

Beregnet produksjon av smittsomme lakseluslarver



Veterinærinstituttet
Norwegian Veterinary Institute

Beregnet produksjon av smittsomme lakseluslarver

Innholdsfortegnelse

1.	Sammendrag	3
2.	Bakgrunn	3
3.	Målsetning	3
4.	Materiale og metoder	3
5.	Resultater	4
6.	Diskusjon	6
7.	Takk til	7
8.	Referanser	7

Forfattere

Kari Olli Helgesen og Anja Bråthen Kristoffersen

Oppdragsgiver

Fiskeri og havbruksnæringas forskningsfond

ISSN 1890-3290

© Veterinærinstituttet 2018

Design omslag: Reine Linjer

Foto forside: Trygve Poppe

1. Sammendrag

I dag beregnes lakselus på et anlegg som antall lakselus per fisk. Beregningsmåten er relevant for lus som fiskehelseutfordring. For lus som miljøutfordring trenger en å beregne produksjonen av infektive luselaver fra anleggene. I dette studiet ble produksjonen først beregnet per hunnlus per dag avhengig av temperatur og deretter ble totalproduksjonen for et tilfeldig anlegg beregnet over ett helt år ved bruk av anleggets innrapporterte lusetall, sjøtemperaturer og biomasse. Larveproduksjonen ble beregnet til å variere langt mer enn det innrapporterte lusetallet på grunn av effekten av sjøtemperatur.

2. Bakgrunn

En ønsker å kjenne forekomsten av lakselus på oppdrettsanlegg, da lus kan være en trussel for fiskehelsen til både tam og vill laksefisk. Å måle miljøpåvirkning fra lus har blitt mer aktuelt etter innføringen av Trafikklyssystemet, der den samlede miljøpåvirkningen fra lus i et helt produksjonsområde bestemmer vekstmuligheten til alle oppdretterne (Anonym 2017).

I dag beregnes luseforekomst som gjennomsnittlig antall voksne hunnlus per fisk. Denne måleenheten brukes i lakselusforskriften for å beskrive lusetallet anleggene alltid må holde seg under (Anonym 2012). Dersom målet er å vurdere hvor anlegget ligger i forhold til lusegrensene, er målemetoden vurdert som nokså godt egnet (Jimenez et al. 2011). Aldrin og Huseby (2017) har imidlertid vist at dersom en vurderer lusetall som totalt antall mobile lus per fisk (pre-adulte + adulte lus) trenger en færre lusebehandlinger for å holde lusegrensene enn dersom en bare vurderer antallet hunnlus per fisk.

Antallet hunnlus per fisk er lite egnet til å si noe om miljøpåvirkningen fra det enkelte anlegg. Den reelle påvirkningen fra et anlegg på ville laksefisker i området avhenger av antallet infektive lakseluslarver som anlegget produserer i den perioden det er ville laksefisker i fjorden. Antallet hunnlus per fisk er heller ikke egnet til å beskrive hvor mye et anlegg påvirker omkringliggende anlegg. Antallet infektive larver er et resultat av mer enn det gjennomsnittlige lusetallet; antall fisker på anlegget og utviklingsbiologien til lakselus gitt ulike temperaturer spiller også inn (Stien et al. 2005, Samsing et al. 2016).

Lusepåvirkningen på villfisk utøves av larveproduksjonen fra anleggene i området (Kristoffersen et al. 2018). Dette er bakgrunnen for Trafikklyssystemet. Dersom en skal vurdere sitt eget anleggs bidrag til den samlede larveproduksjonen, kan en se til sin ukentlige produksjon av smittsomme larver. Hvordan larvene spres i sjø er også vesentlig for miljøpåvirkningen, men den komponenten er for en stor del utenfor den enkelte oppdretters kontroll.

En annen grunn til at ukentlig produksjon av smittsomme larver kan være av interesse er i vurderinger av unntak fra lusegrenser og som ledd i vurderinger av miljømessige konsekvenser av eventuelle grenseoverskridelser.

3. Målsetning

Målet med denne delen av studiet var derfor å vise hvordan lusetall, sammen med kunnskap om sjøtemperatur, lusebiologi og antallet fisk på anlegget, kan brukes for å beregne produksjonen av smittsomme luselarver.

4. Materiale og metoder

For å beregne produksjonen av infektive larver per hunnlus gitt ulike sjøtemperaturer, er formlene fra Stien et al. (2005) benyttet. Det vil si at en regner med at hver hunnlus produserer 300 egg per par med eggstrenger, at 17 % av neupliuslarvene dør per dag og at produksjonen av infektive larver per hunnlus per dag kan beskrives som P gitt temperatur lik t , for sjøtemperaturer mellom 2 og 18 grader og gitt at sjøtemperaturen er lik hele utviklingstiden fra egg til infektiv larve:

$$P = 300 / (41,98 / (t - 10 + 41,98 \cdot 0,338))^2 \cdot 0,83^{((24,79 / (t - 10 + 24,79 \cdot 0,525))^2)}$$

$(41,98 / (t - 10 + 41,98 \cdot 0,338))^2$ beskriver utviklingstiden av nye eggstrenger som en funksjon av sjøtemperatur, mens $(24,79 / (t - 10 + 24,79 \cdot 0,525))^2$ beskriver utviklingstiden til neuplielarvene.

Produksjonen av infektive larver ble også regnet ut for en gjennomsnittlig produksjon av 500 og 700 egg per par med eggstrenger.

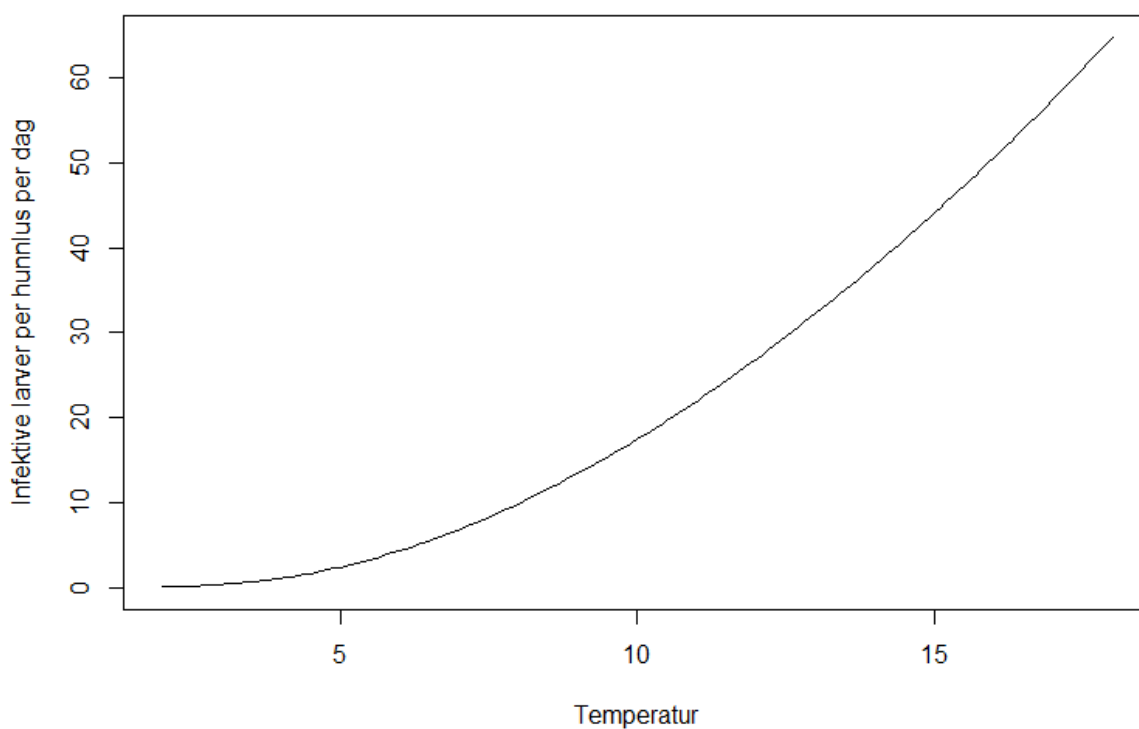
På anleggsnivå beregnes produksjonen av luseegg per dag ved å multiplisere dagsproduksjon per lus med antall hunnlus totalt på anlegget (antall hunnlus per fisk multiplisert med antall fisker). Disse eggene blir flyttet fram i tid; utviklingstiden fram til infektive larver, og multiplisert med 17 % dødelighet per dag i tiden som neuplie. Ukesproduksjonen blir beregnet ved å addere dagsproduksjonene i én uke. Her regner en igjen med at sjøtemperaturen holder seg lik fram til larvene er blitt infektive. Dermed vil lusetall fra én uke brukes til å beregne infektive larver en stund fram i tid. Lusetallene per fisk, sjøtemperatur på tre meter og antall fisker er hentet fra tall rapportert til henholdsvis Mattilsynet og Fiskeridirektoratet. Lusetall og sjøtemperatur rapporteres ukentlig, mens fisketall rapporteres månedlig. For å vise et eksempel er det gjort beregninger basert på ett tilfeldig valgt anlegg sine innrapporteringer fra 2016.

Analysene ble foretatt ved hjelp av statistikkprogrammet R (R Core Team 2016).

5. Resultater

Etter den angitte formelen blir det produsert 0,1 infektiv larve per hunnlus per dag når sjøtemperaturen er 2 grader, 17 når temperaturen er 10 grader og 65 når den er 18 grader (Figur 1). Tabell 1 viser at disse beregningene er svært avhengig av verdiene brukt for de ulike parameterne, her vist for verdien for antall egg per par med eggstrenger.

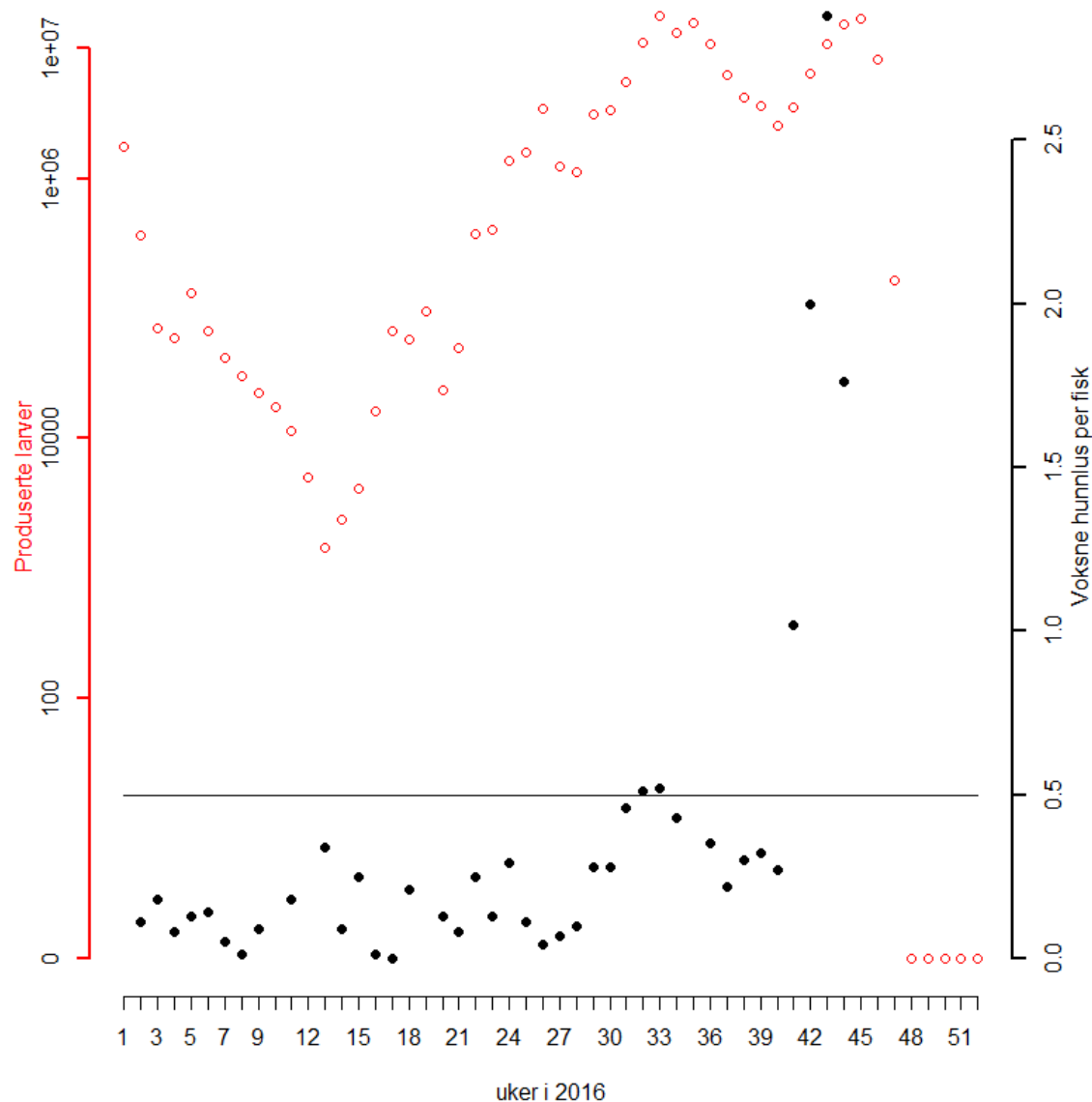
Figur 2 viser effekten dette får på larveproduksjonen på ett enkeltanlegg i 2016. Det er imidlertid ikke slik at en kan sammenlikne larveproduksjonen én uke med antallet hunnlus samme uke på grunn av tidsintervallet mellom observert hunnlus og når disse beregnes å ha produsert infektive larver. Intervallet mellom hunnlustall og korresponderende larveproduksjon varierer med den temperaturavhengige lusebiologien. Figuren viser imidlertid at larveproduksjonen varierer langt mer enn lusetallet (merk at figur 2 viser larveproduksjon på en logaritmisk skala og lusetall på lineær skala).



Figur 1 viser antall infektive larver produsert per voksen hunnlus som en funksjon av sjøtemperatur. Det er brukt parametere fra Stien et al. (2005) for å gjøre beregningene.

Tabell 1 viser beregninger for antall infektive larver per hunnlus per dag gitt ulike antagelser om gjennomsnittlig produksjon av egg per par med eggstrenger.

Egg per par eggstrenger	5 °C	10 °C	15 °C
300 egg	2,4	17,4	44,0
500 egg	4,0	29,1	73,4
700 egg	5,6	40,7	102,8



Figur 2 viser ukentlig innrapporterte gjennomsnittstall for antall voksne hunnlus per fisk fra ett anlegg i 2016 som svarte, fylte prikker. De røde, åpne prikkene er beregnet produksjon av infektive luselarver (i antall) fra det samme anlegget i den samme tidsperioden. Den svarte linja viser det som var gjeldende lusegrense. Beregningene baserer seg på innrapporterte lusetall, sjøtemperaturer og antall fisker, samt parametre oppgitt i Stien et al. (2005). Lusetall ble innrapportert i uke 1 til uke 44 i 2016 fra dette anlegget. Skalaen for produserte larver er logaritmisk, mens den er lineær for antall voksne hunnlus per fisk.

6. Diskusjon

Dagens metode for å beregne luseforekomst på oppdrettsanlegg beskriver ikke miljøpåvirkningen som et anlegg yter på ville laksefisker og omkringliggende anlegg. Produksjonen av infektive larver ble beregnet til å variere langt mer enn det innrapporterte lusetallet på grunn av effekten av sjøtemperatur. To anlegg med samme biomasse og lusetall trenger derfor ikke å utøve samme miljøpåvirkning på omgivelsene.

Formlene fra Stien et al. (2005) som viser eggproduksjon og utviklingstid har av flere blitt brukt for å beskrive kildeleddet for smittepress- og spredningsmodeller for lakselus (Sandvik et al. 2016, Kristoffersen et al. 2014). Nøyaktig hvordan en best beskriver antall infektive luselarver per voksne hunnlus som en funksjon av sjøtemperatur vil kunne endre seg når en får mer kunnskap om lakselusas utviklingstid og reproduksjonskapasitet. Et slikt arbeid er allerede påbegynt ved Havforskningsinstituttet og deler av det er publisert (Samsing et al. 2016). En kan også tenke seg å ta i bruk populasjonsmodeller utviklet ved hjelp av innsamlede lusedata fra oppdrettsanlegg, som modellen til Aldrin et al. (2017). Dermed kan det bli nødvendig å oppdatere formelene og figurene for å vise det som til en hver tid er det beste estimatet på produksjon av luselarver. Tabell 1 viser for eksempel hvor sensitivt resultatet er for hvilken verdi en bruker for antall egg per par med eggstrenger. Skal produksjon av infektive luselarver bli brukt til forvaltning av det enkelte oppdrettsanlegg i form av for eksempel utslippstillatelser, er det derfor viktig med et grundig forarbeid som resulterer i den modellen som best beskriver larveproduksjonen.

Dersom oppdrettere selv ønsker å overvåke produksjonen av infektive luselarver på eget anlegg og vil utføre hva-hvis analyser for å se effekten av lusetall, fisketall og temperatur på produksjon av luselarver, vil det være mulig å lage et webbasert verktøy der en kan: 1. Hente inn de parameterne som er offentlig tilgjengelig (lusetall og temperatur) og selv legge inn fisketall. 2. Variere én eller flere av disse parameterne.

De infektive larvene må møte laksefisker for å yte en påvirkning på fisken. Dermed er det en romlig komponent i miljøpåvirkningen som ikke beskrives i dette arbeidet. Dersom en skal bruke miljøpåvirkning i form av infektive luselarver til forvaltning av det enkelte oppdrettsanlegg må en derfor ta stilling til om og i så fall på hvilken måte denne romlige komponenten skal inkorporeres.

7. Takk til

Takk til Fiskeri- og havbruksnæringas forskningsfond for å ha finansiert studiet og til Tor Atle Mo ved NINA for nyttige tilbakemeldinger.

8. Referanser

Aldrin M, Huseby RB (2017) Effekter av ulike strategier for bekjempelse av lakselus. Norsk regnesentral, Oslo. Notat

Aldrin M, Huseby RB, Stien A, Grøntvedt RN, Viljugrein H, Jansen PA (2017) A stage-structured Bayesian hierarchical model for salmon lice populations at individual salmon farms – Estimated from multiple farm data sets. *Ecol model* 359: 333-348

Anonym (2012) Forskrift om bekjempelse av lakselus i akvakulturanlegg.

<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2012-12-05-1140?q=lakselus>. Besøkt 11.05.18

Anonym (2017) Forskrift om produksjonsområder for akvakultur av matfisk i sjø av laks, ørret og regnbueørret

(produksjonsområdeforskriften). <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2017-01-16-61?q=0,1>. Besøkt 11.05.2018

Jimenez D, Heuch PA, Brun E (2011) Evaluering av lusetellingsprotokoll og biassay for nedsatt følsomhet mot lakselusmidler. Veterinærinstituttet, Oslo. Rapport 9 2011

Kristoffersen AB, Jimenez D, Viljugrein H, Grøntvedt R, Stien A, Jansen PA (2014) Large scale modelling of salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*) infection pressure based on lice monitoring data from Norwegian salmonid farms. *Epidemics* 9: 31-39.

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.

R Core Team (2016) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>

Sandvik AD, Bjørn PA, Ådlandsvik B, Asplin L, Skarðhamar J, Johnsen IA, Myksvoll M, Skogen MD (2016) Toward a model-based prediction system for salmon lice infestation pressure. *Aquacult Environ Interact* 8: 527-542.

Samsing F, Oppedal F, Dalvin S, Johnsen I, Vagseth T, Dempster T (2016) Salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*) development times, body size, and reproductive outputs follow universal models of temperature dependence. *Can J Fish Aquat Sci* 73: 1841-1851

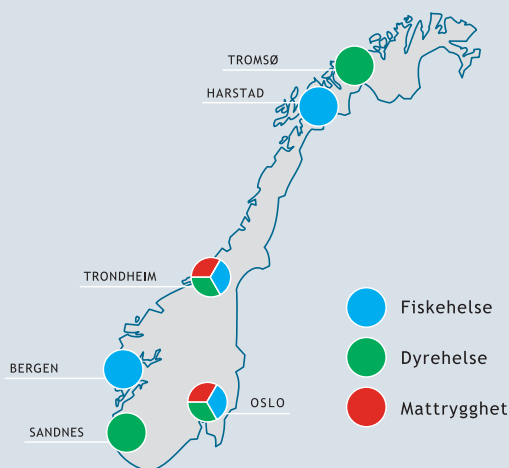
Stien A, Bjørn PA, Heuch PA, Elston DA (2005) Population dynamics of salmon lice *Lepeophtheirus salmonis* on Atlantic salmon and sea trout. *Mar Ecol Prog Ser* 290: 263-275

Faglig ambisiøs, fremtidsrettet og samspillende - for én helse!

Veterinærinstituttet er et nasjonalt forskningsinstitutt innen dyrehelse, fiskehelse, mattrygghet og fôrhygiene med uavhengig kunnskapsutvikling til myndighetene som primæroppgave.

Beredskap, diagnostikk, overvåking, referansefunksjoner, rådgivning og risikovurderinger er de viktigste virksomhetsområdene. Produkter og tjenester er resultater og rapporter fra forskning, analyser og diagnostikk, og utredninger og råd innen virksomhetsområdene. Veterinærinstituttet samarbeider med en rekke institusjoner i inn- og utland.

Veterinærinstituttet har hovedlaboratorium og administrasjon i Oslo, og regionale laboratorier i Sandnes, Bergen, Trondheim, Harstad og Tromsø.



Fiskehelse



Dyrehelse



Mattrygghet



Oslo
postmottak@vetinst.no

Trondheim
vit@vetinst.no

Sandnes
vis@vetinst.no

Bergen
post.vib@vetinst.no

Harstad
vih@vetinst.no

Tromsø
vitr@vetinst.no

www.vetinst.no



Veterinærinstituttet
Norwegian Veterinary Institute