

Et samarbeidprosjekt for implementering av et brukervennlig verktøy for varsling av lakselus i Rogaland, for å forebygge smitte. Planlegge og iverksette tiltal i rett tid.

Partnere i prosjektet var Proactima, Norsk Regnesentral, Veterinærinstituttet og alle oppdrettsaktørene i Rogaland.

2019

STRATEGI LAKSELUS 2017- 19

Enhetlig proaktiv lusestrategi Rogaland (FHF 901414)



Prosjektleder Trine Danielsen

BluePlanet AS

30.09.2019

Innhold

1.	Sammendrag.....	2
	Summary:	3
2.	Innledning.....	4
2.1	Faglig Bakgrunn	4
2.2	Prosjektets struktur	6
A.1	Proactima. Etablere en online modell for lusevarsling “Rogalandwaterforecast”	6
A.2	Utteksling av modelldata og modellering av lusetall som funksjon av smittekonentrasjon (VI)	6
A.3	Lusekalkulator VI- Utvikle lusekalkulator for Rogaland	6
A.4	Scenariosimulering NR, simulere ulike scenarioer mht. forebygging av lusesmitte.	7
A.5	Kommunikasjon med brukerne.....	7
A.6	Optimalisere felles strategi	7
A.7	Rapportering	7
2.3	Prosjektorganisering.....	7
2.3.1	Prosjektgruppe	7
2.3.2	Styringsgruppe:.....	7
3.	Problemstilling og formål	8
3.1	Hovedmål.....	8
3.2	Delmål.....	8
3.3	Prosjektets resultatmål:.....	9
3.3.1	Vurdering av næringsnytte og hvordan resultater kan utnyttes.....	9
4.0	Prosjektets gjennomføring	9
4.1	Material og metoder	10
4.1.1	Metodikk for hydrodynamisk modell	10
4.1.2	Metodikk for lusekalkulator og sammenligning av modeller for smittepress	13
4.1.3	Metodikk for populasjonsmodellen og scenariosimuleringer	14
4.2	Oppnådde resultater og diskusjon.....	16
4.2.1	Hydrodynamisk modell «Rogaland Waterforecast».....	16
4.2.2	Utteksling og validering av modellgrunnlag (avstand vs. strømvektorer).....	16
4.2.3	Lusekalkulatoren for Rogaland.....	17
4.2.4	Populasjonsmodell og scenariosimuleringer	18
4.3	Kommunikasjon med brukerne.....	20
4.4	Optimalisere felles strategi	21
5	Konklusjoner	21

6	Hovedfunn	22
7	Leveranser og rapporter	23
8	Referanser	24

1. Sammendrag

Prosjektet er et samarbeid for forskning på og testing av brukervennlige verktøy for varsling av lakselus i Rogaland, for å forebygge smitte, planlegge og iverksette tiltak til rett tid mot lus.

Partnerne i prosjektet har bestått av Norsk Regnesentral (NR), Veterinærinstituttet (VI), Proactima (med DHI) i samarbeid med Blue Planet AS (BP) og alle oppdrettsaktørene i Rogaland; Alsaker Fjordbruk, Bremnes Seashore, Cargill, Eidesvik, Grieg Seafood, MOWI og Norwegian Royal Salmon (NRS). All innsamling av produksjonsdata fra oppdrettselskapene har vært gjort mulig med hjelp fra IT ansvarlige i AKVA GROUP og Steinsvik, gjennom produksjonsstyringsprogrammene Fishtalk og Aquafarmer.

Prosjektets hovedmål var å dokumentere hvordan man innenfor et produksjonsområde som Rogaland, kan lykkes med å holde vedvarende lave lusenivå, ved å kombinere økt fokus på forebyggende tiltak og målrettet bruk av felles behandlingstiltak, basert på online-smitte verktøy og scenario simuleringer.

Tidlig varslinger om luse – påslag, for å planlegge når og hvor behandling bør gjennomføres er viktig. Med opparbeidet informasjon over tid vil en etter hvert ha tilstrekkelig kunnskap til å planlegge bedre og mer optimalt mht. produksjonssoner og drift i et område.

Prosjektet er sammensatt av 3 ulike modeller og 3 aktører.

Proactima sin «smittepressmodell» er en ny modell for Norge og Rogaland. Den bygger på hydrodynamiske modeller som er utviklet for globalt bruk i samarbeid med DHI (tidligere Danske Hydrauliske Institutt). Eksisterende modeller opererer i dag i en rekke havnebasseng i verden, for simulering av bevegelse av oljeutslipp, tidevann og kvalitet på badevann. DHI var i dette prosjektet underleverandør til Proactima.

Målet med modellen utarbeidet av Proactima var å lage en spesifikk hydrodynamisk lusesmitte modell for Rogaland, med intensjon om å kunne implementere den i andre produksjonsområder. Den hydrodynamiske modellen er basert på strømforholdene i fjorden i tre dimensjoner og illustrere hvordan partikler og lus kan spres over tid.

VI sin «lusekalkulator» har vært tilgjengelig på nett en stund og er en enklere populasjonsmodell til prognoser og «lusevarsling». «Lusekalkulatoren» i dette prosjektet skulle testes og tilpasses lusesmitte situasjonen i Rogaland spesielt.

NR sin «populasjonsmodell for lus» er beregnet for scenariosimuleringer og evaluering av ulike forebyggende tiltak. Modellen beregner «hva-hvis-analyser» som er nyttige for oppdretterne for å forstå konsekvensen av ulike tenkte teoretiske scenarioer og effekt av tiltak en tror vil ha positiv påvirkning på lusesituasjon i et produksjonsområde. Scenarioer en har diskutert, men som ingen har testet på grunn av risiko, økonomi eller andre begrensninger.

Til nå har både Veterinærinstituttets lusekalkulator og Norsk Regnesentrals populasjonsmodell brukt et smittepress basert på sjøavstand mellom nabolokaliteter (statisk). I dette prosjektet har lusekalkulatoren i tillegg brukt smittepress beregnet som kopepoditt tetthet ut ifra Proactima's hydrodynamiske modell (. Videre har populasjonsmodellen tatt i bruk en ny smittepressindeks beregnet ut fra midlere strømkontakt over tid. Midlere strømkontakt er her beregnet fra Proactimas hydrodynamiske modell som simulert strømkontakt mellom par av lokaliteter i gjennomsnitt over to år.

Resultatene fra prosjektet viser en rekke interessante funn. Et utdrag av disse er bla. at;

- det kan være ugunstig med anlegg nære land, ettersom luse-kopepoditter trekkes mot land
- det å sette ut stor-smolt på alle anlegg vil kunne gi en teoretisk reduksjon av lusebehandlinger på ca. 30-50%
- soneringen som er valgt i Rogaland kan ha negativ effekt på lusesmitte.

Resultatet og detaljer fra de 3 delprosjektene er å finne i egne rapporter, som følger denne felleshovedrapporten.

Summary:

A joint project involving developing tools and models to combat and control salmon sea lice attacks in Rogaland Norway.

The scientific partners were Norwegian Computing Centre (NR), The Norwegian Veterinary institute (VI) and Proactima. All the salmon industry partners in Rogaland participated and were involved, Alsaker, Bremnes Seashore, Cargill, Eidesvik, Grieg Seafood, Mowi and Norwegian Royal Salmon.

3 models were to be developed and tested for Rogaland in this project. The model of NR was to make scenario simulations "what if scenarios". VI was to adapt the "seallice calculator" model especially to Rogaland County. Proactima was to develop the online -hydrodynamic model for Rogaland, later called the [Rogaland Waterforecast](#).

AKVA Group and Steinsvik contributed, via Fishtalk and Aquafarmer software respectfully, to all the data export transfer of production data needed, from the salmon industry operators to Proactimas/DHI data server unit, for automatic input to the online hydrodynamic model. Proactima also make matrixes available for VI and NR to import to their models.

The goal of the whole project was to develop user friendly tools to plan, measure and implement "best practises" for sealice in Rogaland. A successful result should be implementable for other regions too.

Some interesting result show it is not beneficial to place your farm close to the shore. Putting large smolt of 500g to sea will decrease the number of treatments with 30-50%. Production "Zones" may have a negative or no effect on the sea lice infection pressure.

BluePlanet organized and coordinated the FHF project. FHF supervised the project.

2. Innledning

2.1 Faglig Bakgrunn

Det har skjedd en stor endring gjennom de siste årene innen strategi og hvilke verktøy som er tilgjengelig som tiltak mot lakselus. Fra å ha flere ulike effektive legemidler tilgjengelig, har en nå som resultat av resistensutvikling mot legemidler, tatt i bruk et sett av medikamentfrie tiltak mot lakselus. Dette har medført redusert legemiddelbruk. Hovedtyngden av de medikamentfrie tiltakene som er tatt i bruk, settes inn som behandlingstiltak når lusetall i det enkelte anlegg har blitt for høyt. Dessverre har det vist seg at de medikamentfrie behandlingene gi en kortsiktig effekt, samtidig som behandlingene medfører stor grad av håndtering av fisken. Det er derfor et behov for å optimalisere forebygging, behandling og håndtering av laks for å bedre fiskevelferden.

En god strategi mot lakselus må ha et fundament med god oversikt og kunnskap om hvordan utvikling av lakselus vil være til enhver tid i alle anlegg innenfor det aktuelle produksjonsområdet. På basis av slik kunnskap, kan man; 1. -Strategisk planlegge hvordan og når forebyggende tiltak vil gi langvarige lave lusenivåer, slik at behovet for behandling blir redusert. 2.- Få varslinger tidlig om når og hvor behandling må gjennomføres, for å sikre fortsatt lave lusenivåer.

Som del av FHF sin strategiske satsning på forebyggende tiltak mot lakselus, har FHF tatt initiativ til et pilotprosjekt der en i samarbeid med næringen tar i bruk verktøy som gir løpende oversikt over lakselus utvikling i alle anlegg innenfor et område, for å dokumentere hvordan en forebyggende strategi kombinert med tidlig varsling om økte forekomster av lakselus, kan sikre vedvarende lave lusetall.

Gjennomføring av pilotprosjektet er lagt til Rogaland. Dette fordi oppdrettsaktørene i området gjennomfører en felles strategi mot lakselus med overvåking og allerede har etablert gode nettverk for ulike typer for felles tiltak. Dessuten er området relativt isolert og lite påvirket av lakselusesmitte fra naboområder. Prosjektet vil gjennom en felles plan etter hvert evaluere strategisk og riktig bruk av forebyggende tiltak for kontroll på lus, som sonestruktur (innført 2017) med tilhørende brakkleggingsområder, bruk av rensefisk, «presenning-skjørt», tubenot og ikke-medikamentelle tiltak mot lakselus. Målet er å forebygge og forlenge perioden før en eventuelt må håndtere fisken mot lus.

Miljøovervåking er et viktig område for aktørene i Rogaland. Derfor igangsatte de «marine overvåking Rogaland», et felles miljø-overvåkingsprogram i 2010. Dette var for å måle miljøtilstand (vannkjemi, bunnsediment og makroalger) for eventuelle endringer i fjordsystemet over tid (10 års fasen). Programmet er finansiert av oppdrettsaktørene selv og koordinert av BluePlanet og utføres av en tredjepart. Miljøovervåkingsrapporten finnes tilgjengelig på www.blueplanet.no.

I Rogaland har «Fiskehelsenettverket» bestående av alle aktører, fått kjennskap til Proactima's modell gjennom det siste året, hvor modellen har blitt utviklet og testet, i samarbeid med BluePlanet. Troverdigheten til modellen ble styrket da statistikken viste godt samsvar mellom modell og faktiske målte historiske miljødata. Modellens prognose funksjon og brukervennlighet, vil kunne bli et verktøy for overvåking og forståelse for smittespredning. Bransjen mangler i dag brukervennlige «varsle modeller» og håper FHF pilotprosjektet gir nye muligheter for fremtiden..

Målet er bedre strategisk planlegging og bruk av forebyggende felles tiltak for å holde vedvarende lave lusenivå i Rogaland.

Prosjektet kombinerer eksisterende og nye verktøy for spredning av lakselus, basert på sjøavstand og havstrømmer, samt utvikling av lakselus inni merden. Miljøparametere som salinitet, temperatur og havstrømmer påvirker spredning og livssyklus til lusa og vil inngå som en del av modellene..

Prosjektet skal kombinere det beste fra de tre modellene og bidra til et brukervennlig verktøy for oppdrettsnæringen til forebygging mot lus.

Proactima's modell benytter vær og vannmiljø data fra en rekke kilder. Modellen er en 3D -modell som dekker 10.000km² fra Karmøy i nord til Klepp kommune i sør og alle fjorder østover og strekker seg 50 km ut i havet. Modellen kan også simulere hvordan nauplier og kopepoditter transporteres, utvikles og dør i vannmassene, under ulike værforhold, basert på modellering av strøm, saltinnhold, temperatur og lys. Modellen har vært gjennom en valideringsprosess med historiske data fra 2013-2014, basert på faktiske registreringer fra aktørene i Rogaland. Disse data stammer fra «Marine overvåkings programmet i Rogaland» i regi BluePlanet AS og innsamlet lusetall.

For 2019/20 vil fokus være å optimalisere forebyggende strategi basert på resultat fra prosjektet og erfaringer oppdretterne i regionene har opparbeidet seg til nå.

I samråd med oppdretterne i regionen har utfordringer med luse-smitte vært diskutert underveis.



Foto: Kari Olli Helgesen, Veterinærinstituttet

2.2 Prosjektets struktur

Prosjektet er oppsummert i følgende arbeidspakker (A1 osv.)



Figur 1 Prosjektet struktur

A.1 Proactima. Etablere en online modell for lusevarsling “Rogalandwaterforecast”

- A.1.1. Definere brukere og hvilke data som trengs
- A.1.2. Designe forslag til Web design for informasjonsutveksling
- A.1.3. Data innsamling, kvalitetssikring, modifisering
- A.1.4. Etablere «live» versjonen; «rogaland.waterforecast.com»
- A.1.5. Presentere varsler vha. kart
- A.1.6. Levere sanntids hydrodynamiske data, strøm, temp, salt
- A.1.7. Utvikle brukerstøtte system
- A.1.8. Rapportere og dokumentere

A.2 Utveksling av modelldata og modellering av lusetall som funksjon av smittekonsentrasjon (VI)

- A.2.1. Lusekalkulator kalibrert på kopepoditt-konsentrasjon fra den hydrodynamiske modell
- A.2.2. Populasjonsmodell (NR) kalibrert på kontakt matriser fra den hydrodynamiske modell
- A.2.3. Estimere effekt av ulike behandlingsmetoder.
- A.2.4. Hydrodynamisk modell (P) kjørt med konstant lusetall/eggproduksjon for utvikling av matriser

A.3 Lusekalkulator VI- Utvikle lusekalkulator for Rogaland

Kartbasert portal som presenterer prognoser for luse -smitteutvikling
Kvantifisering av presisjon av prognosene

- A.4 Scenariosimulering NR, simulere ulike scenarioer mht. forebygging av lusesmitte.
Kunne gi råd om sonestruktur, re-lokalisering av lokaliteter og preventive tiltak. Kvantifisere hvor stor forskjell der vil være mellom de ulike strategiene mht. antall behandlinger som kreves for å holde lusepresset nede og nivå under lovlig grense.
- A.5 Kommunikasjon med brukerne
Workshops og møter med oppdrettsselskapene og brukere for å diskusjon modeller, valg og nytte av ulike scenario simuleringer, alternativer og å jobbe sammen for beste praksis lusehåndtering i Rogaland.
- A.6 Optimalisere felles strategi
Diskutere hvordan bruke nettportalen og bruk av modeller for forebygging, varsling og felles bruk av tiltak, for å redusere lusepresset og antall behandlinger mot lus i Rogaland.
- A.7 Rapportering
Det vil bli levert en felles sluttrapport og 4 del- sluttrapporter

2.3 Prosjektorganisering

Prosjektet ble planlagt organisert i en utførende prosjektgruppe samt en styringsgruppe med oppfølging fra FHF. Tidvis fant vi det hensiktsmessig at både prosjektgruppe og styringsgruppe møtte samtidig, for både å få avklart og presentert resultat underveis og ta valg, når flest mulig kunne være tilstede.

2.3.1 Prosjektgruppe

Norsk Regnesentral. Magne Aldrin og Ragnar Bang Huseby, Norsk Regnesentral.
Veterinær instituttet. Peder Jansen satt fra starten av prosjektet i prosjektgruppa, men ble erstattet av Lars Qviller høst 2018. Anja Kristoffersen deltok i overgangsfasen mellom Jansen og Lars Qviller.
Proactima. Lonan Kierans
Leder Rogaland fiskehelsenettverk.
Prosjektleder, Trine Danielsen, BluePlanet

2.3.2 Styringsgruppe:

Det er 6 oppdrettsselskap samt Cargill i Rogaland. 4 av disse satt i utgangpunktet i styringsgruppen. men gruppa ble utvidet etter hvert til at alle selskap kunne møte.

Bremnes Seashore, Geir Magne Knutsen,
MOWI, Marit Stormoen (Marine Harvest) og fra 1/9/18 Gro Vee
Grieg Seafood, Liv Marit Aarseth,
Eidesvik Laks, Lars Magne Eidesvik
Alsaker fjordbruk, Kari Lillesund / Frode Vik,
Norwegian Royal Salmon, Rolf Berg, NRS

Oppfølging av FHF: Randi Nygaard Grøntvedt, INAQ AS (innleid av FHF) og Kjell Maroni f.o.m. 1/1/19.

3. Problemstilling og formål

3.1 Hovedmål

Gjennom prosjektet skal man dokumentere hvordan man innenfor et produksjonsområde lykkes med å holde vedvarende lave lusenivå ved å kombinere økt fokus på forebyggende tiltak og målrettet bruk av behandling, basert på verktøy som gir fortløpende oversikt over luse-utvikling.

3.2 Delmål

Gi råd om effekt av ulike langsiktige forebyggende kontrollstrategier, inkludert;

- i) sone struktur,
- ii) re-lokalisering som er av særskilt betydning for smittespredning på grunn av uheldig beliggenhet
- iii) bruk av postsmolt.
- Tallfeste effekter i fullskala drift av nye kontrolltiltak som f.eks. brønnbåt behandlinger (Hydrolicer og Termolicer), men også av mer etablerte metoder som bruk av rensefisk.
- Etablere en brukervennlig web-portal som gir fortløpende oppdaterte prognoser for framtidig smittepress og lusenivå på fisk, med framstilling av resultater både i tabellform og visualisert ved hjelp av kart. Herunder:
Koble hydrodynamisk modell for strøm og transport av luselarver med modeller for lus på fisk.
- Sammenligne smittepressindeks basert på hydrodynamisk strømmodell med smittepressindeks basert på sjøavstand (statisk).
- Tallfeste effekt av miljøpåvirkning, f.eks. salinitet
- Gjennomføre en fortløpende dialog med oppdrettsbedriftene i Rogaland angående;
 - i) bruk av prognosene fra web-portalen,
 - ii) utforming av web-portalen,
 - iii) spesifisering av interessante scenarier og formidling og diskusjon av resultatene.
- Utvikle en helhetlig plan for forebygging av lusesmitte i Rogaland, med fokus på å bruke metodikk som kan overføres til andre regioner.
- Formidle prosjektsresultater til oppdrettsbransjen utover Rogaland, blant annet ved deltakelser på møter (f.eks. Frisk Fisk) og skriving av populærvitenskapelige artikler.

3.3 Prosjektets resultatmål:

Nytteverdi for oppdrettsbedriftene i Rogaland vil være:

- Få systematisert og evaluert erfaringer ved gjennomføring av en forebyggende strategi mot lakselus
- Redusere antall avlusningsbehandlinger og dermed oppnå økt lønnsomhet, bedre fiskevelferd og mindre miljøpåvirkning
- Kunne planlegge tiltak i forkant for å holde vedvarende lave lusenivå i området
- Evaluere dagens soneinndeling og samordne fellestiltak mot lusesmitte

«Pilotprosjektet i Rogaland». Modellene vil kunne tilpasses andre fylker og utvikles som verktøy, for å evaluere og varsle om fjordens lusesituasjon, med tanke på lokalitetenes egnethet, forebyggende tiltak og sone struktur.

3.3.1 Vurdering av næringsnytte og hvordan resultater kan utnyttes

Ved å vise metoder som fungerer og ikke fungerer gjennom ulike strategier i Rogaland, vil hele næringen kunne ta lærdom av dette og lokalt igangsette forebyggende strategier mot lakselus.

Økt fokus på forebyggende strategier og kunnskap som vil bidra til lave lusenivå, er en forutsetning for videre produksjonsvekst. Det er ikke gitt nye produksjonstillatelser siden 2008 i Rogaland. For at oppdrettsnæringen i produksjonsområdet skal få øke lakseproduksjonen må aktørene i fellesskap oppnå kategori «grønn» mht. til statens «trafikklys ordning»..

Målet er at Rogaland skal være i kategori «grønn» f.o.m 2020. En håper at dette prosjektet vil bidra til dette.

4.0 Prosjektets gjennomføring

I løpet av prosjektet har det vært jobbet med 3 smitte lusemodeller for Rogaland. Den hydrodynamisk strøm og smitte modellen til Proactima og lakselus populasjonsmodellen som benyttes av VI og NR, samt scenario simulering modellen til NR. Planen var å utvikle VI` «lusekalkulator» for Rogaland og evaluere styrken i populasjonsmodellen ved å sammenligne avstands- mot strømvektor kontaktmatriser. Ferdig stillelse av «VI`s lusekalkulator» spesielt tilpasset for Rogaland» ble nedprioritert underveis, grunnet ressursmangel hos VI av ulike årsaker.

Store deler av oppstarten av prosjektet ble brukt til å definere et felles format for eksport av data fra alle oppdrettsaktørene til Proactima. Dette ble utført av Steinsvik gjennom Aquafarmer og AKVA Group via Fishtalk. Dette krevde ressurser som i utgangs punktet ikke var påtenkt. Videre, før data kunne tas i bruk ble alle «live» data fra oppdrettslokasjonene kontrollert og «vasket» for å sikre kvaliteten på registreringene. Disse data ble så benyttet i de tre modellene i prosjektet, for å tilpasse modellene til Rogaland.

Som allerede nevnt var prosjektets fremdrift mer tidkrevende enn planlagt. Likevel mener vi å ha levert tilstrekkelig i henhold til prosjektmålet. «Rogaland Waterforecast» er online og klar til bruk i regi Proactima. Utvalgte scenario simuleringer for optimal drift mht. til lusepress, biomasse og lokaliteter, utsett av stor vs. liten smolt og effekt av andre tiltak er gjennomført av NR. VI har testet populasjons-modellen styrke ved å sammenligne smittepress over avstand mot strømvektorer basert på strømvektor matriser opparbeidet i Proactimas online-smittemodell.

Arbeidet som er gjennomført og modellene som er testet, vil gi et godt utgangspunkt for fremtidig planlegging av lakseproduksjon med mål om å holde lave lakselus nivået i Rogaland for fremtiden.

4.1 Material og metoder

Vi gir i det følgende en kort oversikt over metodikk som er brukt og de viktigste resultatene. Dette er mer detaljert beskrevet i egne delrapporter. Proactima har vært hovedansvarlig for arbeidet med den hydrodynamiske modellen, (Rogaland Waterforecast) her beskrevet i kapitlene 4.1.1 og 4.2.1. Videre har Veterinærinstituttet vært hovedansvarlig for arbeidet med lusekalkulatoren, samt for sammenligning av kopepoditt tetthet fra Proactimas hydrodynamiske modell med smittepress basert på sjøavstand (kapitlene 4.1.2, 4.2.2 og 4.2.3). Til sist har Norsk Regnesentral hatt ansvaret for arbeidet med å utføre scenariosimuleringer basert på populasjonsmodellen for lus (kapitlene 4.1.3 og 4.2.4).

4.1.1 Metodikk for hydrodynamisk modell

Den hydrodynamiske modellen for Rogaland (Rogaland Waterforecast) er utviklet med basis i MIKE 3 Flow Model FM (Flexible Mesh) og simulerer variasjon i tid og sted for parameter som

- Vannivå
- Strømretning og -hastighet
- Saltholdighet
- Vanntemperatur

Bakgrunnsinformasjon om den hydrodynamiske modellen er gitt i Vedlegg A i FHF «3D hydrodynamic and lice forecast model» delrapporten. Denne utgjør basis for modellen for å forutse spredning av lakselus, «Agent Based sea lice Modelling» (ABM). En generell beskrivelse av denne er gitt i vedlegg B i samme rapport.

Som del av dette prosjektet ble det etablert en «live» versjon av modellen med oppdaterte utdata to ganger daglig for å lage prognoser for hydrodynamiske forhold og lakselus smitte for hele Rogaland gjennom «Rogaland Waterforecast»-online modellen.

Arbeidsomfanget inkluderte å etablere, drive og vedlikeholde «live» infeksjonspress i 3D-modellen.

Effektiv datatilgang

Nøkkelen til å sikre en rimelig pålitelig «live» lusemodell var å sikre tilgang til inndata fra forskjellige lokaliteter i Rogaland. Det ble det lagt til rette for av IT ansvarlige i programvarene «Fishtalk» eid av AKVAGroup og Aquafarmer eid av Steinsvik. Inndataene ble fulgt opp med jevnlig kvalitetskontroll for å sjekke konsistens og fullstendighet. Over tid ble dataleveransen rimelig pålitelig.

For å fungere «live», er den hydrodynamiske modellen også avhengig av en rekke andre inndata som er beskrevet i Vedlegg A i STRATEGI LAKSELUS 2017- 19 - FHF 3D hydrodynamic and lice forecast model report.

Portal «Front-end»-utvikling

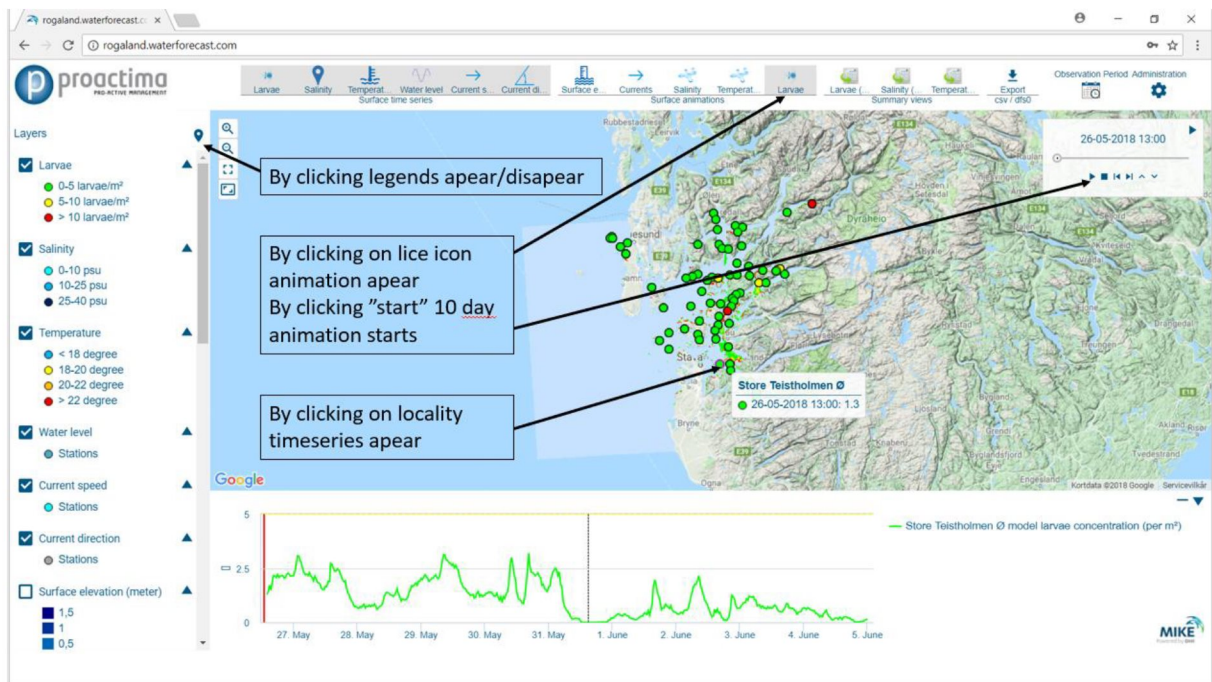
Parallelt med å sikre og følge opp inndata, ble «front-end» delen av modellen utviklet og prøvd ut innad i prosjektteamet og presentert til styringsgruppen. Det ble tatt hensyn til en rekke faktorer i dette arbeidet:

- Inndata til modellen, utdata, brukertyper, manøverbarhet
- Evne til å vise og animere utdata fra forskjellige lag
- Mulighet til å hente ut og analysere historiske data
- Balanse mellom kompleksitet og å opprettholde et totalbilde
- Lav brukerterskel med tydelig grafikk

Tilgang til portalen ble gitt med selskapsspesifikke brukernavn og passord via innlogging på en portal.

Etter utvikling og testing, ble live-versjonen av portalen med modell for hydrodynamikk og lus for Rogaland, lansert i mai 2018. Denne ga oppdatering to ganger daglig, og en fem-dagers prognose for parametere som strøm (retning og hastighet), og smittefarlige larvekonsentrasjoner på alle anlegg.

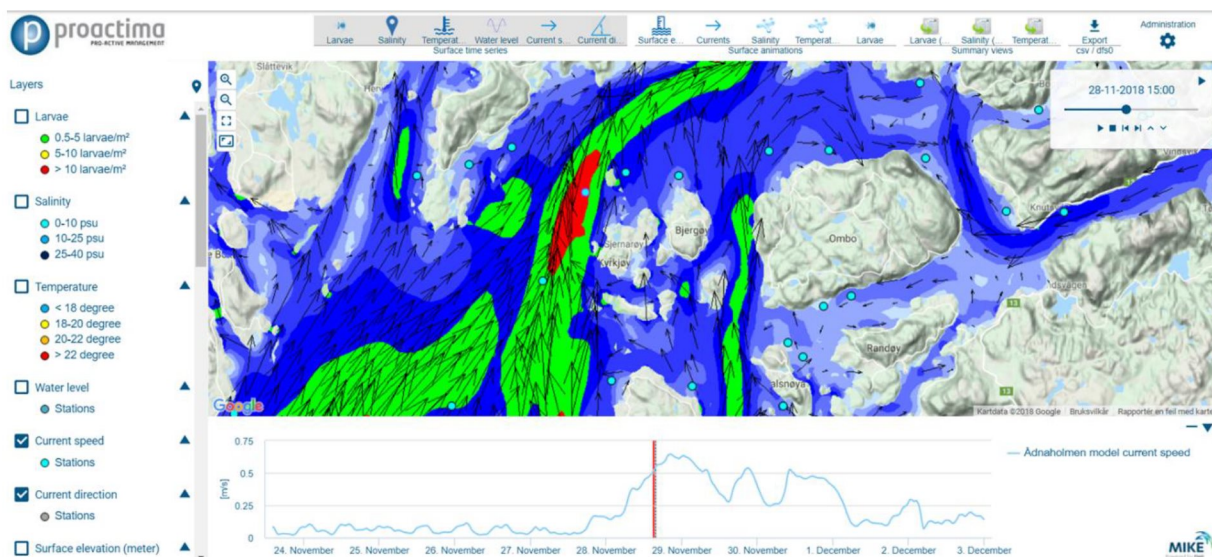
Resultatet fra testversjonen av modellen er illustrert nedenfor i Figur 2.



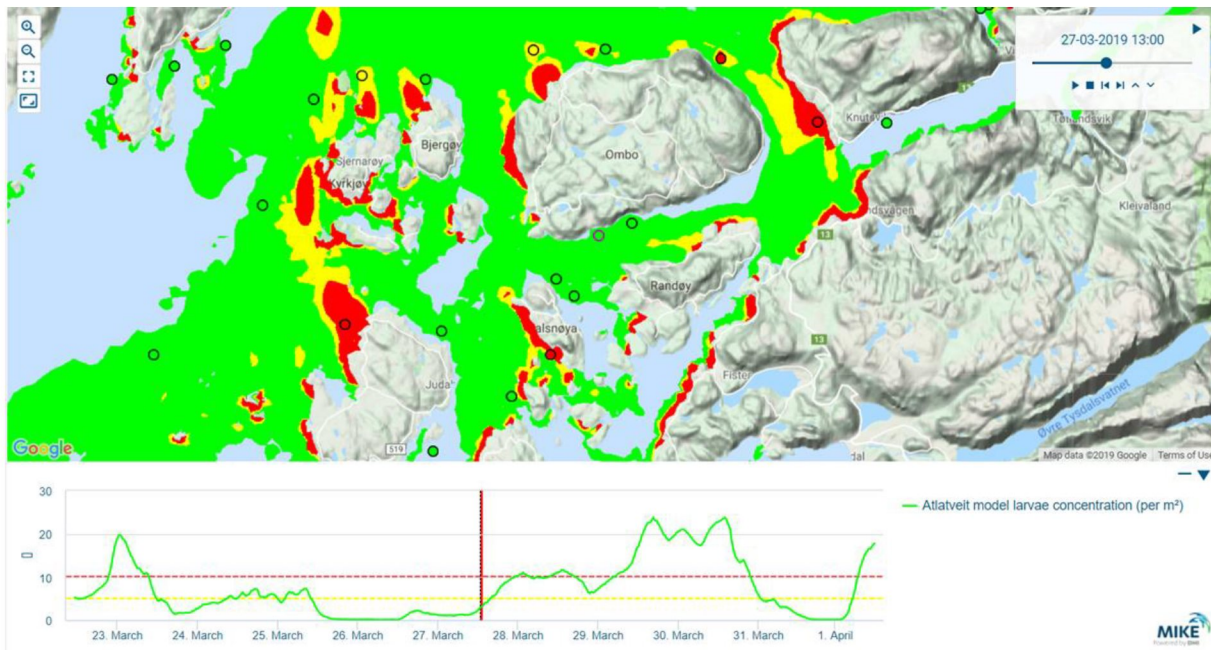
Figur 2 – Femdagers varsel for smittefarlig larvekonsentrasjon ved ett anlegg.

Livemodellen ble kjørt kontinuerlig og målt opp mot faktiske hydrodynamiske målinger fra lokaliteter der dette var tilgjengelig. Brukerne rapporterte at modellen fungerte godt i praksis. Gjennom sommeren 2018 oppdaget prosjektteamet at modellen viste høyere temperatur enn i virkeligheten. Så snart dette ble identifisert, ble algoritmene i modellen justert. (Merk at sommeren 2018 var godt over gjennomsnittlig varm over en lang periode.)

Illustrasjon av utdata fra modellen er vist under i Figur 3 og 4.



Figur 3 – brukergrensesnitt som viser strømprognose for lokalitet og område

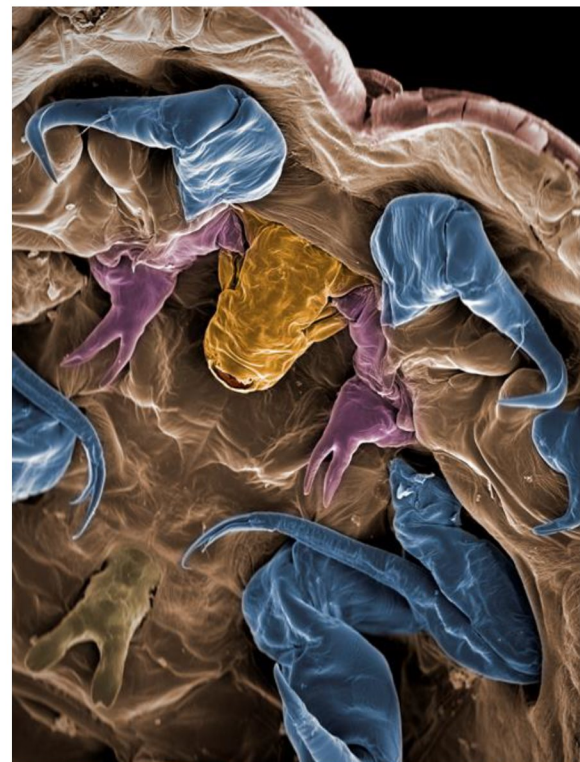


Figur 4– brukergrensesnitt som viser prognose for smittsom larvespredning for lokalitet og område.

4.1.2 Metodikk for lusekalkulator og sammenligning av modeller for smittepress

Et delmål i prosjektet har vært å lage verktøy som gir næringsaktørene innsikt i hvordan lusesituasjonen utvikler seg inn i framtiden. I denne sammenhengen har det blitt utviklet to modeller som kan beregne smittespredning fra de omkringliggende lokalitetene. Den ene modellen er Proactimas hydrodynamiske modell for smittespredning, og den andre er en landsdekkende avstandsbasert modell fra Veterinærinstituttet og Norsk Regnesentral (Kristoffersen et al. 2014), basert på en avstandsfunksjon utviklet av Aldrin et al. (2013). Smittepress er et relativt mål på konsentrasjoner av larver i vannmassene. Smittespredning mellom lokaliteter er en viktig faktor for spredning av lakselus, og smittepress spiller derfor en viktig rolle i luse-utviklingen i de enkelte lokaliteter.

For å sammenligne smittepressmodeller har VI undersøkt sammenhengen mellom smittepress og observerte data på lokalitetsnivå. Metoden som ble brukt er en type regresjonsanalyse som ser om høye nivå av smittepress sammenfaller med høye lusepåslag av preadulte eller voksne hunnlus. Smittepresset, i form av planktoniske luselarver, treffer en lokalitet en tid før man observerer fremvekst av lus. Vi har



Scanning elektronmikroskop-bilde av en lakselus fra undersiden. Foto: Jannicke Wiik Nielsen, Veterinærinstituttet

derfor benyttet en tidsforsinkelse for å finne smittepress som korresponderer med de observerte lusepåslagene.

Denne analysen ble utført på 57 lokaliteter i studieområdet. Påslag regnes som endring i antall lus fra forrige uke, og modellen justerer for avstand til land. Lusetall som kan være påvirket av behandlinger har blitt utelatt fra analysene.

Videre har VI laget en funksjon som skal beregne fremtidige lusetall på merdnivå, basert på data fra 20 lokaliteter. En slik funksjon kan benyttes som beregningsverktøy i en lusekalkulator.

VI har laget to modeller som beregner framtidige lusenivå (lusekalkulator), en basert på VI og NR sin avstandsbaserte modell fra 2014 (Kristoffersen et al. 2014) og en basert på Proactimas hydrodynamiske modell. I tillegg til at disse modellene gir en indikasjon på hvordan lusesituasjonen utvikler seg fra uke til uke, og hvilke faktorer som er avgjørende for lusesituasjonen, gir modellen grunnlag for å si hvilken smittepressmodell som er best egnet som smittepress i en slik lusekalkulator.

De to modellene gir dermed en indikasjon på om de avanserte strømalgoritmene som ligger til grunn for den hydrodynamiske modellen gir en tilleggsverdi ut over de avstandsbaserte modellene på generell basis. I så måte gir dette informasjon som kan brukes til validering av den hydrodynamiske modellen.

I utviklingen av funksjoner for lusekalkulator har vi sett på hvordan neste ukes observasjoner av lakselus kan forutses av variabler som smittepress, antall lus forrige uke, temperatur, biomasse, fiskevekt og bruk av rensefisk. Det har vært et mål å lage en brukervennlig nettbasert portal for denne kalkulatoren. VI har dessverre ikke kommet i mål med denne portalen på grunn av endringer i instituttets personalsituasjon. VI har heller ikke hatt ressurser til å validere modellen mot uavhengige data.

Modellsammenligningene og lusekalkulatoren er beskrevet i detalj i en egen rapport, se leveranser i prosjektet.

Veterinærinstituttet kommentarer til fremdrift og leveranser

Veterinærinstituttet har hatt utfordringer med personalsituasjonen i kjølvannet av at to nøkkelmedarbeidere i Rogalandsprosjektet har sagt opp sin stilling. Overføring av arbeidsoppgaver til nytt personale har vært tidkrevende på grunn av kompleksiteten i arbeidet.

4.1.3 Metodikk for populasjonsmodellen og scenariosimuleringer

Et av målene med prosjektet har vært å komme med råd om tiltak og strategier, f.eks. sonering, som kan igangsettes for å oppnå lave lusetall med færrest mulig lusebehandlinger. Til dette har vi brukt scenariosimuleringer eller «hva-hvis-analyser» basert på en populasjonsmodell for lus.

Populasjonsmodellen (Aldrin et. Al, 2017) som er brukt er utviklet av Norsk Regnesentral med samarbeidspartnere i tidligere prosjekter, hovedsakelig finansiert av FHF (FHF:900970 og FHF:901424). I dette prosjektet er den oppdatert basert på data for 35 påbegynte eller fullførte produksjonssykluser i perioden 2014-2018 på oppdrettsanlegg i Rogaland, samt at modellen er

utvidet noe. Dette inkluderer oppdaterte estimater av effekt av rensefisk og ulike typer lusebehandlinger.

Populasjonsmodellen er en stadie-strukturert modell for hvordan lusa utvikler seg gjennom ulike stadier fra egg til voksne hunnlus, og hvordan de er tilknyttet et oppdrettsanlegg og de enkelte merdene i anlegget. Modellen tar hensyn til både egensmitte og smitte fra naboanlegg. Smitte fra naboanlegg beregnes ut fra mengden av lus på naboanleggene og «grad av kontakt» mellom det enkelte anlegg og naboanleggene.

I tidligere utgaver av modellen har «grad av kontakt» mellom to anlegg blitt beregnet ut fra sjøavstand. Nytt i dette prosjektet var at det ble beregnet et alternativt mål på «grad av kontakt» basert gjennomsnittlig strømkontakt over to år basert på Proactima's hydrodynamiske modell. Dermed har vi operert med to ulike mål for smitte, smitte basert på sjøavstand og smitte basert på gjennomsnittlig strømkontakt.

Den oppdaterte populasjonsmodellen er så brukt som basis for scenariosimuleringer, hvor vi i størst mulig grad etterligner virkeligheten ved hjelp av modellen og historiske data, men gjør enkelte tiltak og beregner effekten av disse.

Det gjøres da simuleringer for 35 lokaliteter i Rogaland fra nåtid og 10 år framover. Disse er knyttet sammen i et smittenettverk, slik at tiltak på én lokalitet, både har effekt på den enkelte lokalitet, men også påvirker smitten mellom denne og nabolokalitetene.

I tillegg tas det hensyn til stamfisk- og forskningslokaliteter i området som bidrar med bakgrunns-smitte. Det er gjort separate simuleringer for smitte basert på sjøavstand og smitte basert på gjennomsnittlig strømkontakt.

Den oppdaterte populasjonsmodellen og resultatene fra scenariosimuleringene er beskrevet i detalj i to separate rapporter i prosjektet, se liste over leveranser.



Foto Rudolf Svensen

4.2 Oppnådde resultater og diskusjon

4.2.1 Hydrodynamisk modell «Rogaland Waterforecast»

Prosjektet har levert en 3D hydrodynamisk modell for Rogalandsområdet (PO2 pluss Karmøy). En komplett modell for spredning av planktoniske larver som etterhvert utvikler seg til å bli smittsomme (kopepoditter), - som igjen kan feste seg til laks.

Modellen gjøres tilgjengelig via en portal med sikret tilgang og et brukervennlig grensesnitt som gjør det mulig å velge blant et bredt utvalg utdata på lokalitet- eller produsentnivå. Utdata kan presenteres på en rekke måter, både statisk og animert.

Modellen gir en femdagers prognose for forskjellige parameter, inkludert strøm, temperatur, saltholdighet og smittsom lusekonsentrasjon. Det gjør det mulig å planlegge kritiske aktiviteter bedre, og gir en tidlig indikasjon på potensiell økning i voksne lus grunnet høyt infeksjonspress.

Liveportalen for den 3D Hydrodynamiske modellen for Rogaland, RogalandWaterforecast.com, ble presentert for alle brukerne og det ble gitt opplæring i bruken. Modellen har blitt testet av brukere i prosjektperioden, brukere som representerer produsenter i området med positive tilbakemeldinger.

En regelmessig oppsummeringsrapport for noen utvalgte lokaliteter framhevet de viktigste hydrodynamiske utdataene fra modellen og feltdata der dette var tilgjengelig. Denne rapporten inkluderte også prognose for eksponering fem dager framover i tid.

En avgrenset Facebook gruppe ble opprettet for alle brukere og prosjektdeltakere som var interessert.

Det ble arrangert ulike brukermøter der diskusjonene dreide seg om erfaringer med modellen.

Utdata fra modellen er gjort tilgjengelig for VI og NR i ønsket format slik at de kan utføre analyser. For detaljer og mer informasjon se egen delrapport under leveranser.

4.2.2 Utveksling og validering av modellgrunnlag (avstand vs. strømvektorer).

Det ble utført to ulike sammenligninger av smittepressmodeller; en på lokalitetsnivå som inkluderte 57 lokaliteter, og en på merdnivå som begrenset seg til 20 lokaliteter på grunn av tilgang på data. Sistnevnte sammenligning er i tillegg utformet slik at sammenligningsmodellene kan brukes videre som en lusekalkulator. Antall lakselus og beregnet smittepress oppgis på ukesoppløsning, mens produksjonsdata rapporteres inn gjennom havbruksdata på månedsnivå, og blir senere lineært interpolert til ukesnivå.

Sammenligningen på lokalitetsnivå viser at det generelt er liten forklaringskraft i smittepresset alene, og at det er viktig å ta hensyn til hvor mange lus lokaliteten hadde foregående uke. På denne måten sammenlignes beregnet smittepress med nye påslag av lakselus. Det er generelt sett liten forskjell mellom den strømbaserte og den avstandsbaserte smittepressmodellen. Den avstandsbaserte modellen blir imidlertid marginalt bedre når man ser på hvor godt de to modellene tilpasser seg til

observerte data. Det er stor forskjell mellom lokalitetene, og de to modellene rangerer ulikt for enkeltlokaliteter. Dette er meget nyttig informasjon som kan benyttes for å utvikle modellene videre.

Nytt i denne sammenligningen er at vi har inkludert avstand til land i analysene for sammenligning. Avstand til land er en faktor som har en signifikant innvirkning på lusepåslag ut over det vi får av smittepress, og dette gjelder både avstandsbasert og hydrodynamisk smittepress. Dette er viktig informasjon som kan brukes til å gjøre modellene bedre.

Den beste modellen til å forklare antall lakselus en uke inkluderer altså antall lus forrige uke og euklidisk avstand til land (avstand i luftlinje) i tillegg til smittepress. Interaksjonen mellom smittepress og avstand til land ga også signifikant økt forklaringskraft for begge smittepressmodellene, hvilket i dette tilfellet betyr at effekten av smittepress øker jo nærmere land lokaliteten ligger.

Sammenligninger på merdnivå basert på lusekalkulatoren gir et litt annet bilde. Her gir smittepress fra Proactimas strømmodell bedre prediksjon enn smittepress basert på sjøavstand. Det er imidlertid verdt å merke seg at i denne sammenligningen har vi brukt data fra færre lokaliteter og enkeltlokaliteter kan ha hatt stor innvirkning på resultatet.

Sammenligningene viser at en avstandsbasert modell gir bedre prediksjoner enn den hydrodynamiske modellen i noen tilfeller, og dårligere i andre. Analysene på merdnivå indikerer at hydrodynamisk smittepress forbedrer VIs lusekalkulator.

4.2.3 Lusekalkulatoren for Rogaland

Å lage en funksjon som skal forutsi fremtidige lusetall er en ambisiøs målsetning, fordi antall lus en uke avhenger av mange faktorer, slik som antall lus forrige uke, temperatur, fiskens vekt, biomasse i merd, smittepress sammen med andre faktorer.

Tidligere forskning viser at den klart viktigste faktoren i en funksjon der vi skal forutsi antall lus neste uke, er hvor mange lus det er per fisk denne uken (Kristoffersen et al. 2014). Det vi ønsker å modellere er altså endringen fra uke til uke, og vi kaller denne differansen for lusepåslag.

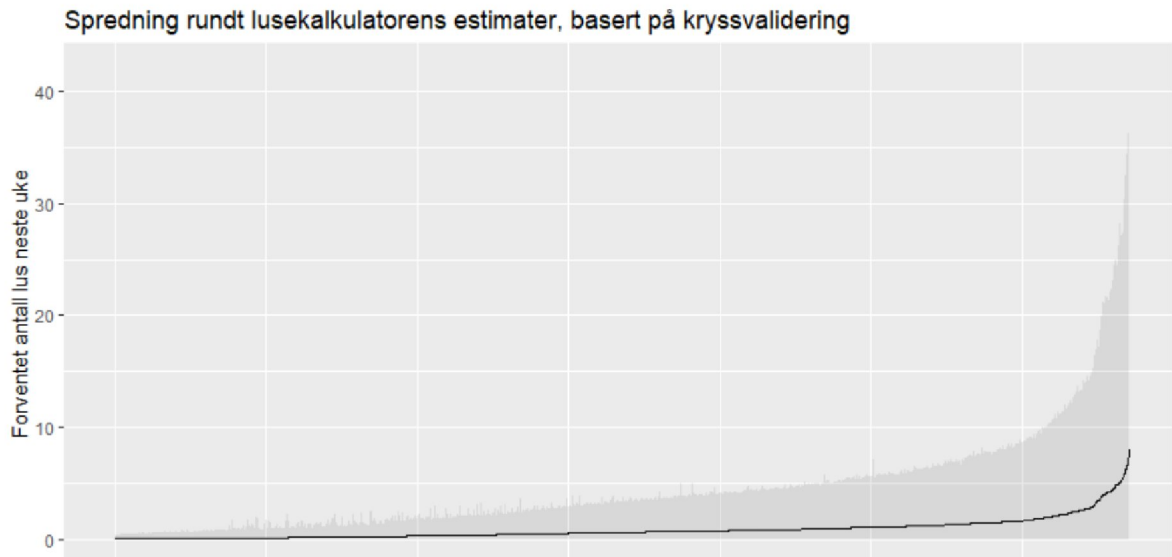
Ved telling av lakselus må man forvente at det er store avvik fra det egentlige lusetallet. Når man trekker et gjennomsnitt på 20 fisk fra en merd med over 100.000 individer, er det alltid tilfeldigheter som avgjør om man trekker fisk med få eller mange lus.

Parasitter kan fordele seg svært ujevnt i populasjoner, og avviket mellom hvor mange lus vi teller, og hvor mange lus som faktisk er i en merd kan derfor være veldig stort. Differansen mellom to påfølgende uker er avhengig av tellefeil i begge ledd, og avviket akkumuleres over tid. Man må derfor forvente at prediksjoner i slike systemer har begrenset forklaringskraft.

Både avstandsbasert og hydrodynamisk smittepress kan brukes til å forutsi fremtidige lusetall til en viss grad. Det er imidlertid det hydrodynamiske smittepresset som gir den beste tilpasningen til data, basert på de 20 lokalitetene modellen ble tilpasset til.

Der modellen forventer et gjennomsnitt på 1 preadult lus pr fisk neste uke, vil et 95 % konfidensintervall variere mellom 0 og 5,4 preadulte lus i gjennomsnitt på en vanlig lusetelling (gjennomsnitt av 20 fisk i en merd). Hvis modellen forventer 3 preadulte lus, vil et 95% konfidensintervall spenne fra 0 til 15,2 preadulte lus i gjennomsnitt ved en lusetelling. Modellen har

dermed begrenset evne til å forutsi neste ukes lusetall, men den kan gi indikasjoner på om det er økt risiko for høye lusetall. Bruksverdien til en lusekalkulator med så store avvik anses som usikker.



Figur 5 Usikkerhet i predikasjonsverdier fra den beste lusekalkulatormodellen. Y-aksen viser predikasjonsverdier, sortert i stigende rekkefølge langs x-aksen. Den svarte linja viser predikerte lusetall fra 1000 simuleringer (i en kryssvalidering), sortert i økende verdi langs x-aksen. Grått skravert felt viser spredning i de observerte verdiene (95% konfidensintervall). Der den svarte linja viser en forventning på 3 preadulte lus neste uke, vil det faktiske observerte nivået ligge mellom 0 og 15 lus i 19 av 20 prediksjoner. 1 av 20 uker med forventning om 3 lus vil ha mer enn 15 preadulte lus

4.2.4 Populasjonsmodell og scenariosimuleringer

Ved å re-estimere populasjonsmodellen på nye data fra Rogaland har vi tallfestet effekter av termiske, mekaniske og ferskvannbehandlinger. Lusenivået reduseres typisk med 55-75% etter en behandling av en av disse tre typene. Disse og andre estimeringsresultater er utdypet i en egen rapport, se leveranser.

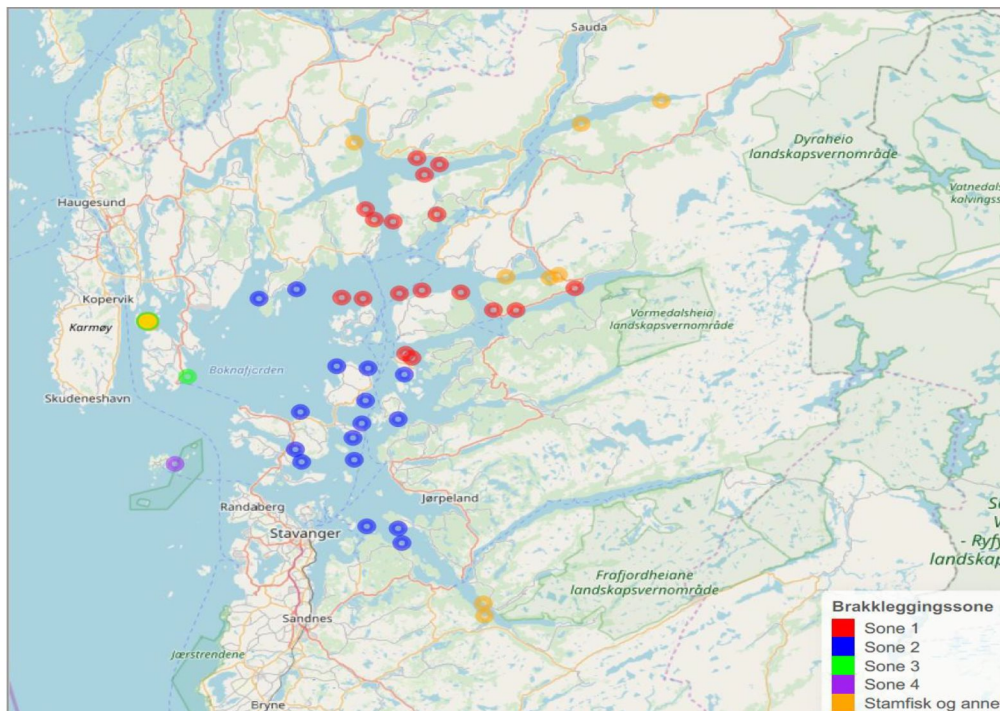
En rekke ulike scenarioer er undersøkt ved hjelp av scenariosimuleringer fra lusemodellen. Effektene er tallfestet som hvor stor prosentvis reduksjon (eller økning) i antall behandlinger per produksjonssyklus som kan oppnås ved å bytte fra én strategi til en annen, mens lusenivået og produsert biomasse holdes konstant.

Hvis ikke annet er nevnt er normal produksjon med sonering basisstrategien som det sammenliknes med. Dette innbefatter at det er noen stamfisk- og forskningslokaliteter inne i området som driver uavhengig av de strategiene vi her undersøker, og smitten fra disse antas å være uendret.

Når vi under bruker ordet tiltaksgrense mener vi at det gjennomføres en lusebehandling av fisken i en merd hvis antall hunnlus per fisk i denne merden overskrider denne grensa.

Resultatene inkluderer bl.a. følgende:

- Sonering, med synkronisert produksjon innen to store og to små soner, startet i Rogaland i 2017 (fig 7). Dette er sammenlignet med alternativet at produksjonen ikke synkroniseres. Ved å ikke synkronisere kan behovet for behandlinger reduseres med omkring 20%. Dette gjelder for den aktuelle soneinndelinga, og andre soneinndelinger kan gi andre resultater. Effekten av sonering mht. andre sjukdommer er ikke vurdert.
- Ved innføring av 500g storsmolt på alle anlegg reduseres behandlingsbehovet med 35-50%. Dette innbefatter at smolten settes ut på samme tid som før, men slaktes tidligere med påfølgende lengre brakkleggingstid.
- Ved innføring av 500g storsmolt på *halvparten* av anleggene reduseres behandlingsbehovet med 15-25%.
- Hvis en kan halvere påslaget av kopepoditter de første seks månedene i sjø på alle anlegg, f.eks. ved bruk av luseskjørt, reduseres behandlingsbehovet med 40-60%. Hvis en både kan halvere påslaget av kopepoditter de første seks månedene i sjø, og samtidig innføre 500g storsmolt på alle anlegg, kan behandlingsbehovet reduseres med omkring 70-90%.
- Ved å innføre en temperaturavhengig tiltaksgrense som er høyere når det er kaldt i vannet og lavere når det er varmt (omvendt proporsjonalt med sjøtemperaturen), kan behandlingsbehovet reduseres med 5-10%. Samtidig vil færre behandlinger utføres når det er kaldt i vannet og noen flere når det er varmt.
- En redusert tiltaksgrense i desember i forhold til resten av året fører til 3-30% økt behov for behandling, avhengig av forutsetningene. Dette gir redusert lusenivå i desember og de par første månedene av det kommende året, men effekten varer ikke fram til kommende vår.
- Om behandlinga forsinkes med seks dager, f.eks. utføres sju dager etter i stedet for én dag etter overskridelse av tiltaksgrensa, øker behandlingsbehovet med 10-15%. Dette understeker nytten av å ha tilstrekkelig behandlingskapasitet, samt hyppige og pålitelige tellinger, og kanskje også et pålitelig prognosesystem for framtidig luseutvikling.
- En liten justering av soneinndelinga som innbefatter en annen soneinndeling for fire utvalgte lokaliteter ga små endringer (mellom 5% redusert og 5% økt behov avhengig av ulike forutsetninger).
- Fjerning av utvalgte anlegg med mye kontakt med naboanlegg og overføring av deres biomasse til øvrige anlegg kan redusere behovet for behandlinger, til dels betydelig, men dette betinger en god oversikt over de reelle strømforhold i området.



Figur 6 Brakkleggingssoner. Sone 1 i rødt, sone 2 i blått

4.3 Kommunikasjon med brukerne

I forbindelse med Rogaland Waterforecast, har det vært tett kommunikasjon med brukerne. Etter utvikling og testing, ble live-versjonen av portalen med modell for hydrodynamikk og lus for Rogaland lansert i mai 2018. Denne gav oppdatering to ganger daglig, og en fem-dagers prognose for parametere som strøm (retning og hastighet), og smittefarlige larvekonsentrasjoner på alle anlegg.

Det ble organisert ulike brukergrupper for dialog rundt behov og brukervennlighet, og temaene inkluderte:

- Introduksjon til prosjektet
- Oversikt over funksjoner i modellen
- Praktisk trening i bruk av modellen
- Erfaring og tilbakemelding på bruk av modellen
- Forslag til videreutvikling og ny funksjonalitet

Brukerne fikk jevnlig oppsummeringsrapporter for spesifikke lokaliteter med de viktigste hydrodynamiske utdataene fra modellen, nylig eksponeringshistorikk, lusetall og prognose for larveeksponering fem dager fram i tid.

En avgrenset Facebook gruppe ble opprettet for alle brukere og andre relevante prosjektdeltakere. Denne ble brukt til å poste rapportene og å kommunisere med brukerne.

Det ble også foretatt et besøk på en lokalitet for å få praktisk erfaring med bruk av modellen i daglig bruk. Driftsteamet som ble besøkt på Langøy var veldig engasjert og så potensialet i modellen og den

umiddelbare nytten av å bruke strømvarselet til å planlegge aktivitetene de neste fem dagene. Det ble siden satt opp en permanent skjerm for livemodellen for bruk som et verktøy i ukeplanleggingen.

Styringsgruppa som bestod av alle aktører i Rogaland besluttet i fellesskap på et av flere arbeidsmøter hva som skulle simuleres av Norsk Regnesentral mht. til mulige tiltak og beregning av effekt av disse. Dette er vist til i resultatkapitlet.

4.4 Optimalisere felles strategi

Resultatene fra prosjektet skal presenteres på et fellesmøte i samarbeid med FHF 31/10/19. Aktørene i Rogaland vil utarbeide ny felles lusestrategi for Rogaland mht. soner og felles tiltak og behandling i etterkant av møtet.

5 Konklusjoner

Konklusjoner fra Arbeidspakke A1 «Rogaland Waterforecast» modellen.

- En ny og brukervennlig online smittemodell for Rogaland, Rogaland Waterforecast er utviklet.
- Tilbakemeldinger fra brukerne sier at online-verktøyet er lett tilgjengelig og enkelt å bruke. Brukene var entusiastiske til potensialet i verktøyet og bidro med mange forslag og ønsker om videre funksjonalitet. Brukerne opplevde sterk korrelasjon mellom prognosene for strøm (hastighet og retning) og virkeligheten. I tillegg rapporterte de at den nyttigste funksjonen var å gi et pålitelig varsel om høy strømhastighet som kunne føre til avbrytelser i planlagt framtidig aktivitet. Varslene i modellen ga dem på den måten et støtteverktøy for beslutninger og kortsiktig planlegging. Flere brukere erfarte økning i voksne lus etter at modellen forutså eksponering for høye konsentrasjoner av smittefarlig lus. Imidlertid var tilbakemeldingen at de ikke hadde utstyr (skjørt etc.) tilgjengelig slik at de kunne gripe inn og redusere eksponeringen for smittsomme larver.

Aksjoner å følge opp

En umiddelbar aksjon som har kommet som et resultat av dette prosjektet, er å opprette et prosjektteam (FHF prosjekt 901568) for å teste ut lett anvendelige skjørt basert på varsel om høye konsentrasjoner av smittefarlige larver. Intensjonen er å ta i bruk skjørt på utvalgte merder i perioder med varslet høy konsentrasjon, og overvåke både fiskehelse og komparative lusenivå for merder med og uten skjørt som beskyttelse.

Potensial for å analysere vannprøver på steder der modellen forutser høye konsentrasjoner av smittsomme larver, som støtte til å optimalisere plassering av produksjonsanlegg. Det vil si at enkelte eksisterende anlegg er relativt nær områder der smittsomme larver samler seg opp.

Kommentar

Proactima/DHI ønsker å ta med i denne rapporten at de ikke har vært direkte involvert i å foreta sammenligningen med andre modeller. Det ble etterspurt utdata fra modellen i spesifisert format, og dette ble levert. Data fra de andre modellene ble ikke utvekslet med Proactima/DHI.

Konklusjoner fra arbeidspakke A2 og A3 utarbeidet av Veterinærinstituttet

Påslag av lakselus øker ved økende smittepress fra både avstandsbaserte og strømbaserte smittepress. Både avstandsbasert og hydrodynamisk smittepress kan brukes til å forutsi fremtidige lusetall til en viss grad.

I en sammenligning der smittepressmodellene predikerte lusepåslag på lokalitetsnivå i 57 lokaliteter, ga den avstandsbaserte modellen best tilpasning til data. Det hydrodynamiske smittepresset gav imidlertid best tilpasning til data, i forbindelse med utvikling av lusekalkulatoren. Denne analysen inkluderte og er basert på de 20 lokalitetene og predikerte antall lus i hver enkelt merd.

Variasjon og usikkerhet i lusetellinger på merdnivå gir lusekalkulatoren lite presisjon. Kalkulatoren er derfor lite egnet som et nettbasert sanntidsverktøy for å forutsi lus utviklingen i enkeltmerder.

Lusekalkulatoren egner seg likevel godt for å evaluere tiltak og spredningsmodeller der usikkerhet rundt enkeltobservasjoner er mindre viktig.

Konklusjoner fra arbeidspakke A4 utarbeidet av Norsk Regnesentral

Scenariosimuleringene viser til en rekke ulike tiltak oppdrettsaktørene kan vurdere å ta i bruk i kampen mot lakselus. Resultatet viser bl.a;

- at hvis en kan halvere påslaget av kopepoditter de første seks månedene i sjø, ved forebyggende tiltak og samtidig innføre 500g Storsmolt på alle anlegg, kan behandlingsbehovet reduseres med omkring 80%.
- om behandlingen forsinkes med seks dager, f.eks. utføres sju dager etter, i stedet for en dag etter overskridelse av tiltaksgrensa, øker behandlingsbehovet med 10-15%.
- at dagens sonering i Rogaland har liten effekt som tiltak mot lusesmitte.

Fullstendig oversikt over alle resultat finnes i vedlagt rapport. (Samba /29/19).

6 Hovedfunn

- Ved å ikke synkronisere produksjonen innen soner kan behovet for behandlinger mot lus reduseres med omkring 20% i Rogaland.

- Ved innføring av 500g Storsmolt på alle anlegg reduseres behandlingsbehovet med 35-50%.
- Ved å innføre en temperaturavhengig tiltaksgrense som er høyere når det er kaldt i vannet og lavere når det er varmt, kan behandlingsbehovet reduseres med 5-10%.
- Kopepoditter synes å gå langs land og effekten av smittepress øker jo nærmere land en lokalitet befinner seg.



Foto: Colourbox

7 Leveranser og rapporter

Rogaland Waterforecast on-line strøm og lusesimuleringsmodell

Presentasjoner ved FHF lusekonferanse 2019

Fellesmøte «Strategi Lakselus 2017-19. Enhetlig proaktiv lakselus strategi Rogaland» 31/10/19

Rapporter:

Rapport fra Proactima.

Strategi Lakselus 2017-19, FHF "3D hydrodynamic and lice forecast model"

Rapport fra Veterinærinstituttet.

Lakselus prosjekt Rogaland 2017-2018 "Modellsammenligninger og lusekalkulator"

Rapporter fra Norsk Regnesentral.

Aldrin, M. og Huseby, R. (2019). Re-estimering av populasjonsmodell for lakselus 2019 - delrapport for prosjekt FHF:901414 "Enhetlig proaktiv lusestrategi Rogaland".

Teknisk rapport, Norsk Regnesentral. SAMBA/28/19.

Aldrin, M. og Huseby, R. (2019). Strategier for bekjempelse av lakselus - en vurdering basert på scenariosimulering for Rogaland - delrapport for prosjekt

FHF:901414 "Enhetlig proaktiv lusestrategi Rogaland". Teknisk rapport, Norsk Regnesentral. SAMBA/29/19.

8 Referanser

Aldrin, M., Huseby, R.B., Stien, A., Grøntvedt, R.N., Viljugrein, H. and Jansen, P.A. (2017). A stage-structured Bayesian hierarchical model for salmon lice populations at individual salmon farms - Estimated from multiple farm data sets. *Ecological Modelling*, Vol. 359, p.333-348, doi: 10.1016/j.ecolmodel.2017.05.019.

Aldrin M, Storvik B, Kristoffersen AB, Jansen PA (2013) Space-Time Modelling of the Spread of Salmon Lice between and within Norwegian Marine Salmon Farms. *PLOS ONE* 8(5): e64039. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0064039>

Kristoffersen, A. B., Jimenez, D., Viljugrein, H., Grøntvedt, R., Stien, A., & Jansen, P. A. (2014). Large scale modelling of salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*) infection pressure based on lice monitoring data from Norwegian salmonid farms. *Epidemics*, 9, 31–39. <https://doi.org/10.1016/j.epidem.2014.09.007>.