	027.3Z	0.6	1.0	0.8	0.2	2.1
Ogna	027.6Z	0.6	0.5	0.6	0.2	2.0
Fuglestad	027.7Z	0.7	0.6	0.7	0.2	2.2
Bjerkreim	027.Z	0.6	1.0	0.8	0.2	2.1
Kvassheim	028.1Z	0.6	0.5	0.6	0.2	2.0
S. Varhaug	028.21Z	0.9	0.9	0.9	0.3	2.7
N. Varhaug	028.22Z	0.9	1.0	0.9	0.3	2.6
Håelva	028.3Z	1.3	2.0	1.4	0.6	3.4
Orreåna	028.4Z	2.5	3.2	2.5	1.3	5.4

3.2 - Produksjonsområde 2: Ryfylke

Geografisk fordeling av lakselus

Generelt lave til moderate konsentrasjoner av smittsomme lagesluskopepoditter i hele området i 2022, men med noen områder med høye verdier, spesielt i indre, sentrale strøk.



Figur 4. Som figur 1, men for produksjonsområde 2.

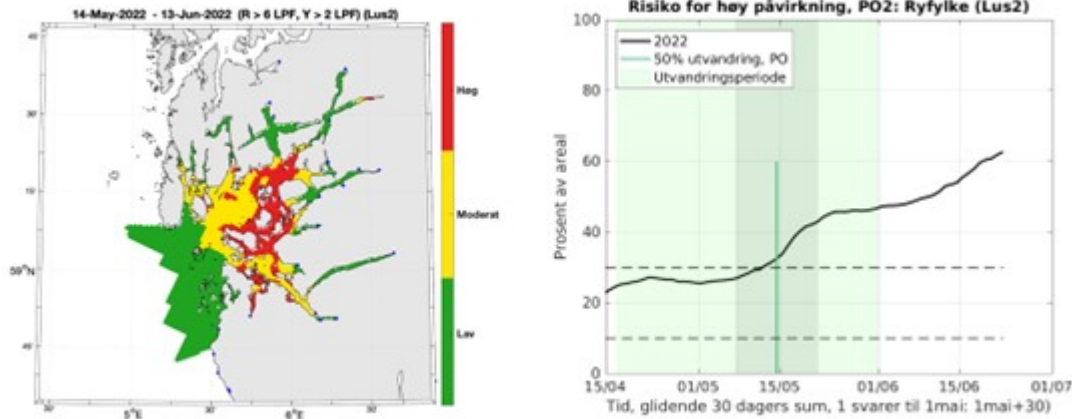
ROC

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 relativt stor del av området i 2022, og laksesmolten som vandret ut fra elvene ble trolig påvirket i betydelig grad av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Indeksen for risiko for høy påvirkning er for 2022 33% (det betyr at i en tredjedel av produksjonsområdet er smittepresset så høyt at fisk som befinner seg der i 30 dager vil få på seg en potensielt dødelig dose, avhengig av størrelsen på fisken). Indeksen øker rundt midtpunktet for utvandring (fra 27 – 43% i løpet av to uker). Usikkerheten anses derfor for å være middels fordi verdien veksler fra moderat til høy påvirkning.

Konklusjon, ROC: Høy

Usikkerhet, ROC: Middels



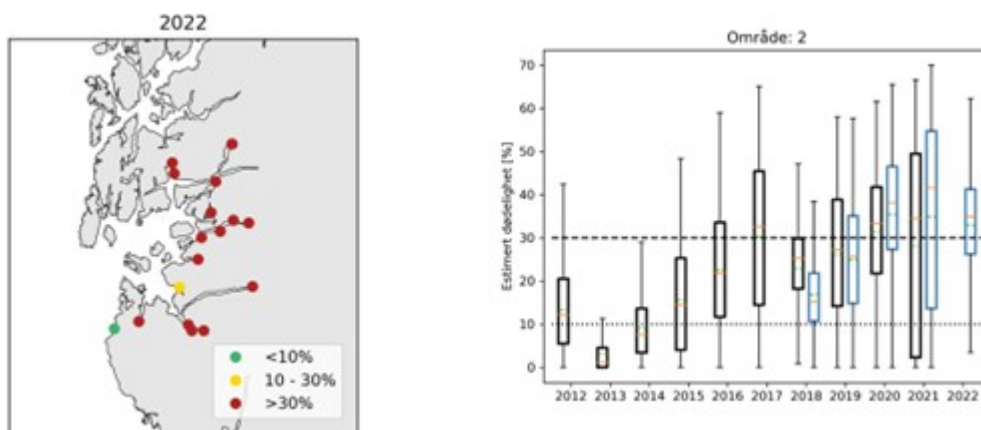
Figur 5. Som figur 2, men for produksjonsområde 2.

Virtuell postsmolt

Produksjonsområde 2 er vurdert til å ha høy dødelighet som følge av lakselus. Den estimerte dødeligheten har liten variabilitet mellom elvene, da 89% av elvene har samme kategorisering som for hele produksjonsområdet (Figur 6). Fordelingen av lus på fisk i tidsrommet 2012 – 2022 viser at det modellerte lusepresset i utvandringsperioden til villfisk har variert mellom moderat og høyt de senere år (Figur 6). Den kategoriserte dødeligheten for hele området blir kategorisert som moderat for høyere toleranse for lakselus, men høy for tidlig og sen utvandrende fisk samt for fisk med lavere toleranse for lakselus. Usikkerheten til kategoriseringen i PO2 er derfor vurdert som middels.

Konklusjon, VPS: Høy

Usikkerhet, VPS: Middels



Figur 6. Samme som figur 3, men for produksjonsområde 2.

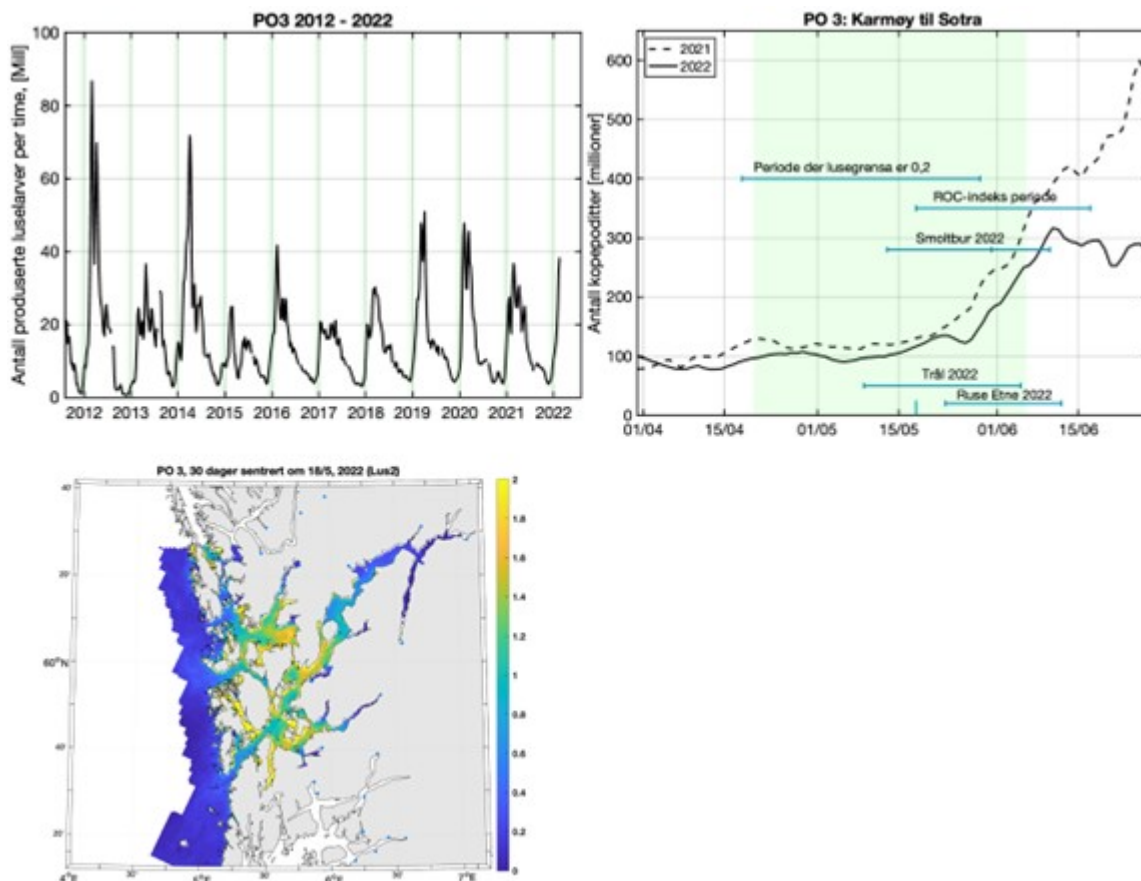
Tabell 3. Samme som tabell 2, men for produksjonsområde 2.

Elv	Elvenr.	2022				
		Normal	Tidlig	Sen	Høy	Lav
Figgjo	028.Z	2.1	2.6	2.1	1.0	4.9
Storåna	029.1Z	31.8	30.7	31.5	21.0	40.3
Dirdal	030.2Z	36.8	32.5	36.6	24.1	45.6
Espedal	030.4Z	35.7	31.5	35.5	23.3	44.6
Frafjord	030.Z	37.2	33.0	37.2	24.4	45.9
Lyse	031.Z	35.5	35.1	39.2	23.4	44.3
Jørpeland	032.Z	29.9	26.1	30.3	19.2	39.0
Årdal	033.Z	36.7	33.1	38.4	24.0	45.5
Hjelmeland	035.2Z	38.1	35.8	41.0	25.2	46.8
Vormo	035.3Z	38.2	37.3	42.2	25.3	46.9
Førreelva	035.4Z	38.4	38.1	44.7	25.4	47.0
Håland	035.7Z	37.4	39.2	42.6	24.6	46.1
Ulla	035.Z	38.3	38.3	43.6	25.3	46.9
Suldals	036.Z	33.7	35.8	42.0	22.2	42.5
Åbøelva	037.2Z	35.9	35.9	46.0	23.7	44.5
Sauda-vassdraget	037.Z	36.0	35.6	46.0	23.8	44.6
Rødneelva	038.3Z	31.2	33.3	36.8	20.2	39.9
Vikedal	038.Z	31.3	33.1	36.0	20.3	40.0

3.3 - Produksjonsområde 3: Karmøy til Sotra

Geografisk fordeling av lakselus

Generelt lave til moderate konsentrasjoner i hele området i 2022, spesielt i indre områder, mens spesielt midtre deler av området hadde relativt høye konsentrasjoner. Totalt i området var mengden kopepoditter sterkt økende fra slutten av mai og i første halvdel av juni.



Figur 7. Samme som figur 1, men for produksjonsområde 3.

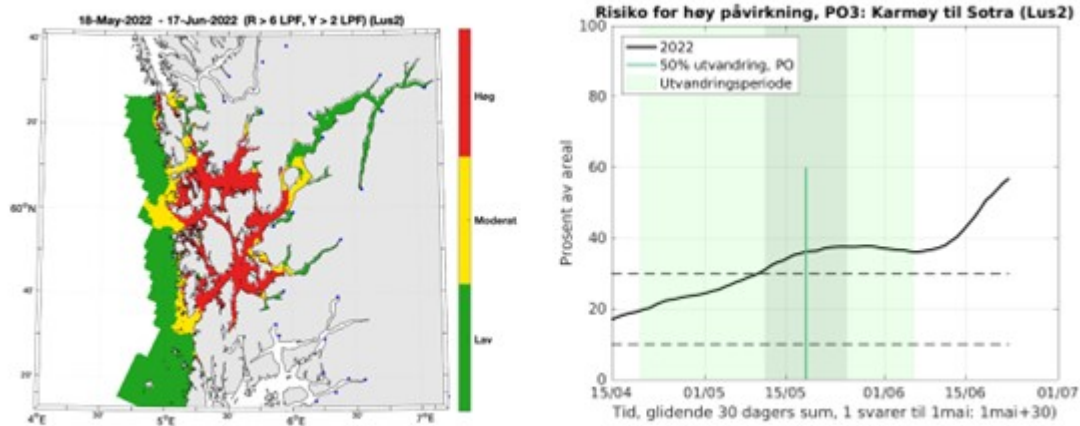
ROC

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 store deler av området i 2022, 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 2022 høy (36%, som betyr at i litt 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, avhengig av størrelsen på fisken). Indeksen varierer noe rundt midtpunktet for utvandringen (31 – 38% i løpet av to uker), men er hele tiden i kategorien høy (figur 8).

Konklusjon, ROC: Høy

Usikkerhet, ROC: Liten



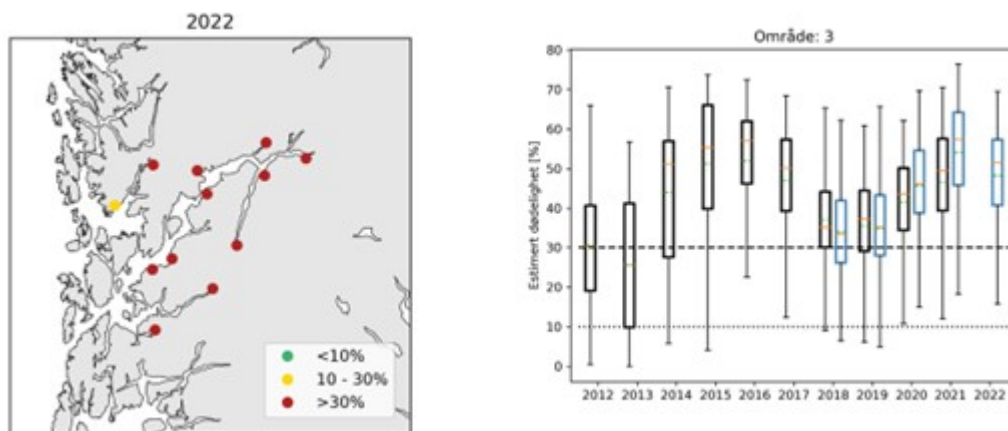
Figur 8. Samme som figur 2, men for produksjonsområde 3.

Virtuell postsmolt

Produksjonsområde 3 er vurdert til å ha høy dødelighet som følge av lakselus. Den estimerte dødeligheten har liten variabilitet mellom elvene, da 92% av elvene har samme kategorisering som for hele produksjonsområdet (Figur 9). Fordelingen av lus på fisk i tidsrommet 2012 – 2022 viser at det modellerte lusepresset i utvandningsperioden til villfisk er kategorisert som høyt over mange år (Figur 9). Den kategoriserte dødeligheten for hele området blir kategorisert som høy også for tidlig og sen utvandrende fisk og for fisk med høyere og lavere toleranse for lakselus. Usikkerheten til kategoriseringen i PO3 er derfor vurdert som liten.

Konklusjon, VPS: Høy

Usikkerhet, VPS: Liten



Figur 9. Samme som figur 3, men for produksjonsområde 3.

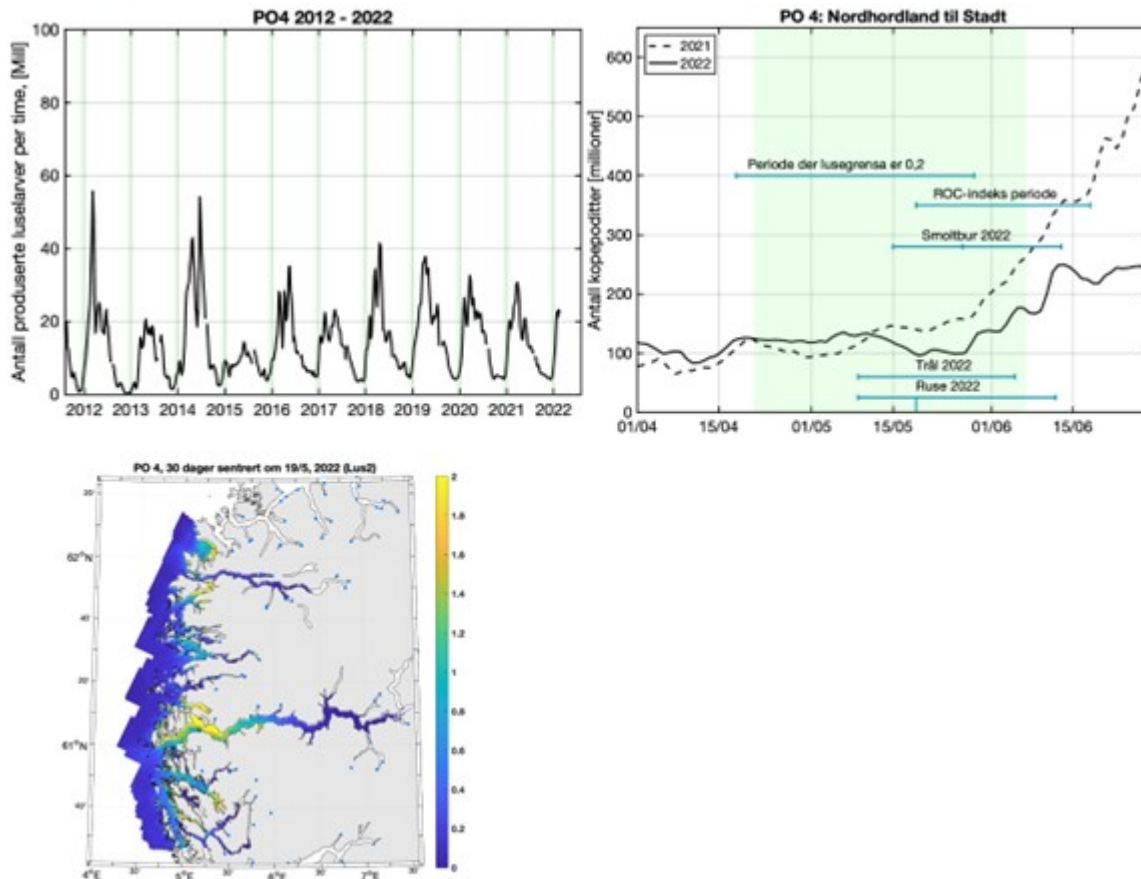
Tabell 4. Samme som tabell 2, men for produksjonsområde 3.

Elv	Elvenr.	2022				
		Normal	Tidlig	Sen	Høy	Lav
Etne	041.Z	40.2	37.0	43.7	26.8	48.8
Dalelva-Fjæraelva	042.3Z	49.3	48.4	52.6	34.1	57.0
Uskedalselva	045.2Z	46.7	43.7	51.8	32.5	54.6
Rosendal	045.4Z	46.6	43.7	51.8	32.3	54.5
Jondalselvi	047.2Z	54.3	52.8	58.3	39.3	61.4
Opo	048.Z	58.9	55.6	56.9	43.7	65.5
Kinso	050.1Z	58.3	54.6	57.5	43.1	65.0
Eio	050.Z	59.1	55.6	56.7	43.8	65.6
Granvin	052.1Z	58.6	54.6	57.3	43.4	65.3
Steinsdal	052.7Z	54.8	53.0	58.5	39.8	61.9
Oselva	055.7Z	29.7	26.7	37.6	19.4	38.5
Tysse	055.Z	39.6	35.7	49.5	26.7	48.0

3.4 - Produksjonsområde 4: Nordhordland til Stadt

Geografisk fordeling av lakselus

Generelt lave til moderate konsentrasjoner av smittsomme lakseluskoepoditter i hele området i 2022, men også områder med høye konsentrasjoner, spesielt i ytre strøk.



Figur 10. Samme som figur 1, men for produksjonsområde 4.

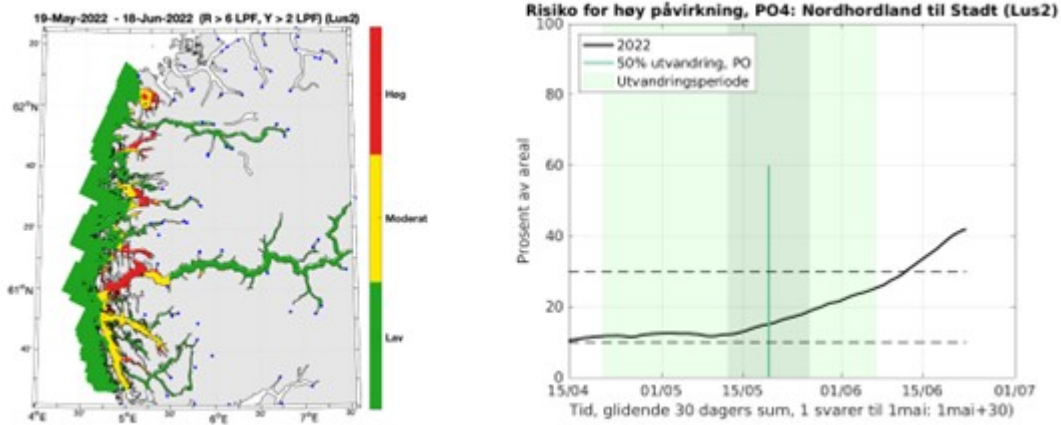
ROC

Antatt midtpunkt for utvandring fra hele produksjonsområdet er estimert til 18. mai (gjennomsnitt av de 40 elvene i produksjonsområdet).

Det kalibrerte smittepresset er moderat til høyt i ytre deler av området i 2022. Laksesmoltene som vandret ut fra elvene ble trolig påvirket i betydelig grad av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Indeksen for risiko for høy påvirkning er moderat i 2022 (15%, som betyr at i 15% av produksjonsområdet er smittepresset så høyt at fisk som befinner seg der i 30 dager vil få på seg en potensielt dødelig dose, avhengig av størrelsen på fisken). Indeksen varierer noe rundt midtpunktet for utvandring (12 – 19%), men holder seg i kategorien moderat (mellom 10 og 30%) i hele den antatte utvandningsperioden.

Konklusjon, ROC: Moderat

Usikkerhet, ROC: Liten



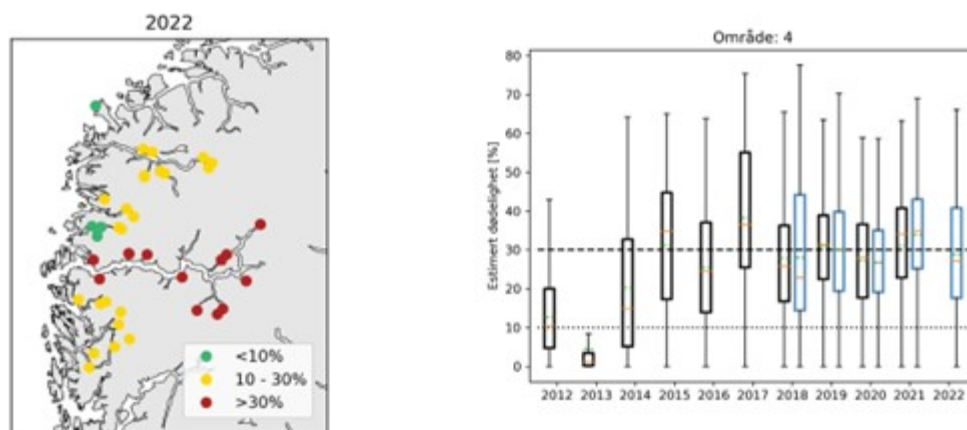
Figur 11. Samme som figur 2, men for produksjonsområde 4.

Virtuell postsmolt

Produksjonsområde 4 er vurdert til å ha moderat dødelighet som følge av lakselus. Den estimerte dødeligheten har stor variabilitet mellom elvene, da 58% av elvene har samme kategorisering som for hele produksjonsområdet (Figur 12). Fordelingen av lus på fisk i tidsrommet 2012 – 2022 viser at det modellerte lusepresset i utvandningsperioden til villfisk svinger mellom moderat og høyt over tid (Figur 12). Den kategoriserte dødeligheten for hele området blir kategorisert som moderat også for tidlig utvandrende fisk og fisk med antatt høy toleranse for lakselus. Sent utvandrende fisk, samt fisk med antatt lav toleranse for lakselus blir kategorisert med høy dødelighet. Usikkerheten til kategoriseringen i PO4 er derfor vurdert som stor.

Konklusjon, VPS: Moderat

Usikkerhet, VPS: Stor



Figur 12. Samme som figur 3, men for produksjonsområde 4.

Tabell 5. Samme som tabell 2, men for produksjonsområde 4.

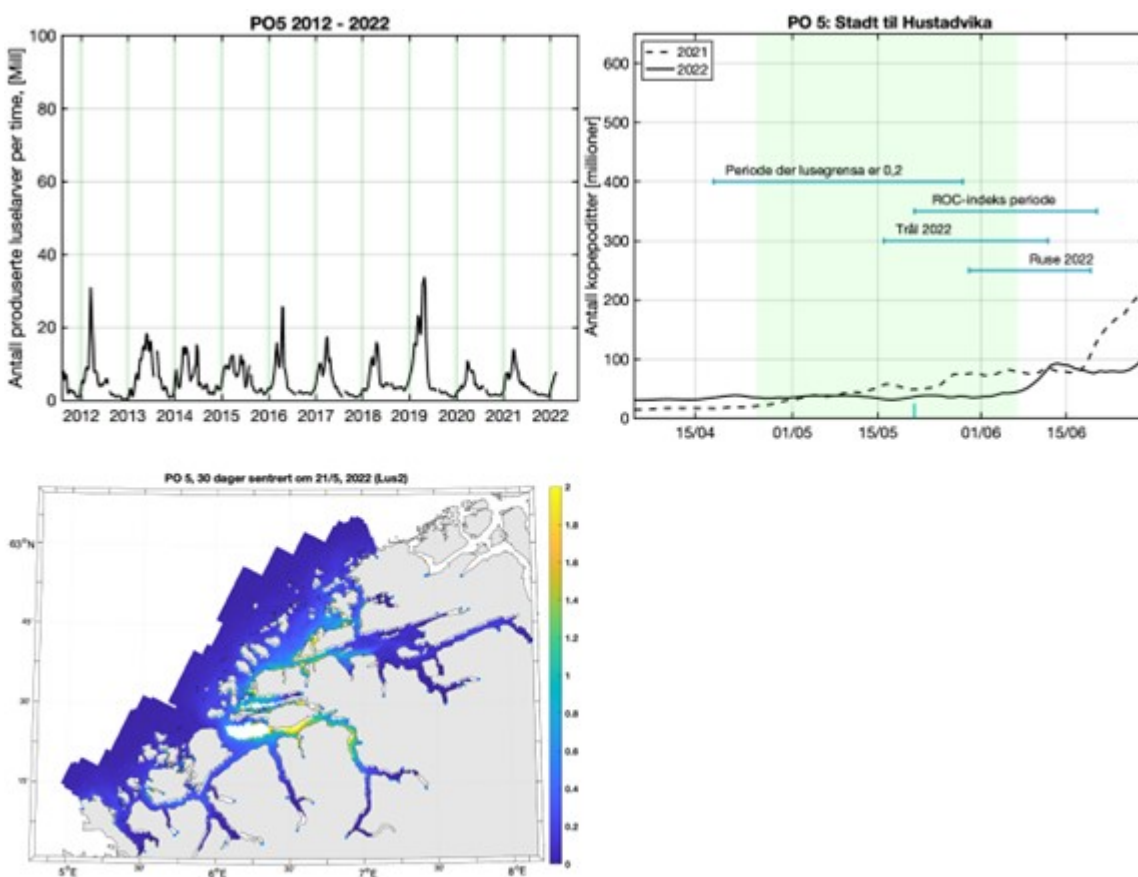
Elv	Elvenr.	2022				
		Normal	Tidlig	Sen	Høy	Lav
Lone	060.4Z	28.5	31.4	28.9	18.3	37.5
Storelva	061.2Z	28.8	31.2	28.3	18.5	37.8
Daleelva	061.Z	27.4	31.6	30.7	17.5	36.5
Vosso	062.Z	27.5	30.8	30.6	17.6	36.6
Ekso	063.Z	27.7	31.1	30.4	17.7	36.8
Modalselva	064.Z	27.6	31.2	30.3	17.7	36.6
Haugsdalsvassdraget	067.2Z	26.4	27.5	31.0	16.8	35.6
Matrevassdraget	067.3Z	26.5	27.4	30.9	16.9	35.7
Frøyset	067.6Z	22.3	24.3	27.5	14.1	31.3
Storelva -Brekkeelva	069.31Z	40.3	39.1	43.3	26.9	48.9
Vikja	070.Z	49.5	47.7	48.4	34.4	57.1
Nærøydal	071.Z	49.2	49.6	48.3	34.1	56.9
Flåm	072.2Z	49.3	49.6	48.4	34.3	57.0
Aurland	072.Z	48.9	49.6	48.8	33.8	56.6
Lærdal	073.Z	49.0	49.8	49.1	33.9	56.7
Mørkrivassdraget	075.4Z	48.6	49.4	50.9	33.5	56.4
Sogndal	077.3Z	49.2	49.8	48.3	34.2	56.9
Åroey	077.Z	49.1	49.7	48.3	34.0	56.8
Daleelva	079.Z	48.4	46.7	48.7	33.5	56.2
Hovlandselva - Indredal	080.1Z	46.5	45.3	47.9	31.8	54.6
Ytredalselva	080.21Z	46.6	45.4	47.9	31.8	54.6
Bøelva	080.4Z	39.5	37.5	44.2	26.3	48.1
Dals	082.5Z	9.7	8.5	14.6	5.8	16.4
Flekkje	082.Z	9.5	8.6	14.4	5.7	16.1
Kvam	083.2Z	21.7	20.0	26.5	13.7	30.7
Rivedalselva	083.4Z	9.5	8.6	14.2	5.7	16.2
Gaula	083.Z	21.9	20.1	26.6	13.8	30.9
Nausta	084.7Z	22.0	20.3	26.9	13.9	31.0
Jølstra	084.Z	22.3	20.1	27.3	14.1	31.3
Osenelva	085.Z	20.3	19.0	24.3	12.8	29.2
Hopselva	086.8Z	19.2	22.1	20.2	12.1	27.8
Åelva	086.Z	19.2	22.1	20.5	12.1	27.8
Ryggelva	087.1Z	18.7	21.7	20.1	11.8	27.3
Gloppen	087.Z	19.0	21.7	20.3	11.9	27.6
Olden	088.1Z	19.7	20.3	21.4	12.4	28.2
Loen	088.2Z	19.6	20.2	21.5	12.3	28.2
Stryn	088.Z	19.3	20.4	21.3	12.1	27.8

		2022				
Hjalma	089.4Z	17.5	19.6	19.0	10.9	25.8
Eidselva	089.Z	17.5	19.9	19.2	10.9	25.8
Ervikelva	091.3Z	2.4	2.4	3.0	1.2	5.8

3.5 - Produksjonsområde 5: Stadt til Hustadvika

Geografisk fordeling av lakselus

Generelt lave konsentrasjoner av smittsomme lakselusokopoditter i hele området i 2022, men med enkelte områder med høye konsentrasjoner, spesielt i midtre strøk.



Figur 13. Samme som figur 1, men for produksjonsområde 5.

ROC

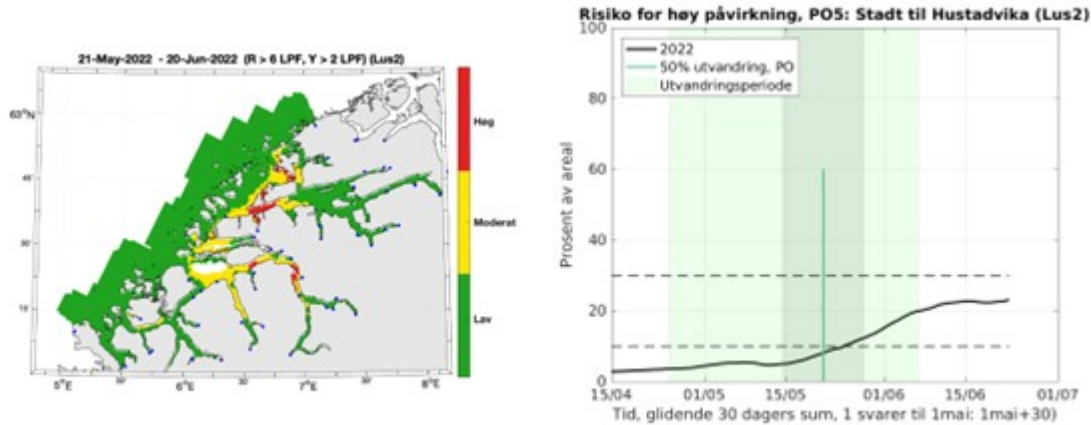
Antatt midtpunkt for utvandring fra hele produksjonsområdet er estimert til 20. mai (gjennomsnitt av de 44 elvene i produksjonsområdet).

Det kalibrerte smittepresset er lavt til moderat i store deler av området i 2022, og laksesmolten som vandret ut fra elvene ble trolig påvirket i liten til moderat grad av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Indeksen for risiko for høy påvirkning er lav i 2021 (8%, som betyr at i 8% 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 (5 – 12% i løpet av to uker) og krysser grensen til kategorien moderat få dager etter antatt midtpunkt for utvandring.

Konklusjon, ROC: Lav

Usikkerhet, ROC: Middels



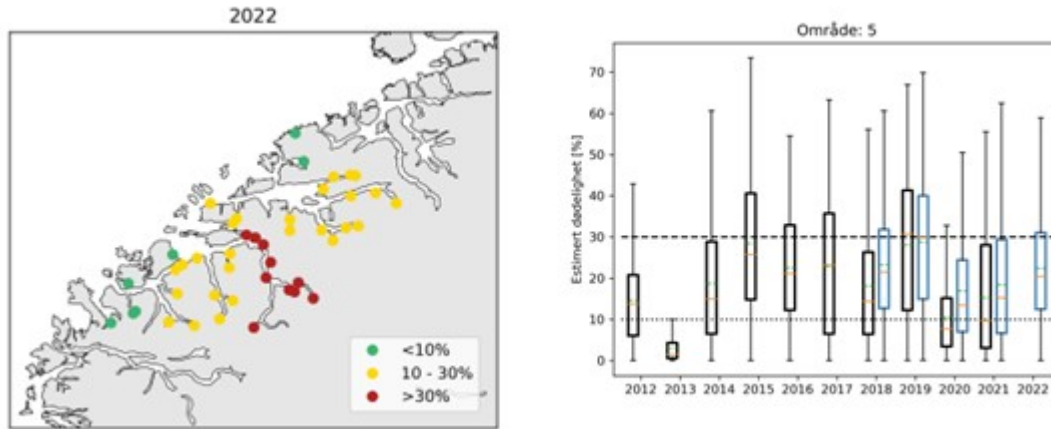
Figur 14. Samme som figur 2, men for produksjonsområde 5.

Virtuell postsmolt

Produksjonsområde 5 er vurdert til å ha moderat dødelighet som følge av lakselus. Den estimerte dødeligheten har stor variabilitet mellom elvene, da 61% av elvene har samme kategorisering som for hele produksjonsområdet (Figur 15). Fordelingen av lus på fisk i tidsrommet 2012 – 2022 viser at det modellerte lusepresset i utvandningsperioden til villfisk er kategorisert som moderat de siste 5 år (Figur 15). Den kategoriserte dødeligheten for hele området blir kategorisert som moderat også for tidlig og sent utvandrende fisk, samt for fisk med antatt høy toleranse for lakselus. Fisk med antatt lav toleranse for lakselus blir kategorisert med høy dødelighet. Usikkerheten til kategoriseringen i PO5 er derfor vurdert som middels.

Konklusjon, VPS: Moderat

Usikkerhet, VPS: Middels



Figur 15. Samme som figur 3, men for produksjonsområde 5.

Tabell 6. Samme som tabell 2, men for produksjonsområde 5.

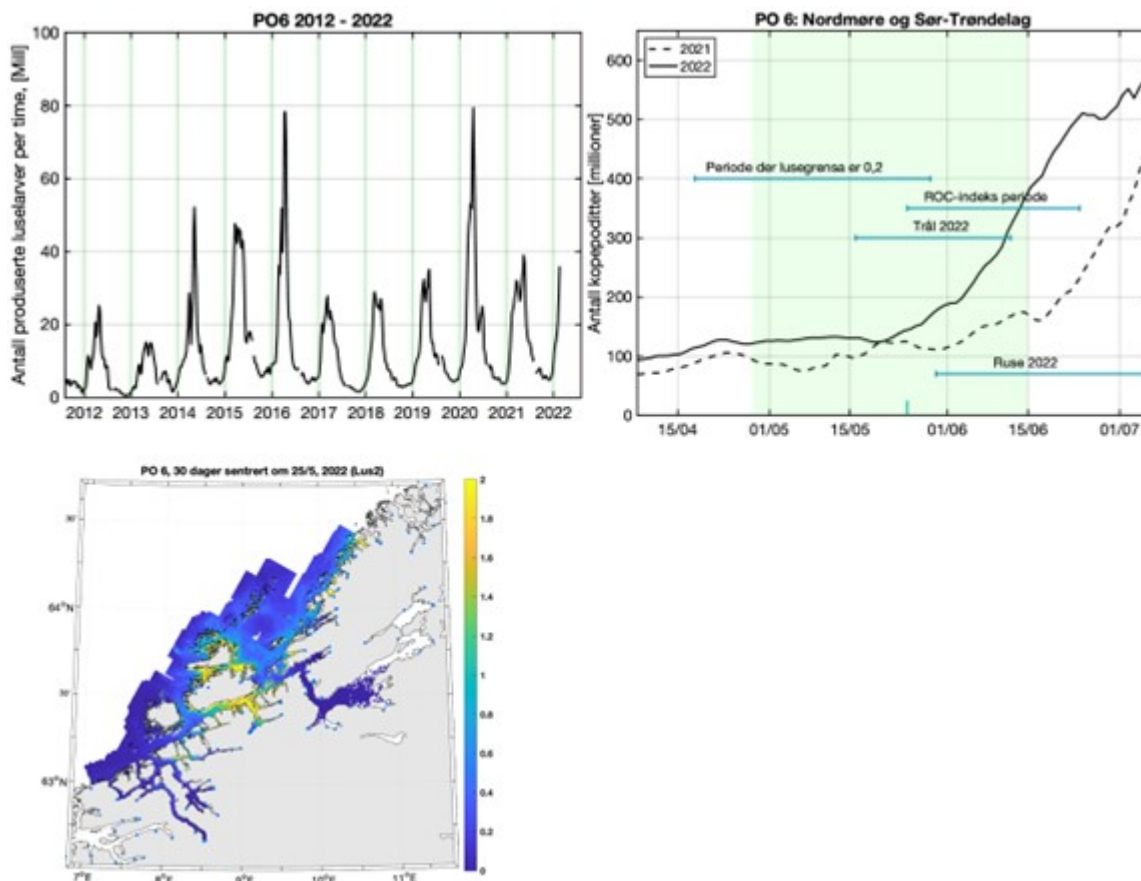
Elv	Elvenr.	2022				
		Normal	Tidlig	Sen	Høy	Lav
Storelva	102.2Z	19.0	12.4	22.5	11.9	27.5
Skorgelva	102.5Z	18.4	12.9	25.0	11.5	27.0
Tressa	102.6Z	18.7	13.1	26.0	11.7	27.4
Måna	103.1Z	20.1	14.7	27.0	12.7	29.0
Innfjordselva	103.2Z	20.5	15.0	27.5	12.9	29.3
Isavassdraget	103.4Z	21.0	15.6	27.9	13.3	29.8
Rauma	103.Z	20.9	15.4	27.8	13.2	29.8
Mittetelva	104.1Z	22.7	17.1	29.5	14.4	31.7
Visa	104.2Z	26.3	20.5	32.4	16.9	35.4
Eira	104.Z	27.7	21.9	33.4	17.8	36.8
Røa	105.1Z	19.9	14.0	26.9	12.5	28.6
Olteråa	105.3Z	21.4	15.0	28.5	13.5	30.2
Oppdøselva	105.4Z	20.1	14.1	27.3	12.7	29.0
Oselva	105.Z	23.9	18.2	30.4	15.2	32.9
Sylte	107.3Z	7.9	5.7	13.0	4.6	14.4
Hustad	107.6Z	1.1	0.9	2.6	0.4	3.1
Åheim	092.Z	4.6	4.4	6.3	2.5	9.5
Oselva	093.2Z	7.8	7.3	10.8	4.6	14.2
Norddalselva	093.3Z	7.8	7.3	10.7	4.6	14.1
Austefjord	094.4Z	15.1	13.3	19.1	9.4	23.6
Stigedalselva	094.Z	15.0	13.3	19.1	9.3	23.5
Storelva	095.3Z	10.7	11.8	13.1	6.5	18.1
Storelva	095.41Z	10.1	11.5	12.6	6.1	17.3
Barstadvik	095.4Z	12.2	13.2	15.8	7.4	19.8

		2022				
Ørsta	095.Z	13.2	13.1	16.6	8.1	21.1
Hareid	096.1Z	6.3	8.1	7.6	3.6	12.1
Vågselva	096.41Z	7.6	7.2	10.6	4.4	13.9
Bondal	097.1Z	21.4	21.0	27.1	13.5	30.4
Vikelva	097.2Z	21.8	20.6	28.4	13.8	30.8
Norangdal	097.4Z	21.6	20.9	27.8	13.7	30.7
Aureelva	097.72Z	25.4	25.5	26.9	16.1	34.6
Velledal	097.7Z	28.0	28.1	28.1	17.9	37.1
Stranda	098.3Z	43.9	41.5	42.5	29.8	52.2
Korsbrekk	098.6Z	44.6	43.1	44.7	30.2	52.7
Eidsdalselva	099.1Z	44.5	42.6	43.5	30.2	52.6
Norddalsvassdraget	099.2Z	44.4	42.5	43.7	30.1	52.6
Tafjordvassdraget	099.Z	44.1	42.9	44.2	29.8	52.3
Stordalselva	100.2Z	41.3	39.3	39.8	27.6	49.8
Vagsvikelva	100.3Z	37.8	36.4	36.4	24.9	46.6
Valldal	100.Z	44.0	42.9	43.8	29.8	52.2
Ørskog	101.1Z	34.9	33.9	34.0	22.8	43.9
Solnør	101.2Z	33.4	32.0	33.2	21.7	42.5
Tennfjord	101.6Z	19.2	16.0	19.7	12.0	28.1
Hildre	102.11Z	10.5	7.8	10.9	6.3	17.8

3.6 - Produksjonsområde 6: Nordmøre til Sør-Trøndelag

Geografisk fordeling av lakselus

Generelt lave til moderate konsentrasjoner av smittsomme lakseluskoepoditter i hele området, men med høye konsentrasjoner i området rundt Hitra og Frøya. Totalt i området var mengden koepoditter i 2022 sterkt økende fra slutten av mai og utover sommeren.



Figur 16. Samme som figur 1, men for produksjonsområde 6.

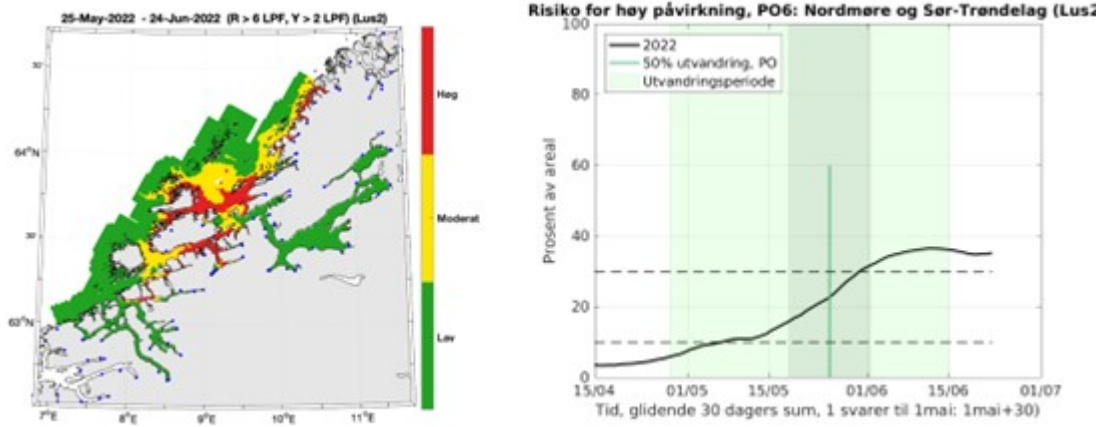
ROC

Antatt midtpunkt for utvandring fra hele produksjonsområdet er estimert til 25. mai (gjennomsnitt av de 62 elvene i produksjonsområdet).

Det kalibrerte smittepresset er moderat til høyt i områdene rundt utløpet av Trondheimsfjorden i 2022, og laksesmolten som vandret ut ble trolig påvirket i moderat til stor grad. Indeksen for risiko for høy påvirkning er moderat i 2022 (23%, som betyr at i 23% 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 (16 – 32%), og stiger til høy ved slutten av to-ukersperioden rundt antatt midtpunkt for utvandring.

Konklusjon, ROC: Moderat

Usikkerhet, ROC: Stor



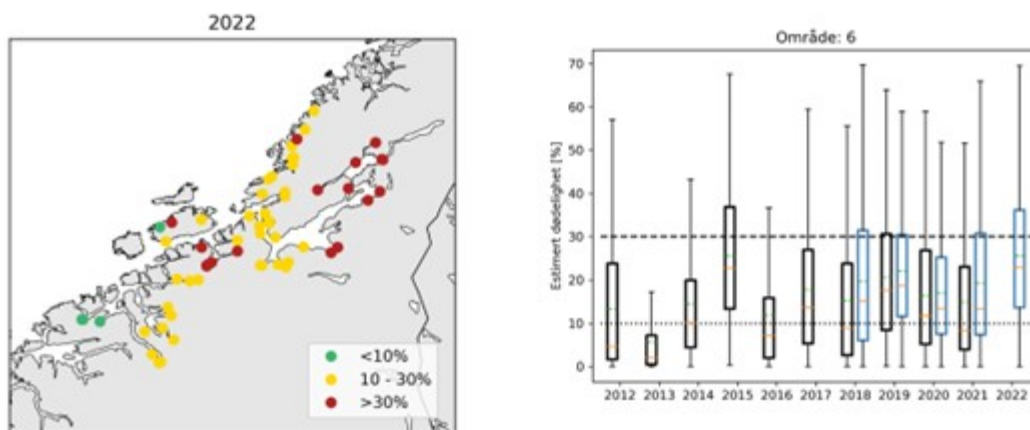
Figur 17. Samme som figur 2, men for produksjonsområde 6.

Virtuell postsmolt

Produksjonsområde 6 er vurdert til å ha moderat dødelighet som følge av lakselus. Den estimerte dødeligheten har stor variabilitet mellom elvene, da 63% av elvene har samme kategorisering som for hele produksjonsområdet (Figur 18). Fordelingen av lus på fisk i tidsrommet 2012 – 2022 viser at det modellerte lusepresset i utvandningsperioden til villfisk svinger innenfor moderat kategori siden 2014 (Figur 18). Den kategoriserte dødeligheten for hele området blir kategorisert som moderat også for tidlig og sen utvandrende fisk og for fisk med høyere toleranse for lakselus. For fisk med antatt lavere toleranse for lakselus blir dødeligheten estimert som høy. Usikkerheten til kategoriseringen i PO6 er derfor vurdert som middels.

Konklusjon, VPS: Moderat

Usikkerhet, VPS: Middels



Figur 18. Samme som figur 3, men for produksjonsområde 6.

Tabell 7. Samme som tabell 2, men for produksjonsområde 6.

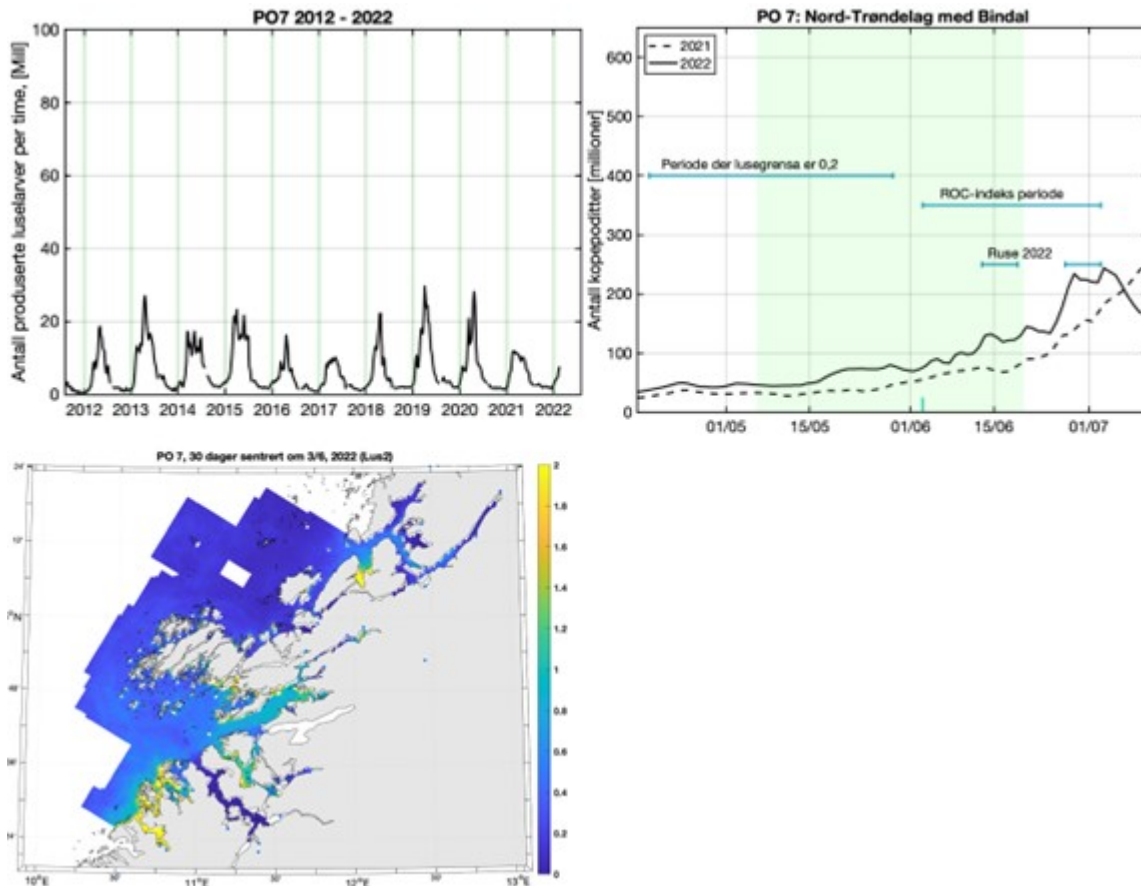
Elv	Elvenr.	2022				
		Normal	Tidlig	Sen	Høy	Lav
Vasskordelva	108.221Z	1.9	2.0	4.2	0.8	5.0
Vågsbø	108.2Z	1.9	2.0	4.1	0.8	5.0
Batnfjordelva	108.3Z	3.2	3.1	4.5	1.6	7.1
Usma	109.4Z	11.2	9.2	13.3	6.8	18.8
Litledalselva	109.5Z	11.5	9.4	13.6	7.0	19.2
Driva	109.Z	11.4	9.4	13.8	6.9	19.0
Viddalselva	111.4Z	13.9	11.7	19.9	8.5	21.8
Søya	111.7Z	13.8	11.7	20.2	8.5	21.7
Toåa	111.Z	14.4	11.9	20.6	8.9	22.4
Bøvra	112.3Z	13.8	11.5	20.0	8.5	21.6
Surna	112.Z	14.1	11.7	20.3	8.7	22.0
Staursetbekken	113.5Z	24.8	22.7	30.5	15.8	33.8
Todalselva	113.6Z	24.3	22.5	30.1	15.5	33.3
Fjelna	113.Z	24.7	23.0	30.6	15.7	33.7
Åelva	116.Z	46.2	40.2	51.6	31.5	54.2
Lakselva totalt	117.1Z	23.0	20.1	30.9	14.6	31.7
Kvernavassdraget totalt	117.23Z	19.0	16.9	24.2	12.0	27.0
Sagelva	117.3Z	9.2	8.9	10.7	5.5	15.7
Grytelvassdraget	117.4Z	32.2	30.1	37.2	21.3	40.6
Haugelva	119.11Z	45.1	39.1	51.7	31.0	53.2
Søa	119.1Z	45.2	39.1	51.6	31.1	53.3
Hagaelva	119.2Z	45.0	38.8	51.3	30.9	53.1
Hollaelva	119.3Z	44.9	38.4	51.3	30.8	53.0
Snilldalselva	119.42Z	46.6	41.4	52.7	32.4	54.5
Bergselva	119.4Z	46.6	41.1	52.7	32.4	54.6
Slørdalselva	119.61Z	27.4	24.0	30.5	17.7	36.1
Fremstadelva	119.9Z	22.7	18.6	30.2	14.5	31.4
Størdalselva	120.1Z	24.8	19.8	31.3	16.0	33.4
Lena	120.2Z	25.3	20.7	31.9	16.5	33.9
Skjenaldelva	121.1Z	26.6	21.4	33.0	17.5	35.2
Orkla	121.Z	26.5	21.2	32.5	17.4	35.0
Børsa	122.1Z	27.5	21.5	33.2	18.2	36.0
Vigda	122.2Z	27.5	22.0	33.5	18.2	36.0
Gaula	122.Z	27.7	21.8	33.5	18.3	36.2
Homla	123.4Z	30.7	23.9	36.0	20.5	39.1
Nidelva	123.Z	28.6	22.3	34.0	18.9	37.0
Stjørdal	124.Z	31.5	24.5	36.8	21.0	39.8

		2022				
Levanger	126.6Z	34.0	28.5	42.4	22.8	42.2
Verdal	127.Z	34.6	29.9	45.1	23.2	42.9
Figga	128.3Z	37.1	31.3	48.7	25.0	45.5
Steinkjer	128.Z	37.0	31.8	48.3	24.8	45.3
Molleva	129.2Z	36.9	31.8	48.5	24.7	45.3
Follavassdraget	129.Z	34.5	29.4	44.2	23.1	42.8
Tangstadelva	130.32Z	34.1	29.1	42.7	22.9	42.4
Mossa	131.1Z	32.8	26.9	40.2	22.0	41.1
Prestelva	131.9Z	25.9	21.1	32.2	16.9	34.5
Flyta	132.1Z	25.8	20.7	32.3	16.8	34.4
Hasselvassdraget	132.2Z	24.6	20.5	31.4	15.9	33.2
Skauga	132.Z	25.6	20.7	32.1	16.7	34.2
Osaelva	133.2Z	26.0	20.6	32.4	17.0	34.6
Nordelva	133.3Z	26.1	20.7	32.5	17.1	34.7
Brekkelva	134.2Z	24.5	19.7	31.8	15.9	33.2
Teksdal	134.Z	17.5	12.9	21.1	11.1	25.8
Olden	135.1Z	18.6	14.3	21.7	11.8	26.8
Imselva	135.42Z	21.0	15.7	23.7	13.4	29.4
Grytelvassdraget	135.43Z	21.0	15.8	23.8	13.4	29.3
Stordalselva	135.Z	21.0	16.0	23.8	13.4	29.3
Norddalselva	135.Z	20.9	15.8	23.7	13.3	29.2
Håvikelva	136.31Z	28.8	22.0	34.5	18.6	37.6
Nordskjørelva	136.3Z	36.9	30.5	42.9	24.6	45.5
Storelva (Straumselva)	136.52Z	19.4	13.7	25.8	12.6	27.3
Steinsdal	137.2Z	16.6	13.5	22.6	10.4	25.1

3.7 - Produksjonsområde 7: Nord-Trøndelag med Bindal

Geografisk fordeling av lakselus

Høye konsentrasjoner av smittsomme lakseluskoepoditter i sørligste områder i 2022, ellers generelt lave til moderate konsentrasjoner med unntak av enkelte områder med forhøyede konsentrasjoner.



Figur 19. Samme som figur 1, men for produksjonsområde 7.

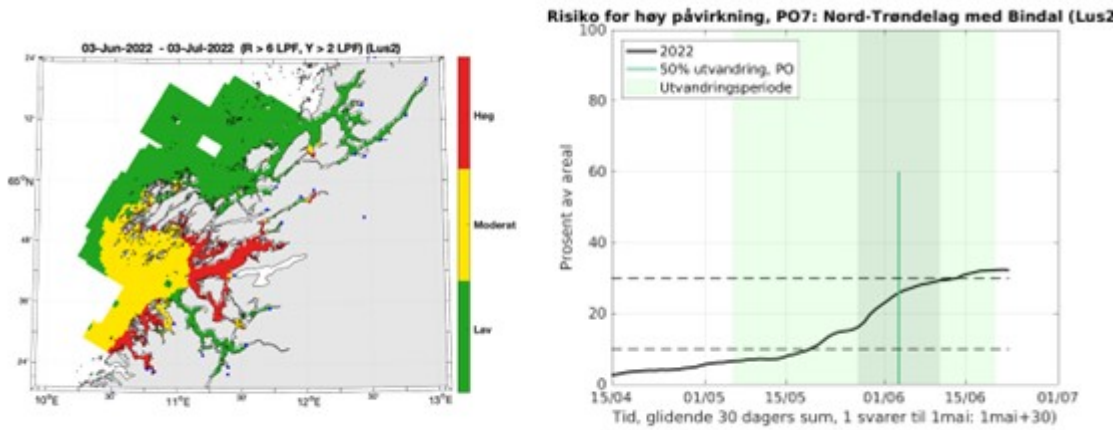
ROC

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 lavt nord for Vikna i 2022. Indeksen for risiko for høy påvirkning er moderat (25%, som betyr at i 25% 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 økende gjennom utvandningsperioden, men holder seg i kategorien moderat (16 – 29%) i de to ukene rundt antatt midtpunkt for utvandring.

Konklusjon, ROC: Moderat

Usikkerhet, ROC: Middels



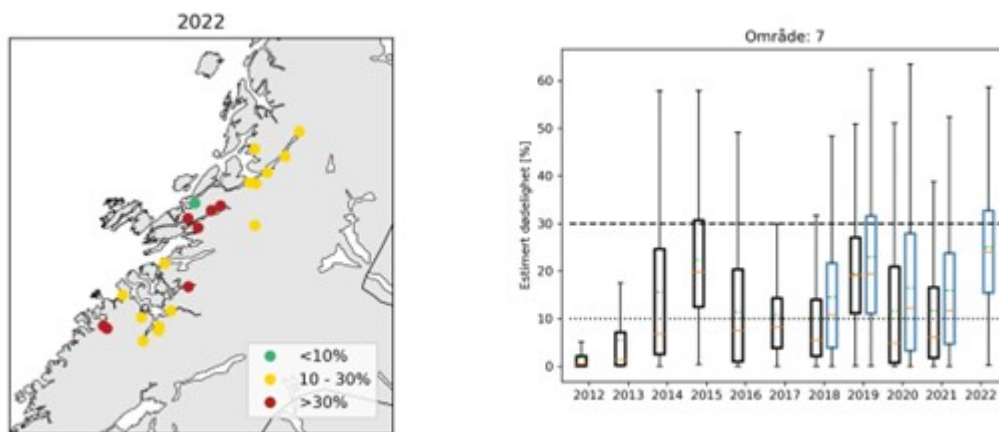
Figur 20. Samme som figur 2, men for produksjonsområde 7.

Virtuell postsmolt

Produksjonsområde 7 er vurdert til å ha moderat dødelighet som følge av lakselus. Den estimerte dødeligheten har stor variabilitet mellom elvene, da 64% av elvene har samme kategorisering som for hele produksjonsområdet (Figur 21). Fordelingen av lus på fisk i tidsrommet 2012 – 2022 viser at det modellerte lusepresset i utvandningsperioden til villfisk har variert mellom lavt og moderat (Figur 21). Den kategoriserte dødeligheten for hele området blir kategorisert som moderat også for tidlig og sen utvandrende fisk samt for fisk med høyere toleranse for lakselus. Den estimerte dødeligheten for fisk med lavere toleranse for lakselus er kategorisert som høy i 2022. Usikkerheten til kategoriseringen i PO7 er derfor vurdert som middels.

Konklusjon, VPS: Moderat

Usikkerhet, VPS: Middels



Figur 21. Samme som figur 3, men for produksjonsområde 7.

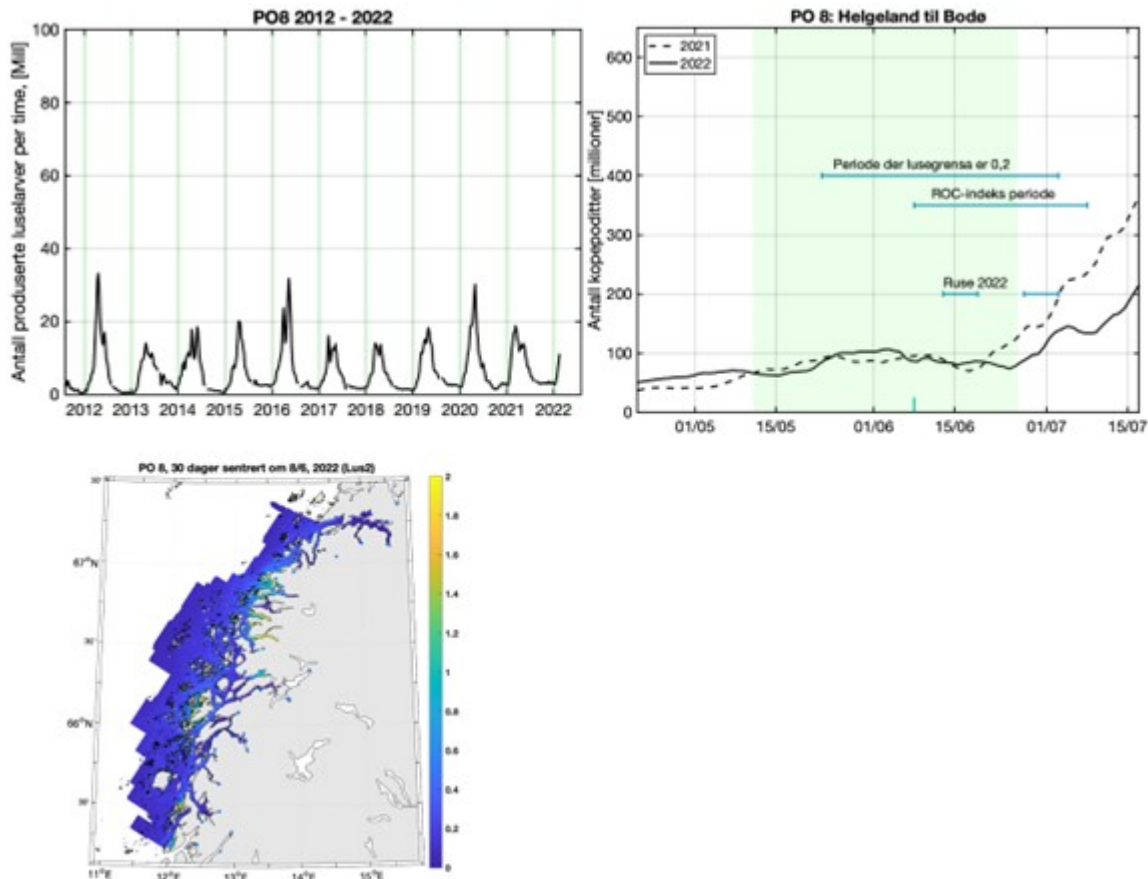
Tabell 8. Samme som tabell 2, men for produksjonsområde 7.

Elv	Elvenr.	2022				
		Normal	Tidlig	Sen	Høy	Lav
Skjellåa	137.4Z	35.3	32.1	42.1	23.3	44.1
Storelva Jøssund	137.5Z	40.2	37.1	45.2	26.8	48.7
Sitterelva	137.72Z	28.0	22.7	30.8	18.0	36.9
Oksdøla	138.3Z	17.3	13.2	21.5	10.8	25.6
Aursunda	138.5Z	17.4	14.2	21.2	10.9	25.8
Bogna	138.6Z	17.6	14.8	21.0	11.0	26.0
Årgård	138.Z	17.3	13.7	21.0	10.8	25.6
Namsen	139.Z	17.8	14.8	20.8	11.2	26.3
Vettruselva	140.3Z	36.5	32.4	41.1	24.1	45.3
Salvassdraget	140.Z	25.0	19.3	31.1	15.9	34.1
Kvistelva	141.4Z	36.7	30.1	43.4	24.5	45.3
Kongsmo	142.3Z	18.7	17.9	17.3	11.7	27.3
Sjølstadelva	142.6Z	41.5	34.3	48.0	28.3	49.8
Nordmarkselva -Åforelva	142.71Z	39.6	32.1	45.9	26.8	48.0
Horvelva	143.532Z	36.9	30.0	44.0	24.8	45.5
Storelva	143.7Z	5.7	3.7	8.9	3.2	11.1
Terråkelva	144.4Z	18.3	17.8	17.0	11.5	26.9
Urvollelva	144.5Z	20.5	21.5	17.9	12.9	29.0
Bogelva	144.61Z	21.1	24.0	19.3	13.4	29.4
StorelvTosb	144.7Z	21.1	25.3	19.8	13.4	29.5
Åbjøra	144.Z	19.8	19.7	17.2	12.4	28.3
Eide	145.2Z	16.5	15.3	15.3	10.3	24.9

3.8 - Produksjonsområde 8: Helgeland til Bodø

Geografisk fordeling av lakselus

Konsentrasjonen av smittsomme lakseluskoepoditter var generelt lavt i 2022, men med enkelte lokale områder med moderate til høye konsentrasjoner.



Figur 22. Samme som figur 1, men for produksjonsområde 8.

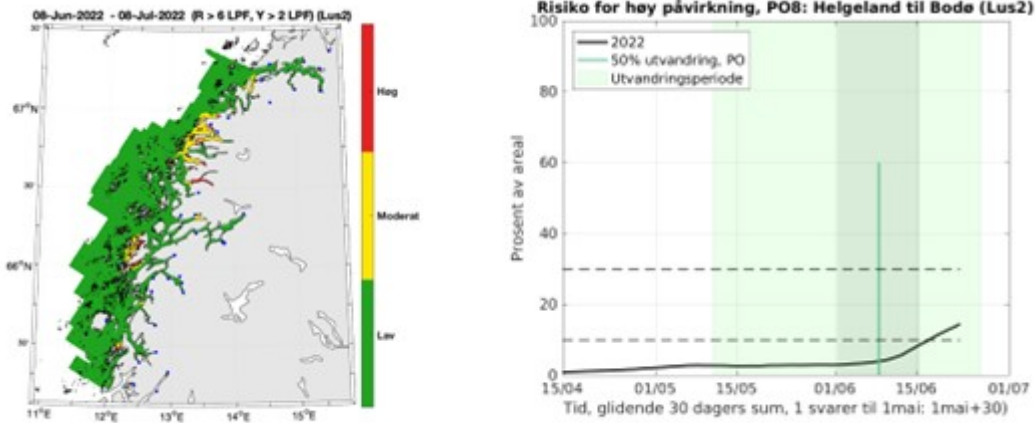
ROC

Antatt midtpunkt for utvandring fra hele produksjonsområdet er estimert til 8. juni (gjennomsnitt av de 30 elvene i produksjonsområdet).

Det kalibrerte smittepresset er generelt lavt i området i 2022, bortsett fra noen lokale områder med moderat smittepress. Laksesmolten som vandret ut, vil trolig ha blitt påvirket kun i liten grad av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Indeksen for risiko for høy påvirkning er lav (4%, som betyr at i 4% av produksjonsområdet er smittepresset så høyt at fisk som befinner seg der i 30 dager vil få på seg en potensielt dødelig dose, avhengig av størrelsen på fisken).

Konklusjon, ROC: Lav

Usikkerhet, ROC: Liten



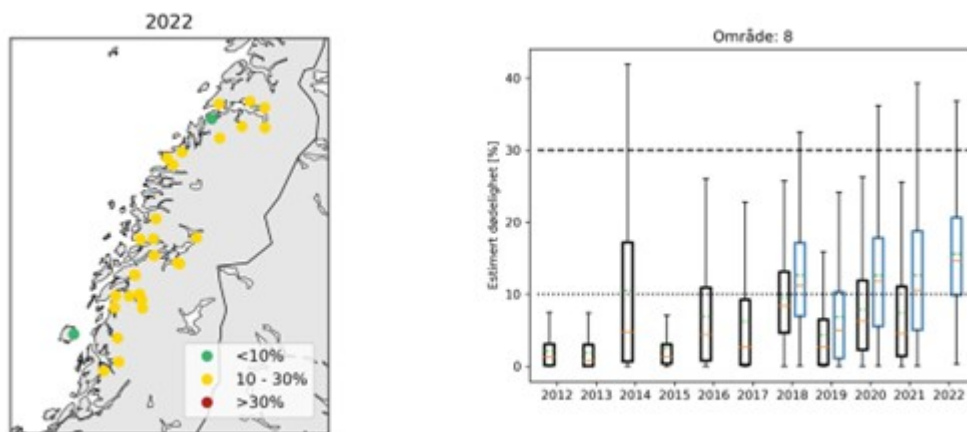
Figur 23. Samme som figur 6, men for produksjonsområde 8.

Virtuell postsmolt

Produksjonsområde 8 er vurdert til å ha moderat dødelighet som følge av lakselus. Den estimerte dødeligheten har liten variabilitet mellom elvene, da 93% av elvene har samme kategorisering som for hele produksjonsområdet (Figur 24). Fordelingen av lus på fisk i tidsrommet 2012 – 2022 viser at det modellerte lusepresset i utvandningsperioden til villfisk er økende og generelt høyere i *Lus2* enn i *Lus* (Figur 24). Den kategoriserte dødeligheten for hele området blir kategorisert som moderat også for tidlig og sen utvandrende fisk, samt for fisk med lavere toleranse for lakselus. For fisk med høy toleranse for lakselus er den estimerte dødeligheten kategorisert som lav. Usikkerheten til kategoriseringen i PO8 er derfor vurdert som middels.

Konklusjon, VPS: Moderat

Usikkerhet, VPS: Middels



Figur 24. Samme som figur 3, men for produksjonsområde 8.

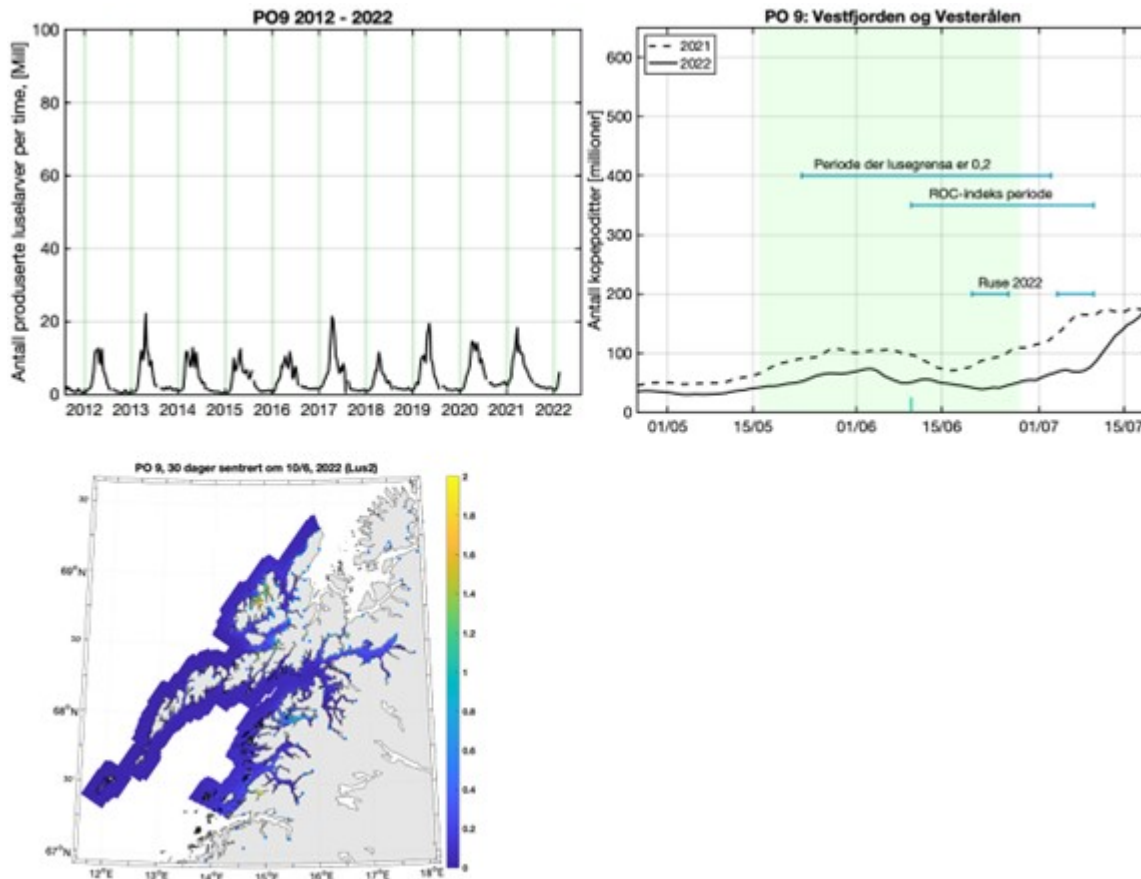
Tabell 9. Samme som tabell 2, men for produksjonsområde 8.

Elv	Elvenr.	2022				
		Normal	Tidlig	Sen	Høy	Lav
Fersetelva	147.3Z	5.5	5.0	4.7	3.1	11.0
Saus	148.2Z	11.7	11.7	10.5	7.2	19.4
Lomselva	148.Z	10.5	10.7	9.5	6.3	17.9
Lakselva	149.2Z	11.8	11.3	11.2	7.2	19.5
Hestdalselva	149.61Z	15.0	16.7	15.0	9.3	23.3
Halsaelva	149.6Z	15.1	16.9	15.2	9.4	23.5
Storelva	149.8Z	12.2	14.7	11.0	7.5	19.9
Hundåla	151.1Z	12.4	14.4	11.6	7.6	20.0
Vefсна	151.Z	12.4	13.6	12.2	7.6	20.1
Drevja	152.2Z	12.1	13.9	11.9	7.4	19.8
Fusta	152.Z	12.4	13.6	12.2	7.6	20.1
Leirelva	153.22Z	24.1	21.9	26.6	15.3	33.2
Stillelva -Ranelva	153.3Z	23.9	22.2	26.4	15.2	33.1
Bardalselva	153.6Z	16.7	15.6	18.4	10.4	25.3
Bjerka til Stupfossen	155.4Z	17.0	16.2	19.6	10.6	25.7
Røssåga	155.Z	17.1	16.2	19.8	10.7	25.8
Rana	156.Z	16.9	16.4	20.0*	10.6	25.6
Florstrandvatnvassdraget	157.42Z	21.9	22.4	22.1	13.8	31.0
Elv fra Silavatnet	157.52Z	17.0	16.3	17.9	10.6	25.7
Gjerval	159.21Z	25.3	24.9	27.1	16.1	34.4
Spilder	160.41Z	24.7	21.1	28.1	15.7	33.7
Reipåga	160.43Z	20.3	19.0	22.9	12.8	29.1
Elv fra laksådalsvatnet	160.71Z	10.1	9.2	11.7	6.1	17.3
Beiar	161.Z	11.4	10.4	16.9	6.9	18.9
Valnesforsen	162.1Z	9.1	7.8	12.9	5.4	16.0
Lakselva	162.7Z	13.4	11.2	19.8*	8.3	21.2
Saltdal	163.Z	13.8	11.5	19.9	8.5	21.6
Lakselv Valn	164.3Z	12.7	11.3	18.7	7.8	20.4
Sulitjelmavassdraget	164.Z	13.2	11.3	19.5	8.1	20.9
Breidelva -Futelva	165.2Z	10.4	9.1	14.8	6.3	17.7

3.9 - Produksjonsområde 9: Vestfjorden og Vesterålen

Geografisk fordeling av lakselus

Generelt lave konsentrasjoner av smittsomme lakseluskopoditter i hele området i 2022, med unntak av noen lokale områder med forhøyede konsentrasjoner.



Figur 25. Samme som figur 1, men for produksjonsområde 9.

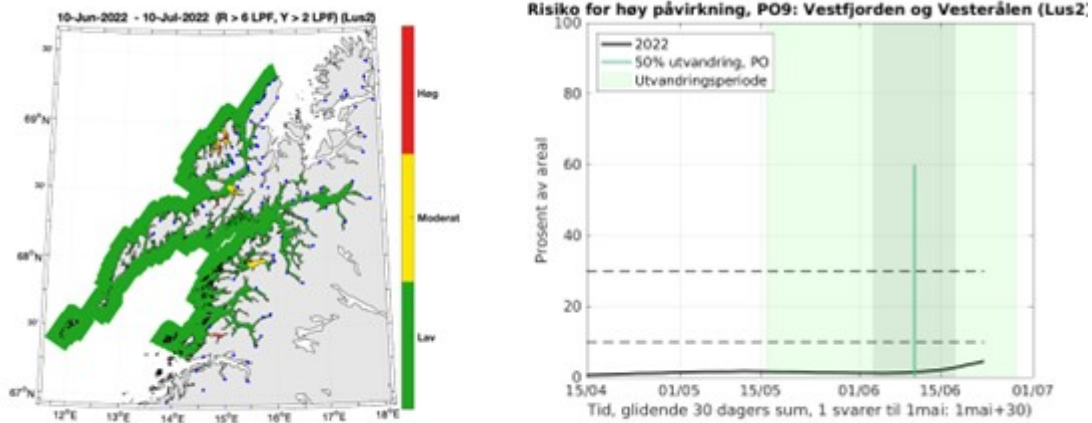
ROC

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 2022, 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 (2%, som betyr at i 2% av produksjonsområdet er smittepresset så høyt at fisk som befinner seg der i 30 dager vil få på seg en potensielt dødelig dose, avhengig av størrelsen på fisken). Indeksen varierer lite rundt midtpunktet for utvandring.

Konklusjon, ROC: Lav

Usikkerhet, ROC: Liten



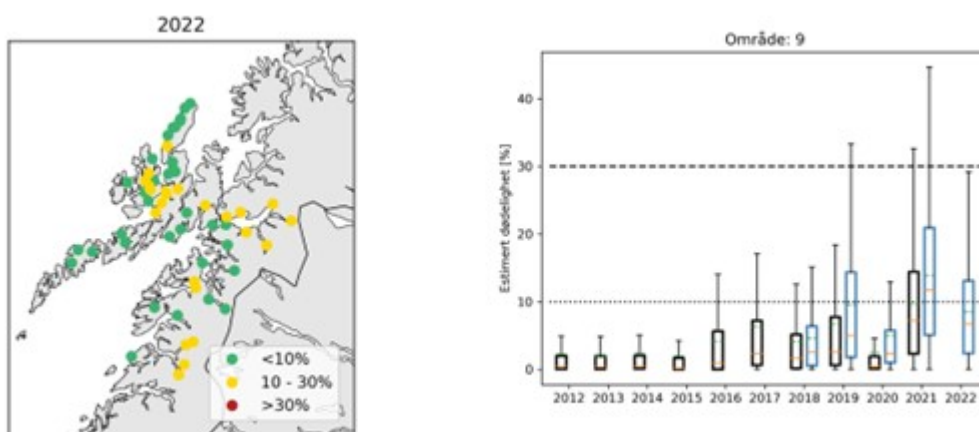
Figur 26. Samme som figur 2, men for produksjonsområde 9.

Virtuell postsmolt

Produksjonsområde 9 er vurdert til å ha lav dødelighet som følge av lakselus. Den estimerte dødeligheten har stor variabilitet mellom elvene, da 57% av elvene har samme kategorisering som for hele produksjonsområdet (Figur 27). Fordelingen av lus på fisk i tidsrommet 2012 – 2022 viser at det modellerte lusepresset i utvandningsperioden til villfisk er økende de siste 5-6 år (Figur 27). Den kategoriserte dødeligheten for hele området blir kategorisert som lav også for tidlig og sen utvandrende fisk samt for fisk med høyere toleranse for lakselus. For fisk med antatt lavere toleranse for lakselus er den estimerte dødeligheten kategorisert som moderat. Usikkerheten til kategoriseringen i PO9 er derfor vurdert som middels.

Konklusjon, VPS: Lav

Usikkerhet, VPS: Middels



Figur 27. Samme som figur 3, men for produksjonsområde 9.

Tabell 10. Samme som tabell 2, men for produksjonsområde 9.

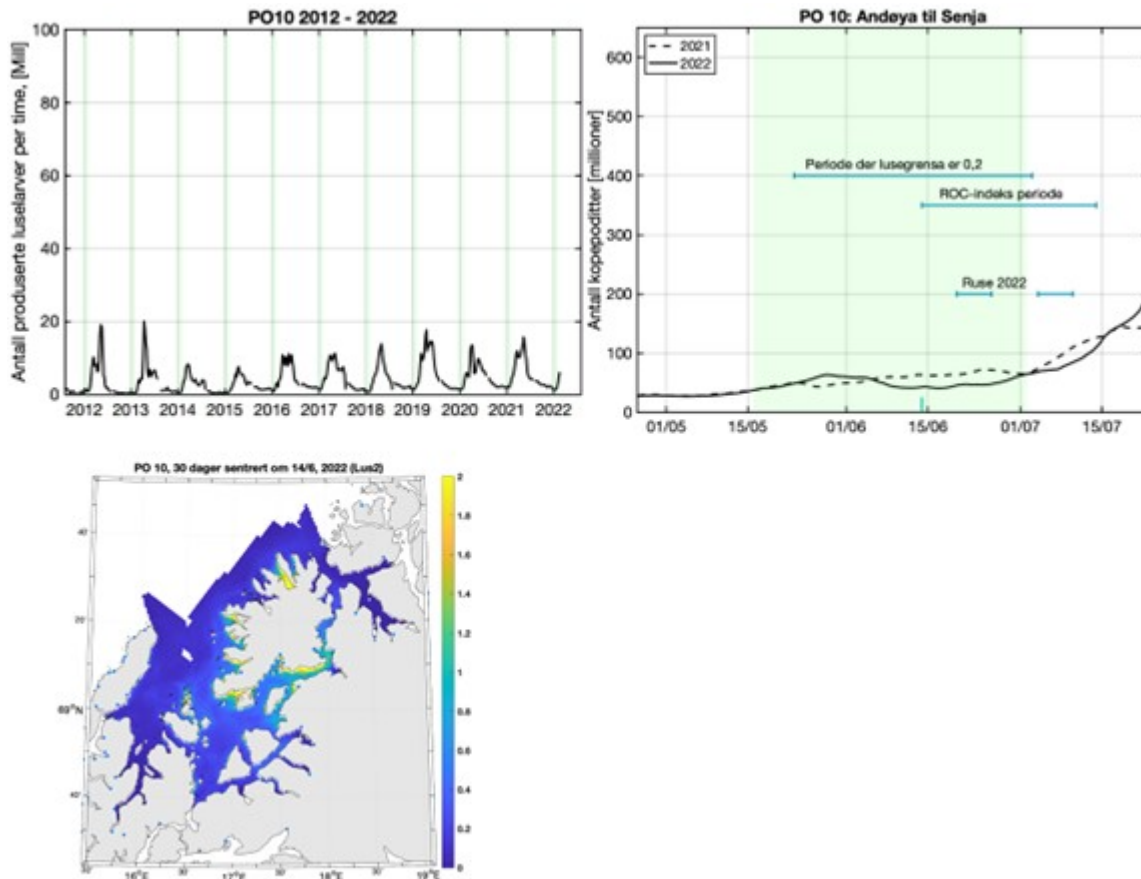
Elv	Elvenr.	2022				
		Normal	Tidlig	Sen	Høy	Lav
Fjære	165,7Z	6.2	5.1	7.1	3.5	11.5
Lakselva (Valjord)	166,3Z	11.2	11.1	15.5	6.9	18.3
Laksåga	166,5Z	11.3	11.2	15.4	7.0	18.5
Bonnåga	167,3Z	11.5	11.3	15.0	7.1	18.6
Kobbelv	167,Z	11.5	11.3	15.4	7.1	18.7
Hop	168,6Z	8.0	7.5	9.9	4.7	13.9
Skjelvereidelva	169,5Z	5.9	5.3	4.8	3.4	10.9
Storvasselva	170,3Z	20.2	19.7	23.1	13.0	29.2
Varpa	170,5Z	20.1	19.6	22.9	12.9	29.0
Forsåelva	171,1Z	4.2	3.6	5.0	2.1	8.7
Heiddejåkka	171,2Z	5.0	4.0	7.4	2.7	9.9
Austerdalselva	171,8Z	4.4	3.6	4.7	2.3	9.0
Hellemovassdraget	171,Z	5.2	4.2	7.7	2.8	10.2
Forså	172,Z	4.5	3.7	4.4	2.4	9.1
Kjeldelva	173,1Z	9.8	9.7	7.1	6.0	16.4
Råna	173,3Z	14.1	14.8	11.4	8.9	21.9
Skjoma	173,Z	14.2	16.8	12.7	9.0	22.1
Rombakselva	174,3Z	15.6	19.4	14.7	9.9	23.7
Elvegård	174,5Z	17.9	22.7	15.5	11.4	26.3
Laksåga	175,3Z	14.0	15.3	10.9	8.8	21.7
Tårstad	175,4Z	10.4	10.6	7.5	6.4	17.2
Storelva -Myklebostadvassdraget	176,2Z	7.3	6.6	4.8	4.2	12.9
Kongsvikelva	177,6Z	11.8	11.5	8.1	7.3	18.7
Sneis	177,73Z	3.0	2.7	2.4	1.5	6.6
Heggedal	177,7Z	3.3	2.8	2.4	1.7	7.0
Teinelva	177,81Z	1.8	1.6	1.7	0.7	4.5
Kaljordelva	178,3Z	22.2	21.0	22.6	14.3	31.2
Blokkelva	178,43Z	11.0	10.1	13.1	6.8	17.7
Kjerringnes	178,51Z	12.1	10.7	14.3	7.5	19.1
Osvoll	178,52Z	10.9	9.1	13.8	6.7	17.4
Sørdalselva	178,54Z	11.4	10.8	11.3	7.1	18.4
Rogsøy	178,62Z	5.0	3.9	7.1	2.7	9.8
Forfjord	178,63Z	5.5	4.5	8.2	3.1	10.6
Gårdselva	178,6Z	5.5	4.4	8.2	3.0	10.4
Buksnes	178,7Z	5.3	4.1	7.0	2.9	10.2
Lakselva	179,332Z	2.5	2.7	1.2	1.2	5.4
Grunnførfjordelva	179,73Z	0.3	0.2	0.4	0.0	1.2

		2022				
Heloselva	180,11Z	0.5	0.4	0.9	0.1	1.9
Elv fra Farstadvatnet	180,4Z	1.9	1.0	4.0	0.8	4.5
Borgelva	180,6Z	0.4	0.3	1.2	0.1	1.7
Alsvåg	185,1Z	3.1	2.1	4.7	1.5	6.7
Vikelva	185,2Z	5.2	4.0	7.1	2.8	10.0
Gryttingselva	185,3Z	9.0	8.9	10.3	5.4	15.0
Trollvasselva	185,43Z	9.7	10.6	8.1	5.9	16.1
Lahaugelva	185,441Z	11.1	13.2	8.8	6.9	17.9
Oshaugelva	185,44Z	10.9	13.3	8.8	6.7	17.7
Holmstadelva	185,4Z	11.1	13.0	8.8	6.9	17.9
Slåtteeelva	185,52Z	11.1	12.5	8.6	6.8	17.8
Ryggedalselva	185,7Z	10.1	9.5	11.1	6.2	16.3
Tuvenelva	185,9Z	23.9	25.2	23.5	15.5	32.9
Kobbedalselva	186,3Z	10.7	9.6	10.2	6.6	17.4
Storelva -Nøssvassdraget	186,42Z	2.4	1.5	3.4	1.1	5.4
Melaelva	186,51Z	1.7	0.9	2.3	0.7	4.2
Steinvasselva	186,52Z	1.7	1.0	2.5	0.7	4.2
Skogvollelva	186,53Z	1.7	1.0	2.4	0.7	4.2
Stavaelva	186,61Z	1.6	0.9	2.1	0.7	4.0
Elv fra Storvatnet -Bleikvassdraget	186,62Z	0.9	0.6	1.1	0.3	2.8
Tofteelva	186,63Z	0.9	0.6	1.1	0.3	2.7

3.10 - Produksjonsområde 10: Andøya til Senja

Geografisk fordeling av lakselus

Stort sett lave konsentrasjoner av smittsomme lakseluskoepoditter med unntak av områder med moderate til høye konsentrasjoner rundt Senja.



Figur 28. Samme som figur 1, men for produksjonsområde 10.

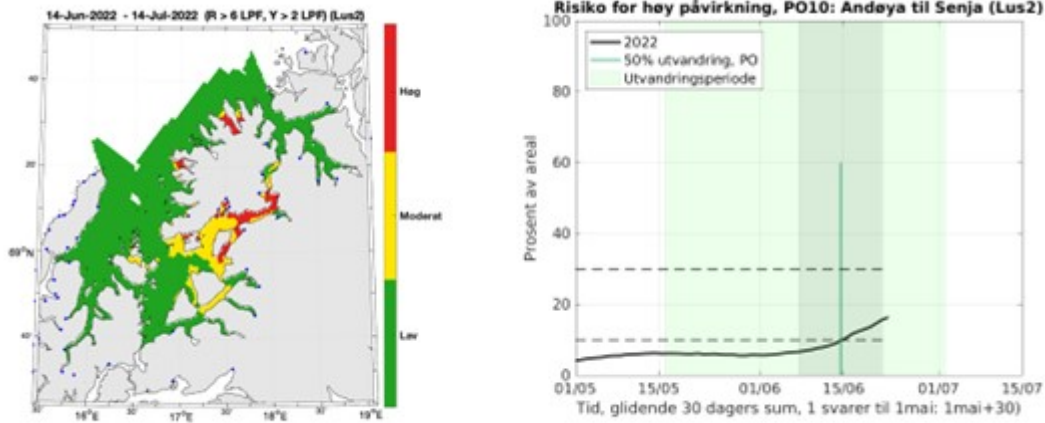
ROC

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 deler av området, og laksesmolten som vandret ut ble trolig påvirket i moderat grad av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Indeksen for risiko for høy påvirkning er moderat (9%, som betyr at i 9% 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 (7 – 15% over to uker) og går fra kategorien lav til moderat.

Konklusjon, ROC: Moderat

Usikkerhet, ROC: Stor



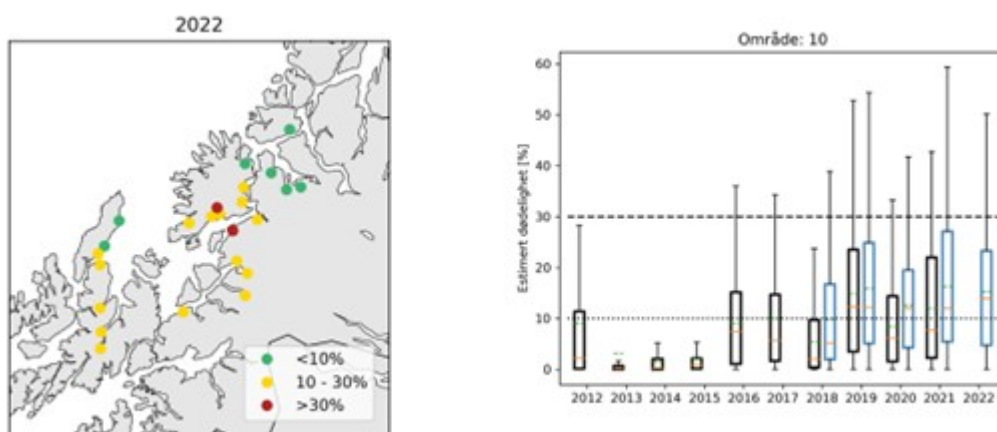
Figur 29. Samme som figur 2, men for produksjonsområde 10.

Virtuell postsmolt

Produksjonsområde 10 er vurdert til å ha moderat dødelighet som følge av lakselus. Den estimerte dødeligheten har stor variabilitet mellom elvene, da 63% av elvene har samme kategorisering som for hele produksjonsområdet (Figur 30). Fordelingen av lus på fisk i tidsrommet 2012 – 2022 viser at det modellerte lusepresset i utvandningsperioden til villfisk har økt over tid (Figur 30). Den kategoriserte dødeligheten for hele området blir kategorisert som moderat også for tidlig og sen utvandrende fisk, samt for fisk med lavere toleranse for lakselus. Den estimerte dødeligheten for fisk med høyere toleranse for lakselus er kategorisert som lav. Usikkerheten til kategoriseringen i PO10 er derfor vurdert som middels.

Konklusjon, VPS: Moderat

Usikkerhet, VPS: Middels



Figur 30. Samme som figur 3, men for produksjonsområde 10.

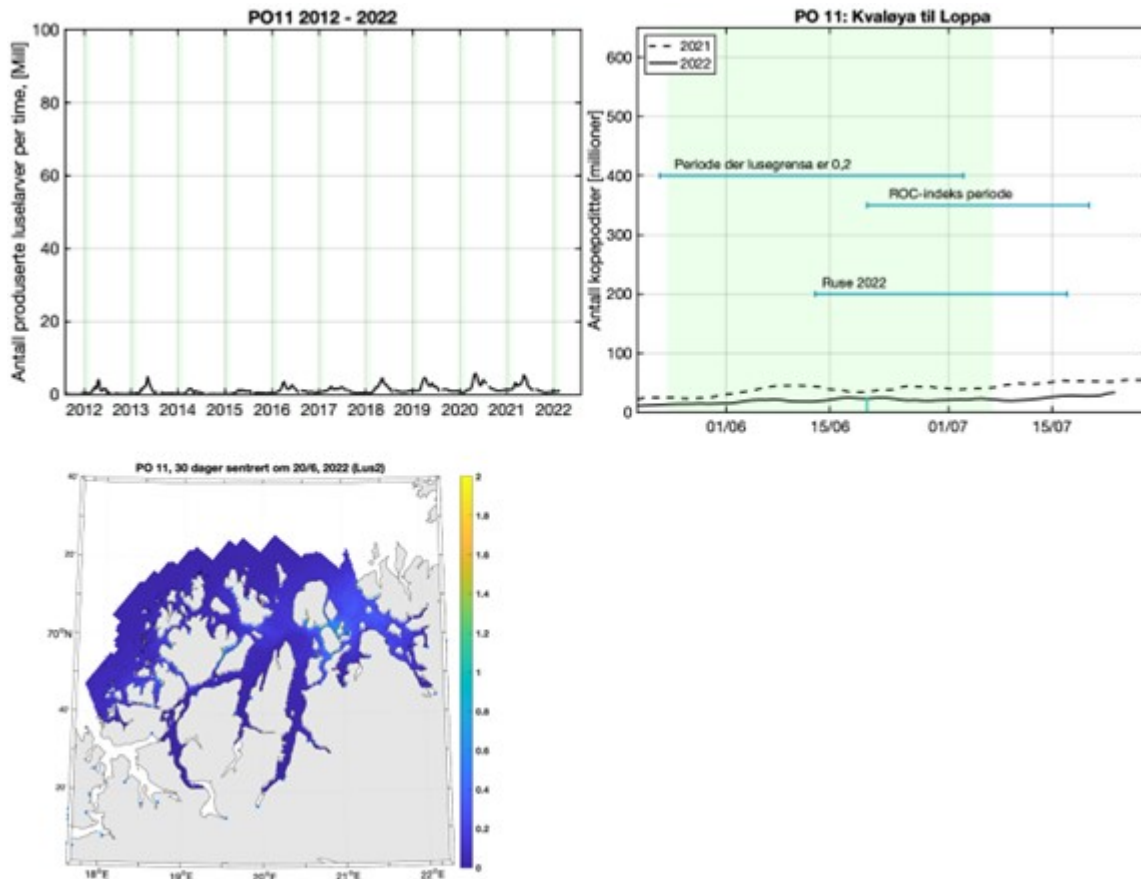
Tabell 11. Samme som tabell 2, men for produksjonsområde 10.

Elv	2022					
	Elvenr.	Normal	Tidlig	Sen	Høy	Lav
Lakselva -Gullesfjord	177,1Z	11.5	10.8	11.2	7.1	18.5
Storelva	178,74Z	10.7	9.1	9.4	6.6	17.4
Lakselva	178,8Z	11.5	10.5	10.3	7.1	18.4
Langvasselva	178,9Z	11.6	10.8	11.1	7.2	18.6
Ramsåa	186.1Z	3.7	2.8	3.1	1.9	7.4
Åseelva	186.22Z	10.3	9.0	9.2	6.3	16.8
Roksdal	186.2Z	9.3	8.1	8.1	5.7	15.4
Renså	189.3Z	20.1	19.9	19.3	12.9	28.9
Spanselva	190.7Z	25.2	25.5	28.8	16.3	34.6
Røyrbakkelva	191.4Z	23.7	23.9	25.8	15.3	33.0
Salang	191.Z	23.8	24.1	26.3	15.4	33.0
Brøstadelva	193.3Z	30.4	29.5	33.6	19.9	40.1
Skøelv	193.Z	21.8	18.2	29.7	14.1	30.0
Lysbotn	194.3Z	4.7	4.0	5.8	2.5	9.3
Grasmyr	194.4Z	11.7	10.4	16.9	7.2	18.5
Tennelv	194.5Z	28.4	28.1	30.4	18.5	37.8
Vardnesvassdraget	194.61Z	30.3	29.8	33.0	19.8	39.9
Ånder	194.6Z	27.3	26.7	28.9	17.8	36.7
Laukhelle	194.Z	17.8	15.3	24.7	11.3	25.6
Bunkelva	195.1Z	12.4	12.6	10.2	7.7	19.6
Rossfjord	196.2Z	3.0	2.6	3.5	1.4	6.7
Lakselv Aurs	196.5Z	3.3	2.8	3.5	1.6	7.1
Måselv	196.Z	3.3	2.7	3.4	1.6	7.1
Straumselva	197.4Z	3.3	2.8	3.5	1.6	7.2

3.11 - Produksjonsområde 11: Kvaløya til Loppa

Geografisk fordeling av lakselus

Generelt lave konsentrasjoner av smittsomme lakseluskopepoditter i hele området i 2022, men med noen lokale områder med moderate konsentrasjoner.



Figur 31. Samme som figur 1, men for produksjonsområde 11.

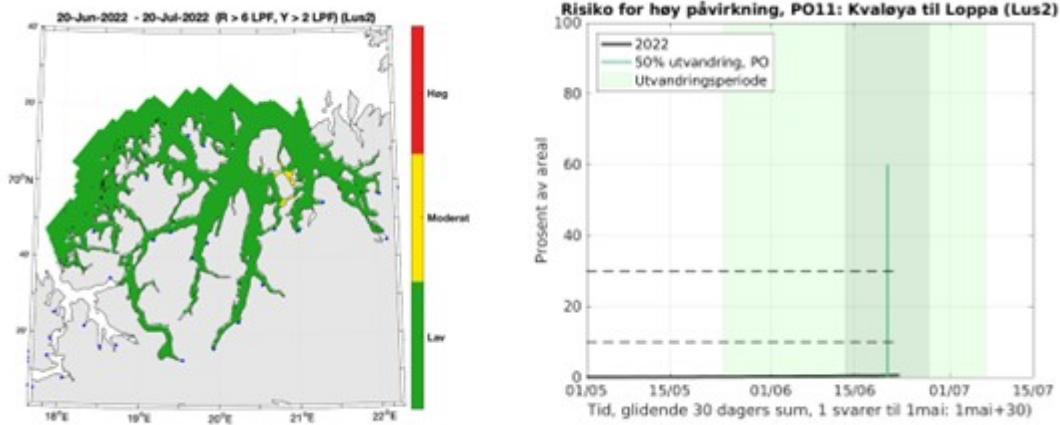
ROC

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 hele området, og laksesmolten som vandret ut er trolig påvirket i liten grad av luselarver med opphav i oppdrettsanleggene. Indeksen for risiko for høy påvirkning er lav (1%, som betyr at i 1% av produksjonsområdet er smittepresset så høyt at fisk som befinner seg der i 30 dager vil få på seg en potensielt dødelig dose, avhengig av størrelsen på fisken). Indeksen varierer lite rundt midtpunktet for utvandring og holder seg i kategorien lav.

Konklusjon, ROC: Lav

Usikkerhet, ROC: Liten



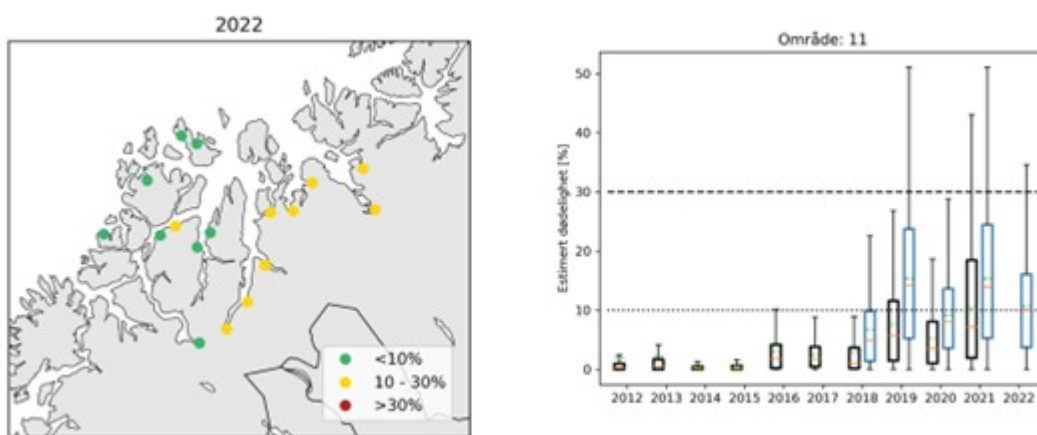
Figur 32. Samme som figur 2, men for produksjonsområde 11.

Virtuell postsmolt

Produksjonsområde 11 er vurdert til å ha moderat dødelighet som følge av lakselus. Den estimerte dødeligheten har stor variabilitet mellom elvene, da 53% av elvene har samme kategorisering som for hele produksjonsområdet (Figur 33). Fordelingen av lus på fisk i tidsrommet 2012 – 2022 viser at det modellerte lusepresset i utvandningsperioden til villfisk er økende de senere år og generelt høyere i *Lus2* enn i *Lus* (Figur 33). Den kategoriserte dødeligheten for hele området blir kategorisert som lav for tidlig utvandrende fisk, samt for fisk med høyere toleranse for lakselus. Sent utvandrende fisk og fisk med antatt lavere toleranse for lakselus blir kategorisert med moderat estimert dødelighet. Usikkerheten til kategoriseringen i PO11 er derfor vurdert som stor.

Konklusjon, VPS: Moderat

Usikkerhet, VPS: Stor



Figur 33. Samme som figur 3, men for produksjonsområde 11.

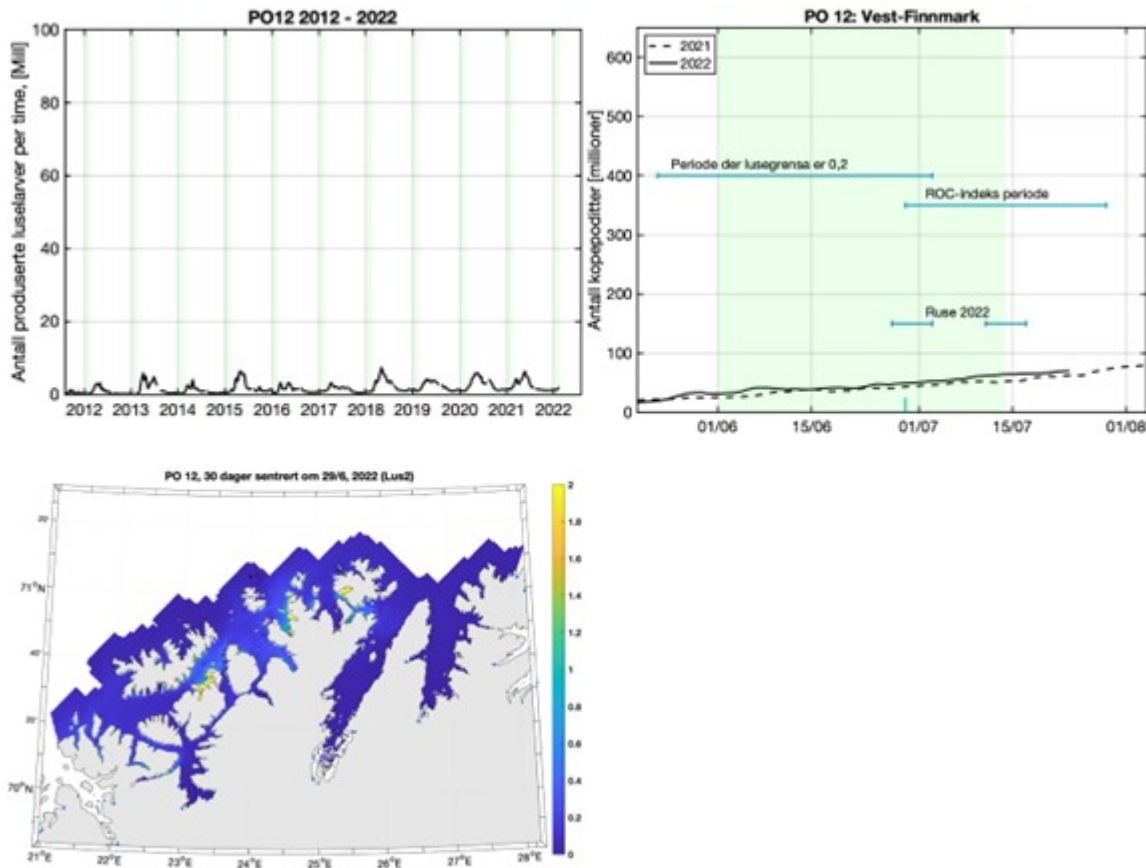
Tabell 12. Samme som tabell 2, men for produksjonsområde 11.

Elv	Elvenr.	2022				
		Normal	Tidlig	Sen	Høy	Lav
Storelva -Tromvikvassdraget	197.63Z	3.3	3.0	5.1	1.6	7.1
Nordkjøs	198.Z	3.7	3.3	4.5	1.8	7.7
Tønsvikelva	199.2Z	9.6	6.6	13.0	5.8	16.1
Skitenelva	199.3Z	10.5	7.3	14.2	6.4	17.2
Skogfjord	200.6Z	3.0	2.3	2.7	1.4	6.7
Skipsfjord	202.11Z	0.5	0.5	0.5	0.2	1.6
Vannareidelva	202.3Z	1.4	1.1	0.7	0.5	3.6
Breivik	203.2Z	8.8	8.5	10.2	5.3	14.8
Jægerelva	203.8Z	8.5	8.3	10.0	5.1	14.5
Signadalelva	204.Z	18.1	16.1	18.9	11.6	26.5
Skibotn	205.Z	18.0	16.0	19.1	11.5	26.4
Mannal	206.1Z	17.4	16.0	19.6	11.1	25.7
Rotsund	206.5Z	20.3	18.5	24.6	13.0	29.1
Oksfjord	208.4Z	12.4	11.4	12.0	7.7	19.9
Reisa	208.Z	13.2	12.5	12.8	8.3	20.9
Kvænang	209.Z	14.9	14.3	13.6	9.4	22.9
Burfjord	210.Z	13.0	12.7	11.4	8.2	20.6

3.12 - Produksjonsområde 12: Vest-Finnmark

Geografisk fordeling av lakselus

Generelt lave konsentrasjoner av smittsomme lakseluskopepoditter i hele området, med unntak av noe forhøyede konsentrasjoner i enkelte lokale områder.



Figur 34. Samme som figur 1, men for produksjonsområde 12.

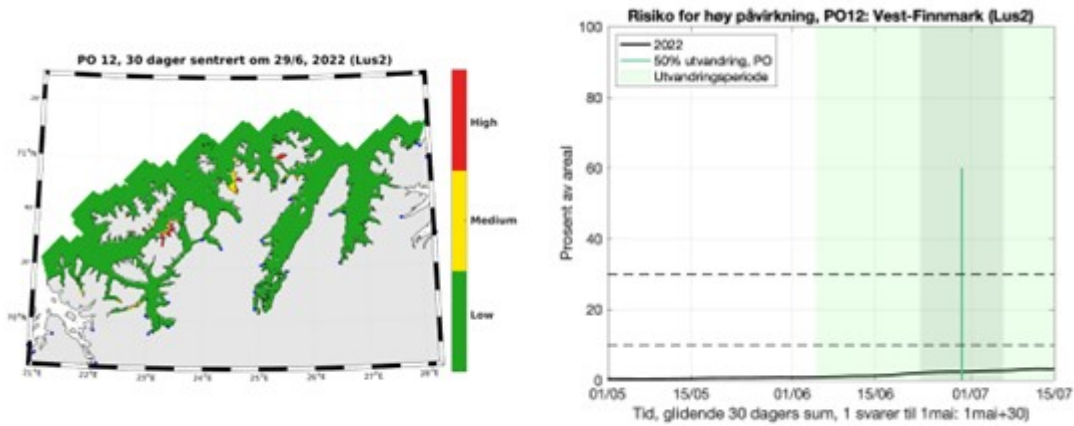
ROC

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 (2%, som betyr at i 2% av produksjonsområdet er smittepresset så høyt at fisk som befinner seg der i 30 dager vil få på seg en potensielt dødelig dose, avhengig av størrelsen på fisken). Indeksen varierer lite rundt midtpunktet for utvandring og holder seg i kategorien lav.

Konklusjon, ROC: Lav

Usikkerhet, ROC: Liten



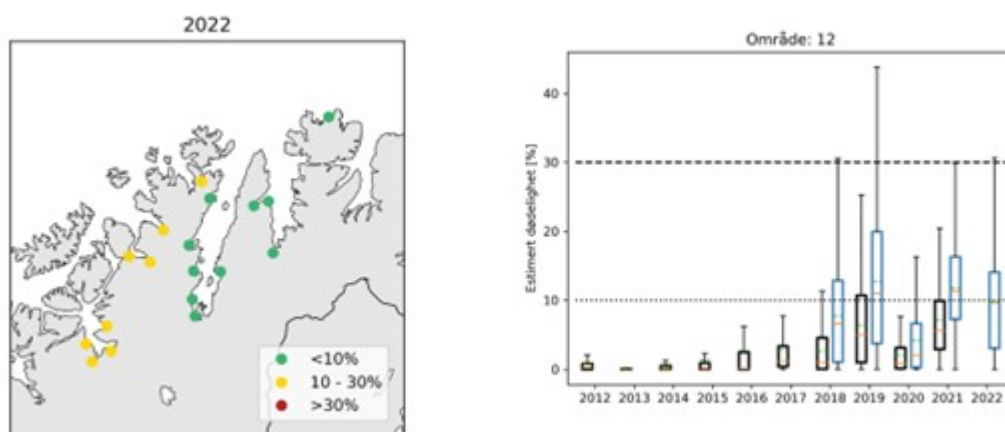
Figur 35. Samme som figur 2, men for produksjonsområde 12.

Virtuell postsmolt

Produksjonsområde 12 er vurdert til å ha lav dødelighet som følge av lakselus. Den estimerte dødeligheten har stor variabilitet mellom elvene, da 56% av elvene har samme kategorisering som for hele produksjonsområdet (Figur 36). Fordelingen av lus på fisk i tidsrommet 2012 – 2022 viser at det modellerte lusepresset i utvandningsperioden til villfisk er økende de senere år (Figur 36). Den kategoriserte dødeligheten for hele området blir kategorisert som lav også for tidlig og sen utvandrende fisk, samt for fisk med høyere toleranse for lakselus. Fisk med antatt lav toleranse for lakselus blir kategorisert med moderat estimert dødelighet. Usikkerheten til kategoriseringen i PO12 er derfor vurdert som middels.

Konklusjon, VPS: Lav

Usikkerhet, VPS: Middels



Figur 36. Samme som figur 3, men for produksjonsområde 12.

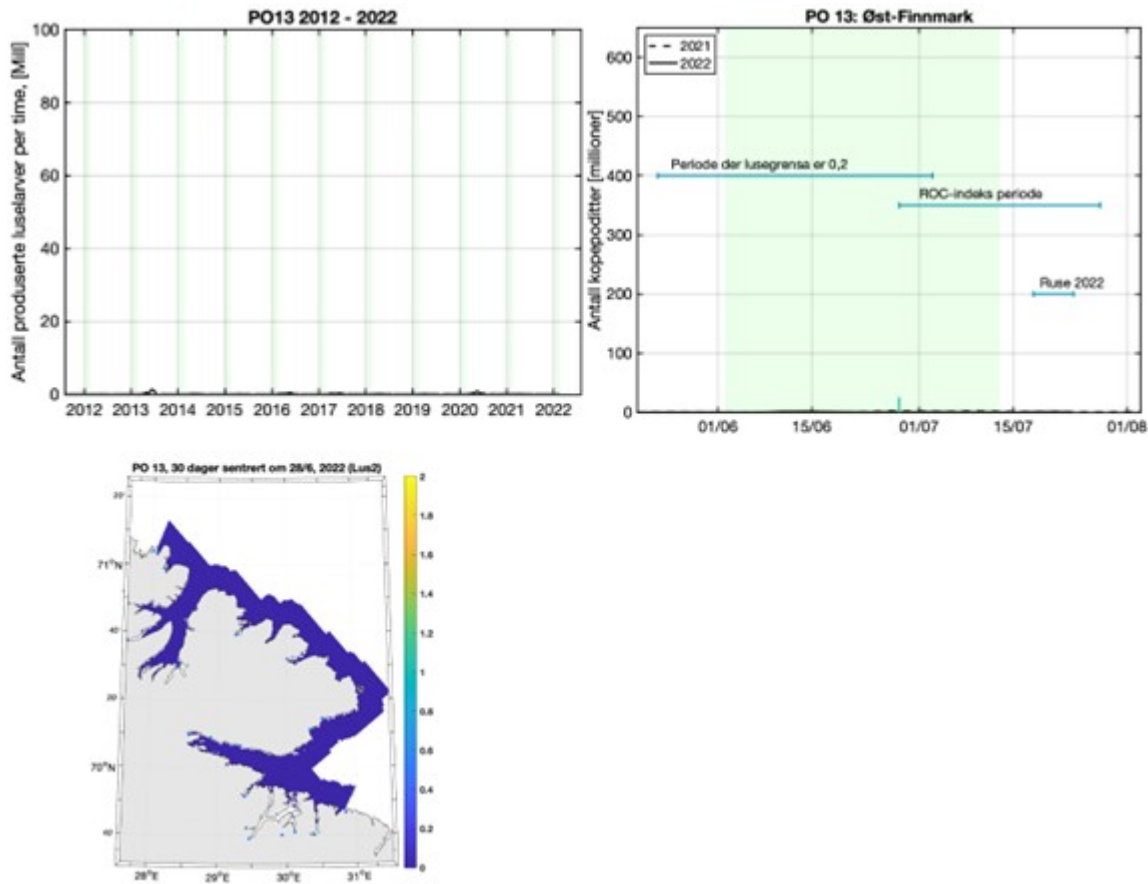
Tabell 13. Samme som tabell 2, men for produksjonsområde 12.

Elv	Elvenr.	2022				
		Normal	Tidlig	Sen	Høy	Lav
Hals	212.2Z	13.3	13.8	12.7	8.3	20.9
Mattiselva Joalusjåkka	212.4Z	12.9	13.8	12.2	8.1	20.5
Alta	212.Z	12.8	13.9	12.2	8.0	20.3
Leirbotnelv (Lakselva)	213.1Z	12.8	13.7	12.0	8.0	20.3
Kvalsundelva	213.6Z	14.1	11.2	17.4	8.9	21.7
Reppar	213.Z	14.1	11.3	17.4	8.9	21.7
Russelva	218.Z	19.7	14.5	25.1	12.6	28.1
Lafjordelva	220.8Z	18.3	13.3	18.2	11.7	26.7
Strandsjåkka	222.2Z	7.7	7.3	7.5	4.5	13.7
Smørfjordelva	222.4Z	7.6	7.2	6.1	4.5	13.6
Ytre Billefjord	222.7Z	7.7	7.4	5.7	4.5	13.6
Stabbur	223.Z	7.4	7.4	5.5	4.3	13.2
Lakselva	224.Z	7.4	7.5	5.2	4.3	13.2
Børselva	225.Z	7.7	7.3	5.8	4.5	13.7
Lille Porsanger	227.5Z	1.1	1.1	0.8	0.3	3.1
Veidnes	227.6Z	1.1	1.1	0.8	0.3	3.1
Storelva	228.Z	1.1	1.5	0.9	0.4	3.3
Futelva	231.64Z	0.2	0.2	0.1	0.0	0.8

3.13 - Produksjonsområde 13: Øst-Finnmark

Geografisk fordeling av lakselus

Konsentrasjonene av smittsomme lakseluskopepoditter var lave i hele området i 2022.



Figur 37. Samme som figur 1, men for produksjonsområde 13.

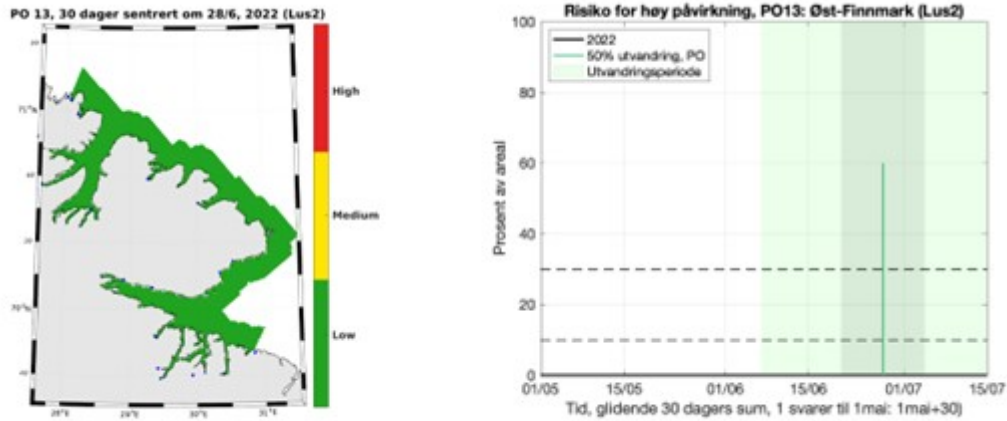
ROC

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.

Konklusjon, ROC: Lav

Usikkerhet, ROC: Liten



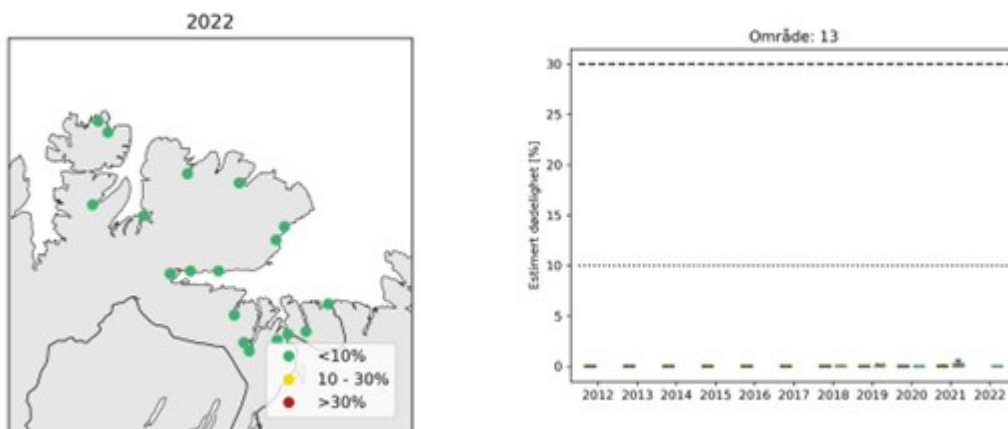
Figur 38. Samme som figur 2, men for produksjonsområde 13.

Virtuell postsmolt

Produksjonsområde 13 er vurdert til å ha lav dødelighet som følge av lakselus. Den estimerte dødeligheten har liten variabilitet mellom elvene, da 100% av elvene har samme kategorisering som for hele produksjonsområdet (Figur 39). Fordelingen av lus på fisk i tidsrommet 2012 – 2022 viser at det modellerte lusepresset i utvandningsperioden til villfisk er stabilt lavt over tid (Figur 39). 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 39. Samme som figur 3, men for produksjonsområde 13.

Tabell 14. Samme som tabell 2, men for produksjonsområde 13.

Elv	Elvenr.	2022				
		Normal	Tidlig	Sen	Høy	Lav
Sandfjord	231.7Z	0.2	0.2	0.1	0.0	0.9
Risfjord	231.8Z	0.3	0.3	0.2	0.0	1.2
Laggo	233.Z	0.2	0.3	0.1	0.0	0.8
Tana	234.Z	0.1	0.2	0.0	0.0	0.7
Kongsfjord	236.Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Syltefjord	237.Z	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2
Skallelva	239.3Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Komag	239.Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V Jakob	240.Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Vesterelva	241.5Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Bergebyelva	241.Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Klokker	243.Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Munk	244.4Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Neiden	244.Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sandneselva	246.1Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Pasvikelva	246.Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Karp	247.3Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G Jakob	247.Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

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/nettrapper/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/nettrapper/rapport-fra-havforskningen-2021-49>.
- Albretsen J, Sandvik AD, Asplin L, Lien VS, Skardhamar J. 2022. Rapport fra havforskningen 2022-XX, 30 pp.
- Asplin L, Boxaspen KK, Sandvik AD. 2011. Modeling the distribution and abundance of planktonic larval stages of *Lepeophtheirus salmonis* in Norway. In S.R.M. Jones and R.J. Beamish (eds.) *Salmon Lice: An integrated approach to understanding parasite abundance and distribution*. Wiley-Blackwell, Hoboken, New Jersey, pp. 31-50.
- Asplin L, Johnsen 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, Johnsen IA, Sandvik AD, Albretsen J, Sundfjord V, Aure J, et al. 2014. Dispersion of salmon lice in the Hardangerfjord. *Mar Biol Res.* 10: 216-225.
- 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>
- Browman H, Boxaspen KK, Kuhn P. 2004. The effect of light on the settlement of the salmon louse, *Lepeophtheirus salmonis* , on Atlantic salmon, *Salmo salar* L., *J Fish Dis.* 27, 701-706.
- Dalsøren SB, Albretsen J, Asplin L. 2020. New validation method for hydrodynamic fjord models applied in the Hardangerfjord, Norway, *Estuarine, Coastal Shelf Sci.* 107028, ISSN 0272-7714, <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2020.107028> .
- Davidson J, Rikardsen A, Halttunen E, Thorstad E, Økland F, Letcher B, Skarðhamar J, Næsje T. 2009. Migratory behaviour and survival rates of wild northern Atlantic salmon *Salmo salar* post-smolts: effects of environmental factors. *J Fish Biol.* 75, 1700-1718
- Finstad B, Bjørn PA. 2011. Present status and implications of salmon lice on wild salmonids in Norwegian coastal zones. In: Jones S, Barnes R (eds) *Salmon lice: an integrated approach to understanding parasite abundance and distribution*. Wiley-Blackwell, Oxford, 281–305
- Finstad B, Økland F, Thorstad E, Bjørn P, McKinley R. 2005. Migration of hatchery-reared Atlantic salmon and wild anadromous brown trout post-smolts in a Norwegian fjord system. *J Fish Biol.* 66, 86-96
- Frenzl B. 2014. Understanding key factors associated with the infection of farmed Atlantic salmon by the salmon louse *Lepeophtheirus salmonis* . PhD avhandling ved Institute of Aquaculture, University of Sterling, Skottland. 165 pp.
- Genna RL, Mordue W, Pike AW, Mordue AJ. 2005. Light intensity, salinity, and host velocity influence presettlement intensity and distribution on hosts by copepodids of sea lice, *Lepeophtheirus salmonis* , *Can J Fish Aqua Sci.* 62, 2675-

2682.

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

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, Skarøhamar 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, Skarøhamar 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>

Nilsen R. mfl. 2017. Lakselusinfestasjon på vill laksefisk langs norskekysten i 2016, Rapport fra Havforskningen, Nr1-2017, 56 pp.

Plantalech Manel-la N, Thorstad E, Davidsen J, Økland F, Sivertsgård R, McKinley R, Finstad B. 2009. Vertical movements of Atlantic salmon post-smolts relative to measures of salinity and water temperature during the first phase of the marine migration. *Fish Management Ecol*. 147-154

Rikardsen A, Haugland M, Bjørn P, Finstad B, Knudsen R, Dempson J, Holst J, Hvidsten N, Holm M. 2004. Geographical differences in marine feeding of Atlantic salmon post-smolts in Norwegian fjords. *J Fish Biol*. 64,1655-1679

Sandvik AD, Bjørn PA, Ådlandsvik B, Asplin L, Skarøhamar 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, Ådlandsvik B, Asplin L, Johnsen IA, Myksvoll MS, Albretsen J. 2020a. Lakselus LADiM V2, <https://doi.org/10.21335/NMDC-410516615>

Sandvik AD, Johnsen IA, Myksvoll MS, Sævik PN, Skogen MD. 2020b. 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, Skarøhamar 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>
- Stien A, Bjørn 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.
- Thorstad E, Kland F, Finstad B, Sivertsgård R, Bjørn P, McKinley R. 2004. Migration speeds and orientation of Atlantic salmon and sea trout post-smolts in a Norwegian fjord system. *Environ Biol Fish* 71, 305-311
- 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
- Vollset KW, Nilsen F, Ellingsen I, Karlsen Ø, Paterson RA, Skardhamar J, Stige LC, Sæggrov H, Ugedal O, Qviller L, Dalvin S. 2022. Produksjonsområdebasert vurdering av lakselusindusert villfiskdødelighet i 2022. *In press*
- Wagner GN, Fast MD, Johnson SC. 2008. Physiology and immunology of *Lepeophtheirus salmonis* infections of salmonids. *Trends Parasit*. 24,176-183
- Økland F, Thorstad E, Finstad B, Sivertsgård R, Plantalech N, Jepsen N, McKinley R. 2006. Swimming speeds and orientation of wild Atlantic salmon post-smolts during the first stage of the marine migration. *Fish Management Ecol*. 13, 271-274
- Ådlandsvik B, Morvik A, Sandvik AD. 2017. Salmon Lice Modelling at IMR - Source Term. <https://docs.google.com/document/d/1zjAG6jxURC7UwVAVdZJseRI3ZDRRfZkxYc9nyXEb46A/edit?ts=5880a9e5#heading=h.bz2blmmrwuqn>
- 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