



ENDRING I UTSLIPP AV LAKSELUSLARVER I PO₃, OG VURDERING AV MILJØEFFEKTER

Anne Dagrun Sandvik, Ingrid Askeland Johnsen og Ørjan Karlsen (HI)

Tittel (norsk og engelsk):

Endring i utslipp av lakseluslarver i PO3, og vurdering av miljøeffekter

Assessment of release of salmon lice and sustainability in PO3

Rapportserie:

Rapport fra Havforskningen 2020-18

ISSN:1893-4536

År - Nr.:

2020-18

Dato:

09.06.2020

Forfatter(e):

Anne Dagrun Sandvik, Ingrid Askeland Johnsen og Ørjan Karlsen (Hl)

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

Godkjent av: Forskningsdirektør(er): Geir Lasse Taranger

Programleder(e): Terje Svåsand

Distribusjon:

Åpen

Prosjektnr:

14272-09

Program:

Akvakultur

Forskningsgruppe(r):

Oseanografi og klima

Antall sider:

19

Sammendrag (norsk):

I produksjonsområde 3, som strekker seg fra Karmøy til Sotra, ble miljøet vurdert som høyt og moderat påvirket av lakselus i 2016-2019. I denne rapporten har vi vurdert ulike strategier for å endre utslippene av lakseluslarver fra oppdrettsanleggene i PO3. Effekten av de ulike strategiene er vurdert ved hjelp av ROC-metoden, som forteller i hvor stor andel av arealet innen produksjonsområdet vi kan forvente at en laksefisk vil få på seg en skadelig eller i verste fall dødelig dose med lakselus.

Dersom utslippene blir redusert med samme prosent i alle anlegg, må lusenivået reduseres med 60 – 70% (fra nivået i 2018 og 2019) for å sikre lav miljø-påvirkning i PO3. En forlengelse av den lave lusegrensen på 0.2 voksne hunnlus per fisk (fra uke 21 til uke 26) vil ha moderat betydning for effekten, mens en lavere lusegrense på 0.1 voksne hunnlus per fisk, vil redusere lusepresset betydelig, men ikke nok til å komme i kategorien lav påvirkning. Et gradvis lavere smittepress vil imidlertid føre til en positiv tilbakekopling, slik at det forventes en større effekt av reduserte utslipp enn det som estimatene i denne rapporten viser.

Sammendrag (engelsk):

In PO3, located between Karmøy and Sotra, the environmental impact from salmon lice were considered as high to moderate in 2016-2019. In this report we have considered different strategies to reduce the number of salmon lice larvae, originating from farmed fish in PO3.

To assess the impact on wild salmonids, one of the components in the Traffic-light management system, the so-called ROC- method has been used. This method predicts when and where the salmon lice pressure is high, moderate or low. And summarizes, the proportion of the PO where it is likely that the wild salmonids will be negatively affected or in the worst case will die due to salmon lice infection.

Using 2018 and 2019 as references, the environmental effect of a flat reduction indicated that the infestation pressure has to be reduced with 60-70% to achieve low impact. While a continuation of the low lice limit (0.2 adult females per fish) until week 26 will have some impact, and a lowering the lice limit to 0.1 adult females per fish will reduce the salmon lice pressure substantially, but still not enough to achieve the category low impact.

However, as the salmon lice pressure is reduced there will be a positive feedback with fewer salmon lice larvae in the water masses, and less transmission of infestation between the farms. It is therefore likely that the estimated reduction found here is an underestimate.

Innhold

1	Innledning	5
2	Metode	6
2.1	Miljøindikator	6
2.2	Utslipp av lakseluslarver	7
2.3	Temperatur i PO3	8
2.4	Scenarier testet	9
3	Resultat	11
3.1	Scenario 1	11
3.2	Scenario 2 og 3	11
3.2.1	<i>Utslipp av lakselus</i>	11
3.2.2	<i>ROC kart og indeks</i>	12
3.3	Scenario 4 – 7	13
3.3.1	<i>Utslipp av lakselus</i>	13
3.3.2	<i>ROC kart og indeks</i>	14
4	Diskusjon	16
5	Referanser	18

1 - Innledning

I 2017 ratifiserte den norske regjeringen en ny forskrift, der miljømessig bærekraft innen 13 uavhengige produksjonssoner er styrende for hvordan produksjonsvolumene skal endres. ("produksjonsområdeforskriften", www.regjeringen.no). Det nye systemet, som populært kalles trafikklyssystemet, skal sørge for forutsigbar og bærekraftig vekst i norsk lakseoppdrett.

Indikatoren for om et område er miljømessig bærekraftig er i dag basert på lakselusindusert dødeligheten på vill laksefisk (Stortingsmelding 16 (Anon 2015)). Anses dødeligheten som liten (<10%) tillates produksjonsvekst, mens det i områder med 10-30% lakselusindusert dødelighet ikke tillates økt produksjonen, og områder der dødeligheten mest sannsynlig er >30% må ta ned biomassen.

I vurderingen av status for produksjonsområdene benyttes all tilgjengelig kunnskap, inkludert flere observasjons- og modell-metoder. Alle egnede kilder til informasjon om lakselusens påvirkning på vill laksefisk blir vurdert av en ekspertgruppe som er satt sammen av eksperter innen de relevante fagfelt. Status og vurdering per produksjonsområde oppsummeres i en rapport som leveres til en styringsgruppe, som i sin tur leverer et råd til Nærings- og fiskeridepartementet (NFD). Det er til slutt NFD som setter fargen, og som altså bestemmer endring i produksjonskapasitet for hvert av produksjonsområdene.

Konklusjonene i ekspertgruppens trafikklyssrapporter er basert på en samlet vurdering av all informasjon som ekspertgruppen fant relevant for vurderingen, listet i tabell 2 i Ekspertgrupperapporten (Anon, 2019). Det er så langt gjort 4 vurderinger av hvilken kategori av lakselusindusert villfiskdødelighet (0-10%, 10- 30% eller > 30%) som er mest sannsynlig for hvert PO. For PO3 (Karmøy-Sotra) ble konklusjonen fra ekspertgruppa henholdsvis, Høy, Høy, Høy, og Moderat lakselusindusert villfiskdødelighet i 2016-2019 (Anon 2019; Tabell 16). Denne vurderingen var basert på utvandrende postsmolt av laks, sjørørret er foreløpig ikke vurdert.

Motivasjon

Siden målet er en miljømessig bærekraftig vekst i havbruksnæringen, og Norge i tillegg har et spesielt ansvar for å ta vare på de mange stammene av villaks (som til sammen utgjør en av verdens største ville populasjoner av Atlantisk laks), er motivasjonen stor til å finne løsninger som vil sikre en bærekraftig produksjon både blant næringsaktører, regionale og nasjonale myndigheter.

Havforskningsinstituttet har mottatt en henvendelse fra næringsaktører i PO3 hvor de etterspør en vurdering av effekten ulike avlusningsgrenser og strategier vil ha i området. Vi har i denne rapporten undersøkt hvordan ulike nivå av lakselus på oppdrettsfisk vil slå ut i et av modellproduktene som inngår i ekspertgruppens vurdering.

Siden alle modellproduktene bygger på de samme utslippstallene, og observerte verdier har vist seg å være knyttet til utslippstallene, er det trolig at de andre datakildene som er benyttet i trafikklysvurderingen vil endre seg i takt med resultatene i denne rapporten. De ulike metodene kan imidlertid ha ulik følsomhet for endringene, slik at vurderingene her ikke må tolkes som at resultatene endrer kategoriseringen i trafikklysvurderingen av PO3.

For å svare på hvor lave lusegrenser som skal til for å komme grønn kategori, er modellsystemet satt opp med modifiserte luseutslipp fra oppdrettsanleggene og vurdert i forhold til de rapporterte utslippene. Da modellproduktene bygges av generelle regler og ligninger, vil den gjennomførte analysen være en objektiv vurdering av effekten av de utslippsscenariene som er analysert.

2 - Metode

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 en lakselusmodell som utfyller observasjonene, både i tid og rom. Det kan leses mer om Havforskningsinstituttet sin overvåking av lakselus på vill laksefisk på <https://www.hi.no/hi/temasider/arter/lakselus/overvaking-av-lakselus>.

En detaljert oversikt over modellsystemet og de produkt som er levert til trafikklysvurderingen kan finnes Sandvik mfl (2020 b og c) og Johnsen mfl (2020) (A.ppendiks IV, V og VI, Anon 2019).

2.1 - Miljøindikator

Modellproduktet som her er benyttet i analysene er «**Relative Operating Characteristic» (ROC)** med grenseverdier identisk til de som er benyttet i trafikklysvurderingene. Selve metoden er basert på en kalibrering av modellert tetthet av smittsomme lakseluslarver mot antall lakselus på kultivert postsmolt av laks som har stått ute i små vaktbur, som beskrevet i Sandvik mfl. (2016 og 2020a). Resultatene kan lettest tolkes som midlere antall lus på fisk som har stått i et finmasket nett av virtuelle smoltbur i hele produksjonsområdet.

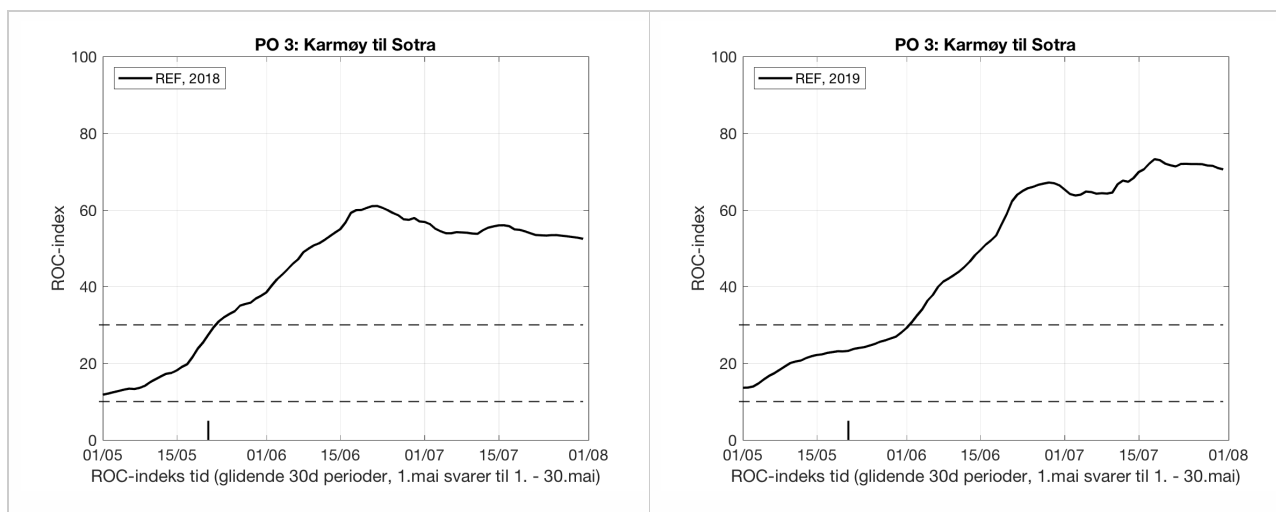
Metoden kan benyttes for virkårlige grenseverdier, og i trafikklysvurderingen 2019 ble grenseverdiene for når vi antar at en villfisk er påvirket, og påvirket til den grad at den har forhøyet risiko for å dø, satt til henholdsvis 2 og 6 lus per fisk. Dette er i samsvar med grenseverdiene som er benyttet i de andre vurderingene (basert på Taranger mfl. 2015). ROC metoden beregner areal som er påvirket i løpet av en gitt periode. I denne vurderingen er metoden satt opp for å vurdere påvirkningen i produksjonsområde fra dato for median utvandring av villaks i området og 30 dager frem i tid.

Metoden blir benyttet til å tegne smittepresskart, der rødt, gult og grønt betegner at den ville laksefisken er utsatt for høyt, middels eller lavt smittepress i den perioden kartet er laget for. I tillegg er det definert en indeks (I) som gjelder for hele produksjonsområdet som følger:

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

der *Areal Rødt*, *Areal Gult* og *Areal Grønt* er størrelsen på arealet som når rødt, gult og grønt nivå (svarer til >6 lus, 2-6 lus og <2 lus) i løpet av 30 dager. Området er avgrenset til området som ligger nærmere kysten enn 9.6 km. Dersom ROC-indeksen kommer over 30 blir området som helhet klassifisert som å ha høy lakselusindusert villfiskdødelighet, 10-30 moderat lakselusindusert villfiskdødelighet og under 10 lav lakselusindusert villfiskdødelighet.

I trafikklysvurderingen ble en serie av ROC-indeks beregnet for glidende 30 dagers perioder, som vist for 2018 og 2019 i figur 1, der horisontale stiplede linjer indikerer grenseverdiene mellom de tre kategoriene (lav, middel og høy påvirkning) som er benyttet i vurderingen. Verdien som representerer perioden fra antatt dato for median utvandring av postsmolt i området og 30 dager frem i tid er markert med vertikal heltrukket linje, og er videre i denne rapporten benevnt **ROC-indeks perioden** (21.mai – 20.juni for PO3) . Dette er samme periode som er benyttet i trafikklysvurderingen, der variasjonen i indeksen rundt denne perioden ble benytte til å si noe om usikkerheten. ROC-indeksen stiger vanligvis utover våren og sommeren, slik at om vi hadde valgt en tidligere periode ville indeksen blitt lavere. Det samme ville være tilfelle om vi hadde valgt en kortere periode, mens det å avgrense arealet til mindre enn 9.6km fra kysten vil øke indeksen.

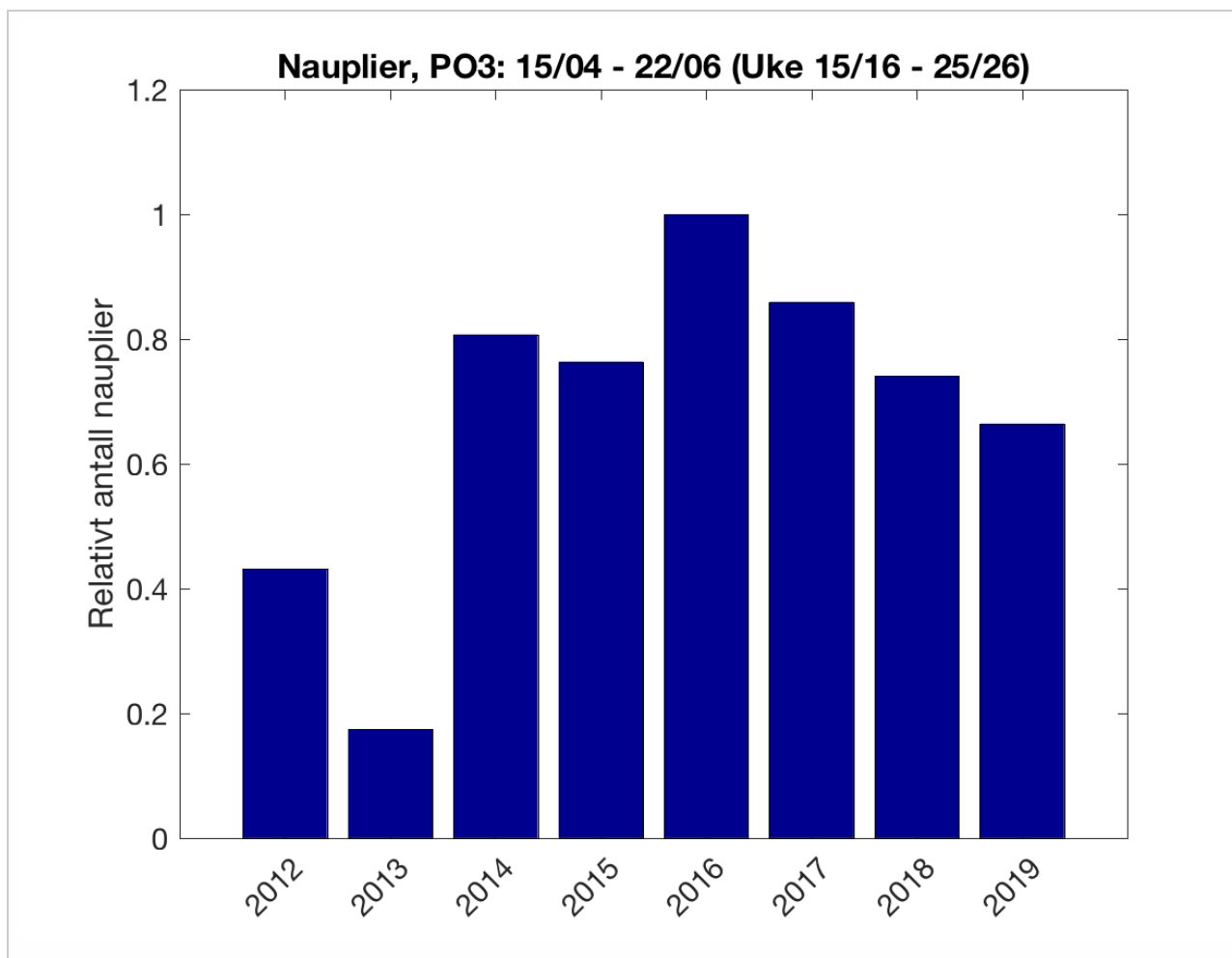


Figur 1. Serie av ROC-indeks beregnet for glidende 30 dagers perioder fra 1.mai til 1.august 2018 (venstre) og 2019 (høyre). Sort vertikal linje marker tidspunktet for antatt median smoltutvandring i PO3, og det er det tidspunktet som har benevnningen **ROC-indeks perioden** (21.mai – 20.juni) i denne rapporten.

2.2 - Utslipp av lakseluslarver

Antall egg som klekkes av lus i oppdrettsanleggene, altså antall luselarver som slippes ut fra hvert anlegg, blir beregnet basert på den rapporteringen industrien gir ukentlig om antall lus per fisk og temperatur i 3m dyp, og månedlig for biomasse (omregnet til antall fisk) i merdene, Stien mfl (2005).

Utslippet av lakselus fra oppdrettsanlegg er regulert gjennom "lakselusforeskriften" (Anon 2012), der det er lovfestet at det til enhver tid skal være færre enn 0.5 voksne hunnlus i gjennomsnitt per fisk i alle anlegg. For å beskytte vill laksesmolt som vandrer ut fra elvene er lusegrensen senket til 0.2 voksne hunnlus i en periode på våren (ukene 16 -21, fra 2017). Siden de ulike lokalitetene har ulikt antall fisk, vil en felles lusegrense si det samme som at det er stor variasjon i hvor mange luselarver et anlegg lovlig kan slippe ut. Den temperaturavhengige utviklingen av lakselus fører til ytterligere komplikasjoner, og potensielle ulikheter mellom anleggene.



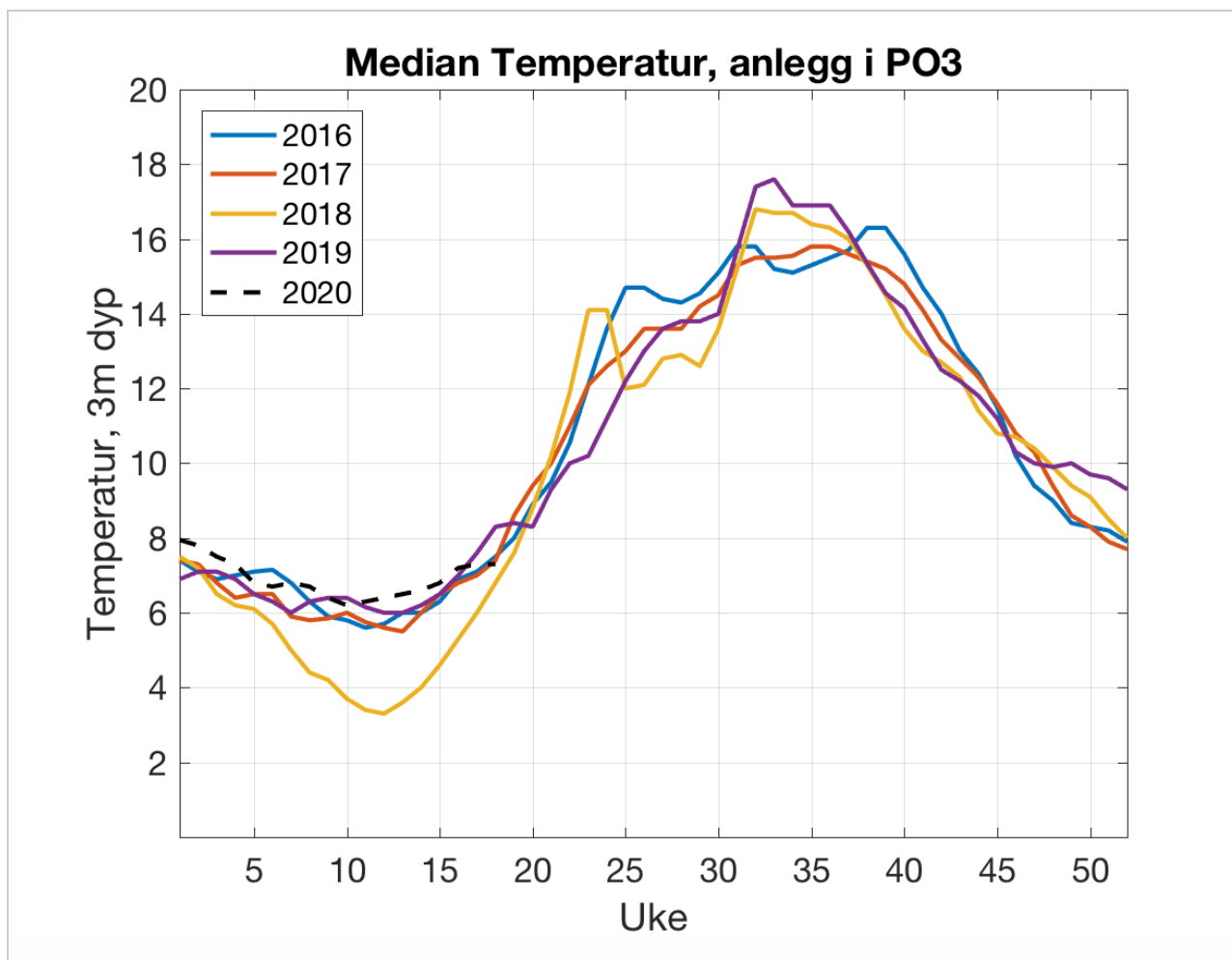
Figur 2. Utslipp fra alle anlegg i PO3, summert hele utvandningsperioden for laksesmolt, 2012 – 2019. Beregningene er gjort basert på innrapporterte tall om antall fisk, voksne hunnlus per fisk og temperatur i 3m dyp. Utslippene ligger relativt stabilt, men en svak nedgang siden 2016. Den geografiske fordelingen av utslippene vil variere med hvor fisken produseres.

2.3 - Temperatur i PO3

Antall egg en voksen hunnlus produserer er sterkt avhengig av temperaturen til omgivelsene. Temperaturen stiger gjerne fra 6-7 grader i uke 16 til 9-10 grader i uke 21 og ytterligere utover sommeren, figur 3. Denne økningen, på ca 3 grader, vil medføre at det i følge formelen til Stien mfl (2005), klekkes 60-70% flere egg i uke 21, selv om antall voksne hunnlus holder seg konstant.

Temperaturen vil også påvirke hvor lang tid det går før luselarvene blir smittsomme og hvor lenge de er i det smittsomme stadiet før de dør dersom de ikke finner en laksefisk å feste seg på.

Videre vil det ved 6-9 grader ta ca 40-50 dager fra luselarven har festet seg på fisken til den har utviklet seg til en voksen hunnlus, og enda noen dager før den utvikler eggstrenger og klekker egg ut i vannmassene (Hamre mfl 2019). Det vil si at dersom det blir foretatt en avlusing som er 100% effektiv på alle stadier av lus, i alle anlegg i uke 16, vil det ikke være voksne hunnlus i anlegget før etter uke 21.



Figur 3. Beregnet median av temperatur observert i 3m dyp ved alle rapporteringspliktige anlegg i PO3.

2.4 - Scenarier testet

Her har vi vurdert hvordan tre alternative utslipps strategier (S1, S2-S3, S4-S7) endrer smittepresset i PO3 under smoltutvandringen. Påvirkningen er vurdert ved hjelp av ROC metoden som beskrevet ovenfor, og med samme valg a parametere som benyttet i trafikklysvurderingene.

I det første scenarioet har vi tatt utgangspunkt i utslippene av lakselus i 2018 og 2019 slik de er beregnet basert på oppgitte tall fra oppdrettsnæringen, og redusert antallet prosentvis (i steg på 10%) inntil ROC-indeksen blir mindre enn 10. I det andre og tredje scenarioet har vi tatt utgangspunkt i de rapporterte tallene for antall voksne hunn lus per fisk (APF) i anleggene, men satt en øvre grense for lus på henholdsvis 0.2 og 0.1 voksne hunn lus per fisk fra uke 16 - 26. Det vil si at i de anleggene som har rapportert om mer enn grenseverdien blir den rapporterte verdien redusert til grenseverdien. I scenario fire til syv er antall voksne hunn lus per fisk satt likt for all fisk i alle anlegg som har rapportert om lus, mens biomassen og temperaturen er slik de er rapportert fra anleggene.

S0 - Referanse med rapporterte utslipp

S1 - Flat prosentvis reduksjon i steg på 10% i utslipp av lakselus inntil ROC-Indeks < 10

S2 - Forlenget perioden med lav lusegrense lik 0.2 APF (uke 16 ->)

S3 - Senket og forlenget perioden med lav lusegrense lik 0.1 APF (uke 16 ->)

S4 - Satt likt antall lus på alle fisk i alle anlegg lik 0.2 APF

S5 - Satt likt antall lus på alle fisk i alle anlegg lik 0.1 APF

S6 - Satt likt antall lus på alle fisk i alle anlegg lik 0.05 APF

S7 - Satt likt antall lus på alle fisk i alle anlegg lik 0.03 APF

3 - Resultat

3.1 - Scenario 1

En flat reduksjon av antall lakselus sluppet medførte en gradvis nedgang i ROC-indeksen. Først etter at antall lakseluslarver er redusert med henholdsvis 60 og 70% i hhv. 2018 og 2019 indikerte ROC metoden kategorien lav lakselusindusert villfiskdødelighet i PO3, Tabell 1.

Tettheten av luselarver fordeler seg imidlertid ujevnt i området, og villsmolten fra Etne vil svømme gjennom et område med forhøyet smittepress selv med 60% flat reduksjon i utslipp av lakselus i 2018 (ikke vist), mens det i 2019 er området i Bjørnafjorden som gir verdi til ROC-indeksen.

Tabell 1. Resultat fra senario med flat reduksjon av antall klekte egg med (50, 60 og 70%) i alle anlegg for 2018 og 2019, estimert ved hjelp av ROC-indeksen beregnet for perioden 21.mai – 20.juni . Kolonnen "S0" viser ROC-indeksen beregnet med utslipp slik de ble rapportert fra anleggene, og er den verdien som ble lagt til grunn som en del av trafikklysvurderingen.

Scenario	2018				2019			
	S0	50%	60%	70%	S0	50%	60%	70%
ROC-Indeks	29	12	8	4	24	14	11	8

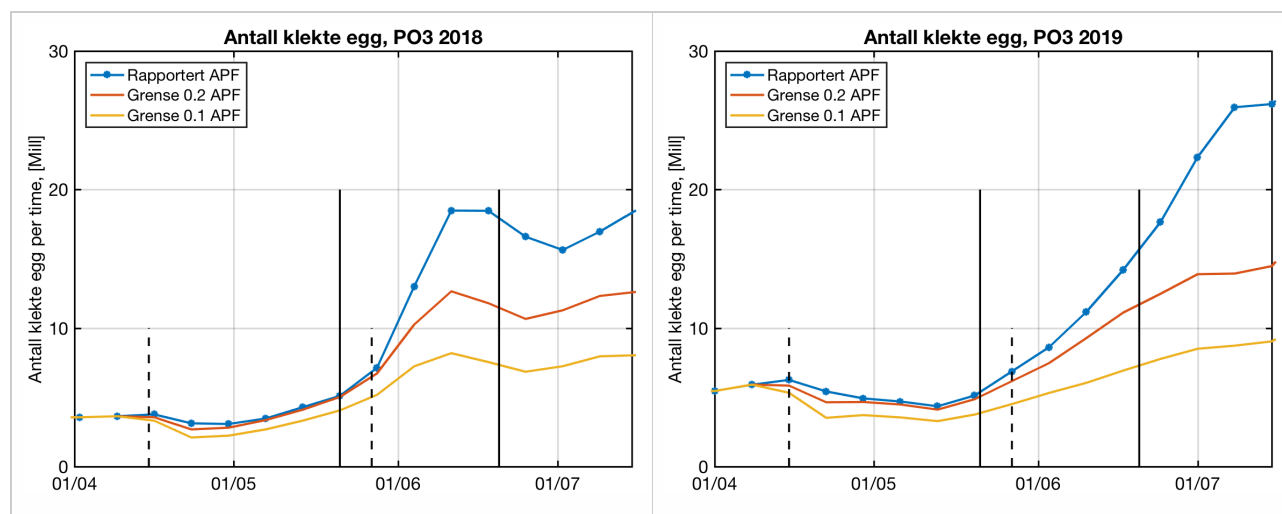
3.2 - Scenario 2 og 3

3.2.1 - Utslipp av lakselus

En analyse av antall voksne hunnlus per fisk viste at de aller fleste anleggene hadde et lavt lusenivå i uke 16-21. Fra uke 21 steg antallet anlegg med mer enn 0.2 voksne hunnlus per fisk noe, både i 2018 og 2019. Siden lakseluslarvene kan leve lenge i vannmassene er det antatt at utslipp i hele perioden fra 15. april til 20 juni kan påvirke ROC-indeksen som er beregnet fra 21. mai – 20. juni.

Effekten av S2 og S3 på antall klekte egg er vist uke for uke i figur 4. Samlet for perioden 15.april – 20.juni ville en overholdt lusegrense på 0.2 APF føre til 21% og 13% redusert utslipp av nauplier i henholdsvis 2018 og 2019. En lusegrense på 0.1 APF ville tilsvarende ha ført til reduksjon i utslippene på 43% og 36%.

Økningen utover sommeren skyldtes en kombinasjon av flere voksne hunnlus per fisk og økt temperatur.



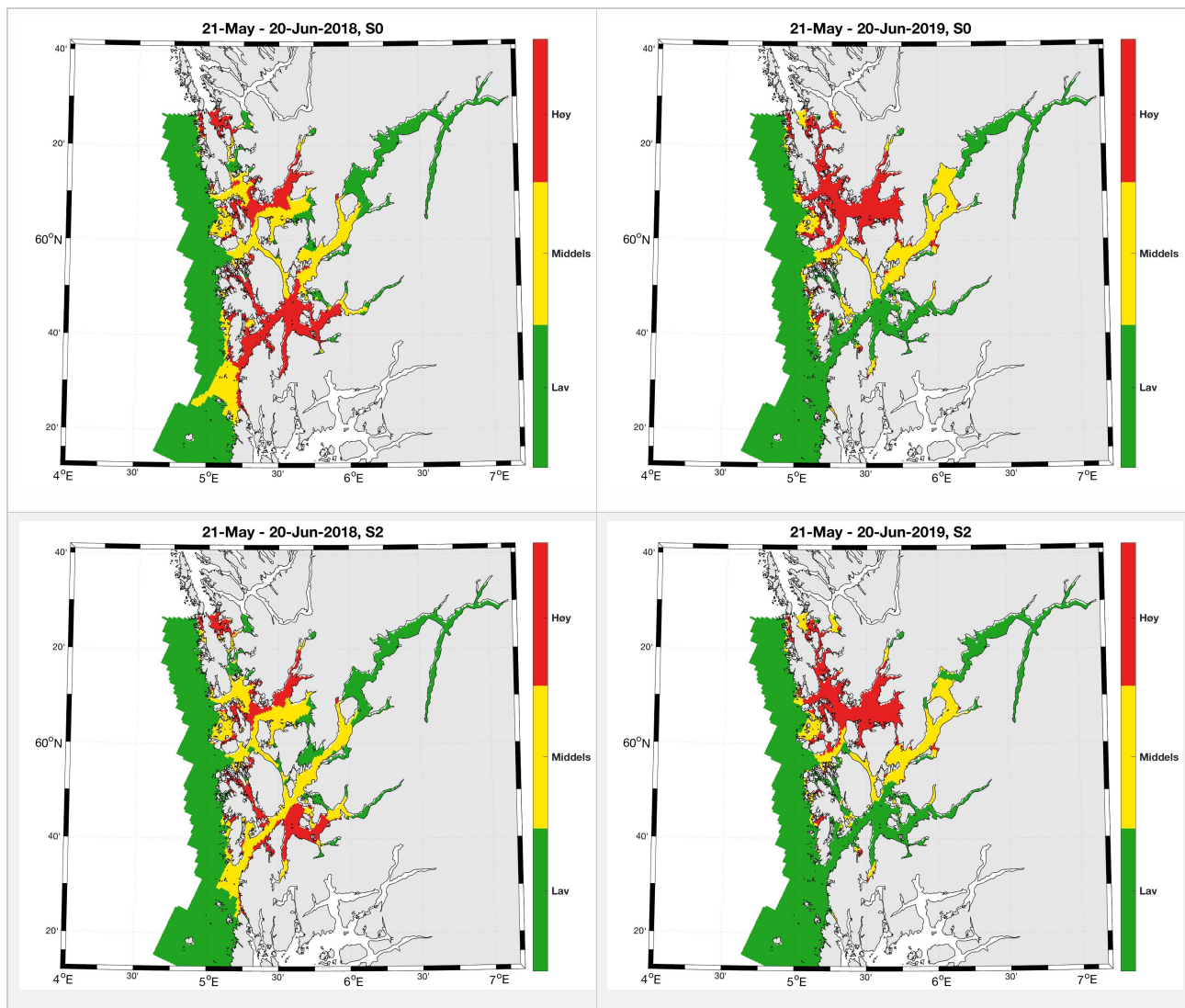
Figur 4. Antall klekte nauplier i PO3, 2018 og 2019. Blå linje viser utslipp ved innrapporterte tall. Rød linje viser utslipp dersom alle klarte å overholde en forlenget lusegrense på 0.2 APF, og gul linje viser utslipp dersom alle klarte å

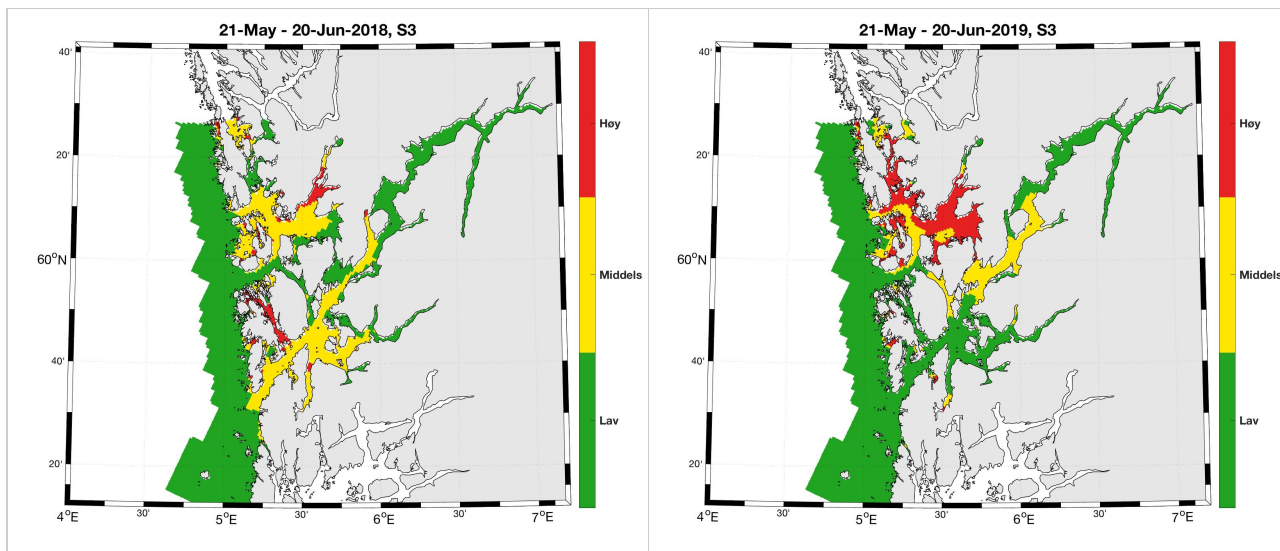
overholde en forlenget lusegrense på 0.1 APF. Svarte vertikale linjer viser datoen for ROC-indeks perioden (estimert dato for når det er mest sannsynlig at 50% av laksesmolten har vandret fra eleven mot havet, og 30 dager etter). Vertikale stiplede linjer viser perioden med krav om lave lusegrenser (uke 16 – 21, som svarer til 15. April - 26. Mai i 2019).

3.2.2 - ROC kart og indeks .

Arealene med klassifisert påvirkning fra ROC-metoden er illustrert i kartene i figur 5 og viser en gradvis forbedring ettersom lusegrensen endres til 0.1 APF. Endringene var delvis lokale, avhengig av hvor anleggene som hadde over den spesifiserte grensen lå plassert og hvor strømmen førte larvene fra disse anleggene.

ROC-indeksen gikk betydelig ned med en forlengelse og senkning av lusegrensen til 0.1 APF, men PO3 kom ikke i kategorien **lav** lakselusindusert villfiskdødelighet (tabell 2).





Figur 5. ROC kart som viser områder der det er forventet at villfisk som står i området i den definerte perioden vil få på seg mer enn 6 lus (rød farge), mellom 2 og 6 lus (gul farge) og mindre enn 2 lus (grønn farge). Øverst er referansekjøringen der inngangsdata er antall voksne hunnlus per fisk slik de er rapportert fra anleggene. I midten er antall voksne hunnlus per fisk satt til 0.2 i alle anlegg som rapportere mer enn 0.2 APF den gjeldende uken. Nederst er antall voksne hunnlus per fisk satt til 0.1 i alle anlegg som rapportere mer enn 0.1 APF den gjeldende uken.

Tabell 2. Resultat fra scenarioene der perioden med lav lusegrense lik 0.2 APF ble forlenget (S2), og der lusegrensen ble satt til 0.1 APF (S3). Estimert ved hjelp av ROC-indeksen beregnet for perioden 21.mai – 20.juni, 2018 og 2019. Kolonnen "S0" viser ROC-indeksen beregnet med utslipp slik de ble rapportert fra anleggene, og er den verdien som ble lagt til grunn som en del av trafikklysvurderingen.

	2018				2019	
Scenario	S0	S2	S3	S0	S2	S3
ROC-indeks	29	23	15	24	22	17

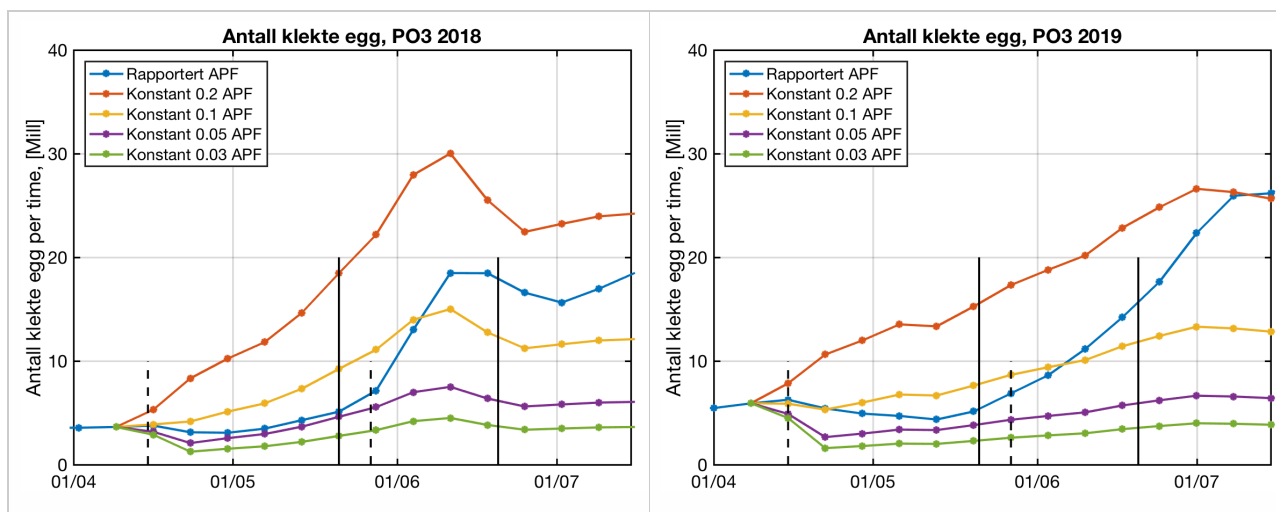
3.3 - Scenario 4 - 7

En konstant mengde lus på alle oppdrettsfisk i alle anlegg er bare en ren teoretisk øvelse.

Den er tatt med for å illustrere hvor lav lusegrensen måtte være for å sikre bærekraftig påvirkning med den produksjonen av laks som var i 2018 og 2019, under kriteriet at alle skal ha en felles lusegrense.

3.3.1 - Utslipp av lakselus

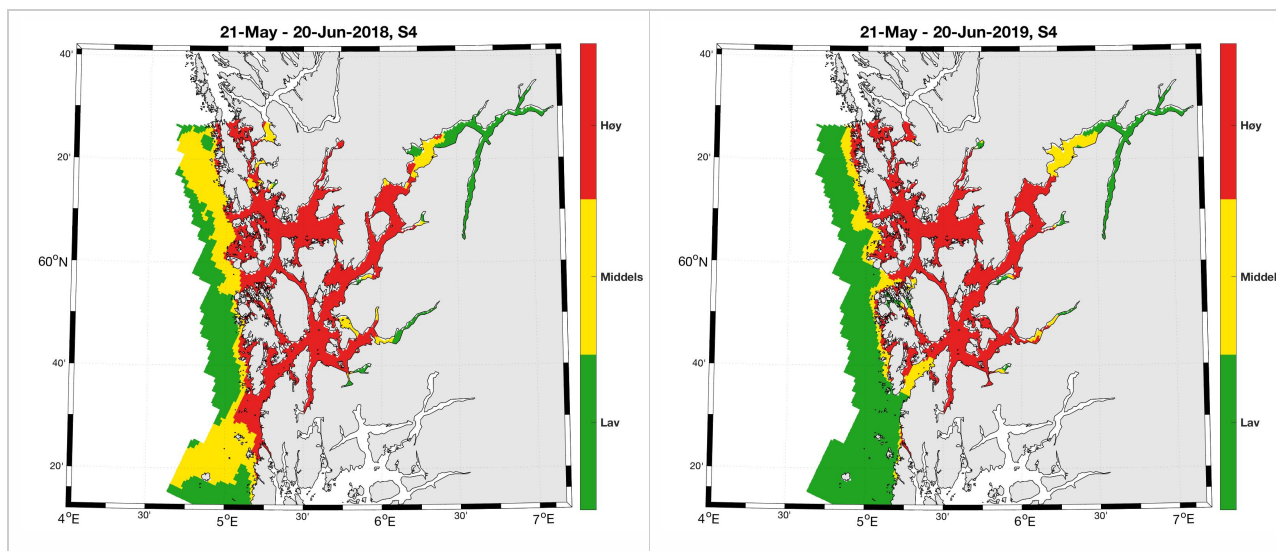
Dersom alle fisk i alle anlegg hadde 0.2 APF ville det bety en kraftig økning i mengden lus i vannmassene, og selv med 0.1 APF ville utslippet av luselarver øke i ukene 16 -21, både i 2018 og 2019, Figur 6. Etter uke 21, når den lovlige lusegrensen er 0.5 APF, vil en fast verdi på 0.1 APF føre til større utslipp de første ukene, men etter første uken i juni ville det ført til en reduksjon i utslippene. Først med et utslipp fra 0.05 eller 0.03 APF fra alle anlegg ble utslippet redusert i hele perioden.

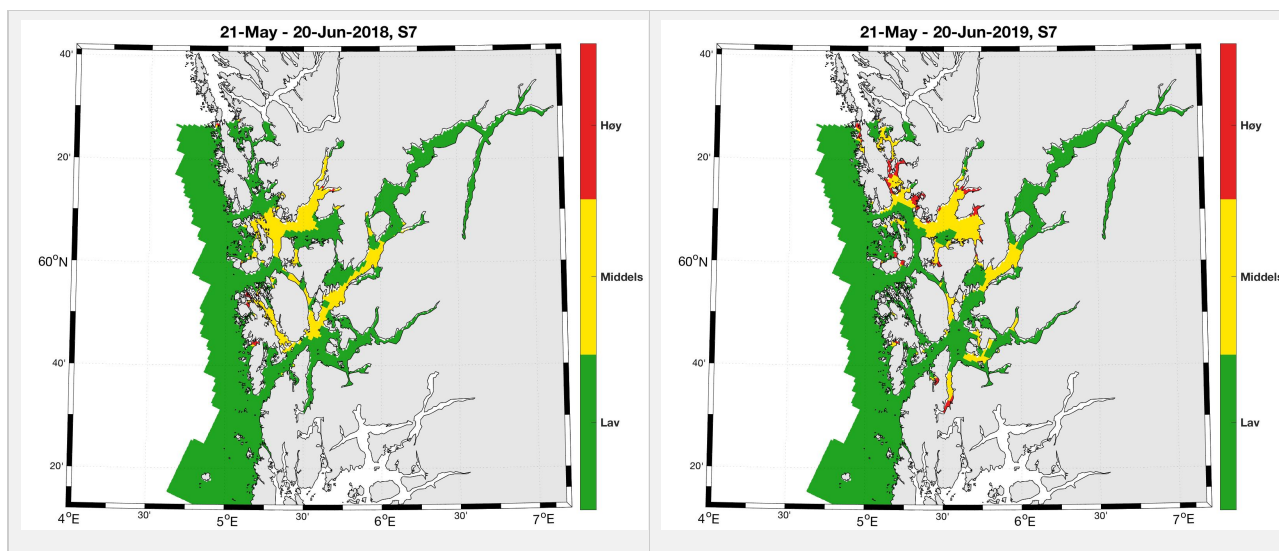


Figur 6. Antall nyklekte nauplier i PO3, 2018 og 2019. Blå linje viser utslipp ved innrapporterte tall. Rød, gul, lilla og grønne linjer viser utslipp dersom det var henholdsvis 0.2, 0.1, 0.05 og 0.03 voksne hunnlus på alle fisk i alle anlegg. Svarte vertikale linjer viser datoen for ROC-indeks perioden (estimert dato for når det er mest sannsynlig at 50% av laksesmolten har vandret fra eleven mot havet, og 30 dager etter). Vertikale stiplede linjer viser perioden med krav om lave lusegrenser (uke 16 – 21, som svarer til 15. April - 26. Mai i 2019).

3.3.2 - ROC kart og indeks .

Ved å sette et fast lusenivået på 0.2 APF (S4) i alle anleggene nådde ROC-indeksen 57 og 45 i henholdsvis 2018 og 2019. Selv om ROC-indeksen synker dersom det faste lusenivået settes lavere (S5 – S7), er det bare S7 som gir ROC-indeks < 10 i 2018 og 2019 (Figur 7 og Tabell 3).





Figur 7. ROC kart som viser områder der det er forventet at villfisk som står i området i den definerte perioden vil få på seg mer enn 6 lus (rød farge), mellom 2 og 6 lus (gul farge) og mindre enn 2 lus (grønn farge). Utslipet er beregnet ut ifra at alle anleggene har konstant antall lus som følger S4 (0,2 APF), S5 (0,1 APF), S6 (0,05 APF) og S7 (0,01 APF).

Tabell 3. Resultat fra senarioene der det ble antatt at alle fisk i alle anlegg hadde 0.2, 0.10, 0.05 eller 0.03 voksne hunnlus per fisk. Estimert ved hjelp av ROC-indeksen beregnet for perioden 21.mai – 20.juni, 2018 og 2019. Kolonnen "S0" viser ROC-indeksen beregnet med utslipp slik de ble rapportert fra anleggene, og er den verdien som ble lagt til grunn som en del av trafikklysvurderingen.

	2018					2019				
Scenario	S0	S4	S5	S6	S7	S0	S4	S5	S6	S7
ROC-indeks	29	57	36	17	6	24	45	34	19	8

4 - Diskusjon

Analysene gjennomført i denne rapporten viser at de fleste anleggene i PO3 holdt seg godt under lovfestede lusenivå både i 2018 og 2019. Likevel ble miljøet vurdert som høyt og moderat påvirket av lakselus i 2016-2019. Dette skyldes et sprik mellom lovlig og bærekraftige lusenivå.

I denne rapporten har vi sett på hvordan ulike endringer i utslipp av luselarver fra oppdrettsanleggene i PO3 er med på å endre den miljømessige bærekraften i området, her estimert ved ROC-metoden. Vi har først tatt utgangspunkt i de estimerte utslippene av lakselus fra anleggene i 2018 og 2019, og redusert disse utslippene i steg på 10% for å se hvor stor nedgang som er nødvendig for at ROC-indeksen skal komme under 10. Vi har deretter sett på effekten av å forlenge den lovpålagte perioden med lav lusegrense (fra uke 21 til uke 26), og på effekten av å senke grensen fra 0.2 og 0.1 APF. Til sist har vi holdt antall voksne hunnlus fast på 0.2, 0.1, 0.05 og 0.03 for alle anleggene fra uke 16 til 26.

En optelling av antall anlegg med mer enn 0.2 voksne hunnlus per fisk viste at de fleste oppdrettsanleggene i PO3 holdt seg godt under 0.2 APF i ukene 16 - 21 i både 2018 og 2019. Fra uke 21 og utover økte antallet noe, men fortsatt i uke 26 var det under 25% av anleggene som rapporterte om mer enn 0.2 APF. Det vites ikke hvorfor noen anlegg tidvis overskred grensen på 0.2 APF i uke 16-21.

Til tross for dette ble ROC-indeksen (21.mai -20.juni) beregnet til over 20 i både 2018 og 2019. En stegvis reduksjon i utslippene indikerer at for at ROC-indeksen skal komme under 10, kreves det en reduksjon i utslipp på 60 og 70% fra nivåene i 2018 og 2019. Det er imidlertid trolig at reduksjonen vil gå hurtigere på grunn av en positiv tilbakekopling med stadig lavere antall lus på oppdrettsfisken ettersom smittepresset går ned.

En forlengelse av den lovlig lusegrensen på 0.2 viste seg å ha relativt liten effekt, og effekten var først og fremst lokal. Dette skyldes at et fåtall av anlegg ble påvirket av denne regelen, siden de hadde rapportert om lusenivå under 0.2 APF.

En lavere lusegrense på 0.1 APF i ukene 16-26, medførte en reduksjon i utslippet på 20-25% i ukene 16-21 og 40-50% i ukene 21-26, men ROC-indeksen kom ikke under 10. Nedgangen indikerer likevel at en forlengelse av perioden med lave utslipp vil gi gunstig effekt på miljøvurderingen i området. I tillegg vil trolig en lavere lusegrense føre til flere og tidligere avlusinger, noe som vil ha tilbakevirkende effekt på antall lus i de andre anleggene i området, som igjen vil føre til lavere utslipp og mindre smitte mellom anlegg.

Estimatene av ROC-indeksen, basert på at antall voksne hunnlus blir redusert til 0.2 og 0.1 APF, er derfor sannsynligvis noe høyere enn om en simulert avlusing hadde vært lagt inn. Hvor stor andel av lusene som fjernes ved en avlusing vil avhenge av hvilke behandling som benyttes og kan variere til dels mye (Gismervik mfl 2017), mellom anlegg og mellom de ulike lusestadiene. Havforskningsinstituttet har foreløpig ikke laget en modell som kan brukes til å inkorporere effekt av avlusing med påfølgende reduksjon av lus i anlegget, og videre påfølgende reduksjon i smittepress til andre anlegg. Vi har heller ikke analysert ROC-indeks under fullstendig avlusning i uke 16 med økende lusenivå i tiden etterpå, men kan si at perioden det tar før man igjen får reproduktive lus på lokaliteten er avhengig av hvor effektiv (0-100%) avlusing er på de ulike lusestadiene, og hvor varmt det er i vannet, som beskrevet i Hamre mfl 2019.

Scenariene S4-S7 som vurderte påvirkningen dersom alle oppdrettslokaliteter hadde identisk lusenivå viste at man må helt ned i 0.03 APF som grense før man er sikret en ROC-indeks < 10 med dagens oppdrettsintensitet. Scenarier som innebærer at alle har samme lusenivå på fisken er et rent hypotetisk scenario, men det illustrerer differansen mellom et lovlig lusenivå, og et lusenivå som kan anses som miljømessig bærekraftig.

I denne rapporten er ROC-indeksene beregnet for bare to år, 2018 og 2019. Siden både, vanntemperaturen, saltholdigheten og strømforholdene varierer noe mellom år, vil også ROC-indeksen variere noe med varierende miljøforhold (Myksvoll mfl 2020). Og den vil naturlig nok endres dersom antallet fisk i produksjonsområdet endres. I

tillegg påvirkes fordelingen av lus av hvor i området fisken produseres. Dersom all fisken hadde blitt produsert i de nordlige områdene er det trolig at luselarvene hadde blitt spredt ut av PO3, og indeksen hadde falt, selv om utslippene var de samme. Dette kunne også ha blitt resultatet dersom produksjonen hadde blitt konsentrert til ett begrenset område innen PO3.

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

For ROC-metoden vil disse være:

1. grenseverdien for hva som skal regnes som høy/middels/lav verdi i 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-indeks perioden
3. avgrensning av produksjonsområdet til havs
4. grenseverdier for når ROC-indeksen skal regnes som høy, middels eller lav

I denne rapporten er disse parameterene satt slik de har blitt benyttet i trafikklysvurderingene.

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

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

Konklusjon: I denne rapporten har vi sett på effekten av ulike strategier for å endre utslippene av lakseluslarvene fra anleggene, og diskutert dette opp mot miljømessig bærekraft i PO3. Dersom alle anlegg skal redusere likt, samtidig som de opprettholder dagens produksjonsvolum, må lusenivået reduseres med 60 – 70% (fra nivået i 2018 og 2019) for å sikre lav miljø-påvirkning i PO3.

En lavere lusegrense, på 0.1 APF, som forlenges til uke 26 (fra uke 21) vil redusere lusepresset betydelig, men ikke nok til å komme i kategorien lav påvirkning.

Et gradvis lavere smittepress vil imidlertid føre til en positiv tilbakekopling, slik at det forventes en større effekt av reduserte utslipp enn det som estimatene i denne rapporten viser.

Det presiseres at vi i denne rapporten bare har sett på en av datakildene som benyttes av ekspertgruppen for å vurdere lakselusindusert dødelighet i produksjonsområdene, og resultatene må derfor ikke tolkes som at dette hadde blitt ekspertgruppens vurdering.

5 - Referanser

Anon (2012) Forskrift om bekjempelse av lakselus i akvakulturanlegg, <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2012-12-05-1140> . In Norwegian.

Anon. 2015. Meld. St. 16 (2014-2015). Forutsigbar og miljømessig bærekraftig vekst i norsk lakse- og ørretoppdrett. Regjeringen.no

Anon, 2019. Vurdering av lakselusindusert villfiskdødelighet per produksjonsområde i 2019
https://www.regjeringen.no/globalassets/departementene/nfd/dokumenter/rapporter/ekspertgruppe-rapport_2019.pdf

Gismervik K, Nielsen KV, Lind MB, Vijugrein H (2017) Norwegian Veterinary Institute's Repoert Series: 6-2017. Mekanisk avulsing med FLS-avlusersystem = dokumentasjon av fiskevelferd og effekt mot lus. Norwegian Veterinary Institute.

Hamre LA, Bui S, Oppedal F, Skern-Mauritzen R, Dalvin S 2019. Development of the salmon louse *Lepeophtheirus salmonis* parasitic stages in temperatures ranging from 3 to 24°C. *Aquacult Environ Interact* 11:429-443.
<https://doi.org/10.3354/aei00320>

Johnsen IA, Sævik PN, Ådlandsvik B, 2020. Utvandring av virtuell postsmolt 2018/2019. *Rapport fra Havforskningen* 2019-55 ISSN:1893-4536

Sandvik, A.D., Bjørn, P.A., Ådlandsvik, B., Asplin, L., Skarðhamar, Johnsen, I.A., Myksvoll, M., Skogen, M.D., 2016. Toward a model-based prediction system for salmon lice infestation pressure. *Aquaculture Environment Interactions*, 8: 527-542, doi:10.3354/aei00193.

Sandvik, A.D., Johnsen, I.A., Myksvoll, M.S., Sævik, P. N., Skogen, M.D., (2020a). Prediction of the salmon lice infestation pressure in a Norwegian fjord, *ICES Journal of Marine Science*
<https://doi.org/10.1093/icesjms/fsz256>

Sandvik, AD, Asplin L, Skarðhamar J, (2020b). Modellering av smittsomme lakseluslarver - bakgrunnsdata for Havforskningsinstituttets modellprodukt til Trafikklyssystemet, 2019 . *Rapport fra Havforskningen* 2019-53 ISSN: 1893-4536

Sandvik, AD, Skarðhamar J, Myksvoll MS, Skogen MD, Asplin L, (2020c). Påvirkning fra lakselus på vill laksefisk-ROC, estimert fra luselarvefelt med stor variabilitet. *Rapport fra Havforskningen* 2019-52 ISSN:1893-4536

Taranger GL, Karlsen Ø, Bannister RJ, Glover KA, Husa V, Karlsbakk E, et al. (2015). Risk assessment of the environmental impact of Norwegian Atlantic salmon farming. *ICES J Mar Sci*. 72: 997-1021.



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

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