



BJØRØYA

RAPPORT

Kunnskap og erfaring med
grønne konsesjoner 2019

- Bruk av rensefisk i form av oppdrettet rognkjeks
- Videreutvikling av mekanisk avlusing med HydroLicer

Bjørøya AS 2020

Innhold

Sammendrag	3
1. Innledning	4
1.1. Bakgrunn	4
1.2. Vilkår	4
2. Bruk av rensefisk	5
2.1. Cyclus-prosjektet 2015 - 2020	6
2.2. Oppsummering av forskningsaktivitet i CycLus prosjektet	6
2.3. Namdal Rensefisk - status avlsprosjektet med AquaGen	24
2.4. Prosjektplan for koordinering av rensefisk-arbeid for Nordland Rensefisk AS og Namdal Rensefisk AS	25
3. Mekanisk Avlusing	27
3.1. Mekanisk avlusing 2019	27
3.2. Oppsamling av lus	27
3.3. Erfaringer fra behandlinger i 2019	27

Sammendrag

28. mars 2014 fikk Bjørøya AS innvilget en grønn tillatelse med MTB 780 t. Tillatelsesnummer Gruppe B: NTF 0026 og NTF 0033, godkjent på lokalitetene Eldviktaren, kvalrosskjæret, Nausttaren og Kråkholmen.

I perioden 1.1.2019 - 1.1.2020 har de grønne konsesjonene vært tilknyttet lokalitetene Kråkholmen og Eldviktaren.

Tillatelsen ble innvilget med følgende vilkår: løsningene må redusere risikoen for påvirkning på vill laks som følge av rømming og sikre at de fastsatte grenseverdiene med hensyn til lakselus overholdes.

- Bruk av rensefisk i form av oppdrettet rognkjeks
- Videreutvikling av mekanisk avlusning med HydroLicer.

Bjørøya AS har i 2019 hatt god produksjon med god tilvekst og god kontroll på lakselus. Bjørøya AS sine H18G-lokaliteter var de eneste i Flatanger som ikke ble utslaktet i 2019 pga lus.

I 2019 ble det igangsatt et oppfølgingsprogram for kartlegging av biologisk prestasjon og driftsmønster hos rognkjeks som viser at bruk av rognkjeks, spesielt på høstfisk første året i sjø, utgjør et meget viktig luseforebyggende verktøy. Dette i kombinasjon med god sonestruktur og koordinerte smoltutsett og brakkleggingstidspunkt resulterer i stabilt lavt lusepress gjennom vinteren og våren. Med denne strategien har man gjennom flere generasjoner oppnådd lusenivåer under tiltaksgrense for våravlusningsperioden og redusert lusepåvirkning på utvandrende laksesmolt.

Sommeren 2019 ble spesielt krevende for rognkjeksa. Høy sjøvannstemperatur medførte redusert fiskehelse med påfølgende utbrudd av atypisk furunkulose. Dette resulterte igjen i høyt lusepress med påfølgende hyppige avlusninger andre halvår i 2019.

I 2019 har Bjørøya og Midt Norsk Havbruk videreutviklet og brukt Hydrolicer som ikke medikamentell metode. Virksomhetene har også brukt Optilicer og ferskvann. Det har tidvis i vår region vært en krevende lusesituasjon og det har vært gjennomført gjentatte behandlinger.

Bjørøya AS har i 2019 jobbet aktivt for å gjøre behandlingene mest mulig skånsomme, og har i løpet av perioden gjort store forbedringer med tanke på håndteringsrelatert dødelighet, samt kan vise til god effekt mot lakselus.

1. Innledning

September 2013 søkte Bjørøya om en grønn tillatelse på for produksjon av laks, og bød på en tillatelse i gruppe B.

28. mars åpnet faggruppa budene, og Bjørøya fikk innvilget en tillatelse med MTB 780 t.

I perioden 1.1.2019 - 31.12.2019 har de grønne konsesjonene vært tilknyttet lokalitetene Kråkholmen og Eldviktaren.

ihht tildelingsforskriften §9 skal data, evalueringer og tiltak som gjennomføres ihht denne tillatelsen sammenstilles i en årlig rapport. Denne offentliggjøres på Bjørøya sin webside og sendes til fiskeridirektoratet.

1.1 Bakgrunn

Lakselussituasjonen i regionen var av en slik art at man så behov for å utvikle nye metoder og teknikker for å bekjempe og kontrollere forekomsten av lakselus. Badebehandling med H₂O₂ fungerte dårlig, og man ønsket et større fokus på forebyggende metoder.

1.2 Vilkår

Tillatelsen ble innvilget med følgende vilkår: Løsningene må redusere risikoen for påvirkning på vill laks som følge av rømming og sikre at de fastsatte grenseverdiene med hensyn til lakselus overholdes.

ihht tildelingsforskriften §13 gjelder følgende vilkår ved driften av denne tillatelsen:

- Bruk av rensefisk i form av oppdrettet rognkjeks
- Videreutvikling av mekanisk avlusing.

Løsninger, bruk og rutiner for drift skal dokumenteres.

2. Bruk av rensefisk

I 2019 ble det igangsatt et oppfølgingsprogram for kartlegging av biologisk prestasjon og driftsmønster hos rognkjeks. Programmet ble utført av Marthe Austad i Aqua Kompetanse og omfattet utvalgte lokaliteter hos aktører/eiere som mottar rognkjeks fra hhv Namdal Rensefisk og Nordland Rensefisk.

Kartleggingen viser at bruk av rognkjeks, spesielt på høstfisk første året i sjø, utgjør et meget viktig luseforebyggende verktøy. Dette i kombinasjon med god sonestruktur og koordinerte smoltutsett og brakkleggingstidspunkt resulterer i stabilt lavt lusepress gjennom vinteren og våren. Med denne strategien har man gjennom flere generasjoner oppnådd lusenivåer under tiltaksgrense for våravlusningsperioden og redusert lusepåvirkning på utvandrende laksesmolt.

Vekstpotensial hos rognkjeks som settes ut med smolten om høsten er stort. Programmet viser at effektiviteten for lusebeiting avtar tydelig når rognkjeksa passerer 200-300 gram. Samtidig ser man at rognkjeks ved denne størrelsen går mot kjønnsmodning mht bygging av gonader. Det er naturlig å anta at kjønnsmodningsprosessen vil påvirke rognkjeksa immunforsvar negativt, slik at den blir mere mottakelig for sykdom. På grunnlag av dette ble det derfor gjennomført utsortering av stor rognkjeks våren 2019.

Oppfølgingsprogrammet viste at sommeren 2019 ble spesielt krevende for rognkjeksa. Høy sjøvannstemperatur medførte redusert fiskehelse med påfølgende utbrudd av atypisk furunkulose. Dette resulterte igjen i høyt lusepress med påfølgende hyppige avlusninger andre halvår i 2019.

Utstyr og prosedyre for utfisking av rognkjeks i forkant av ikke-medikamentelle avlusninger ble i 2019 godt etablert. Metoden er effektiv men delvis tidkrevende, samtidig som værforhold har mye å si. Erfaringer fra 2019 tas med i videreutviklingen og forberedelsene til 2020.

Gjentakende sykdomsutfordringer med atypisk furunkulose hos rognkjeks medførte at vi i 2019 startet prosjekt med uttesting av autogen vaksine. Vaksineforsøket innebærer benchmarking av autogen vaksine mot etablert vaksine benyttet over flere år. To lokaliteter med den autogene vaksinen mot en lokalitet med etablert vaksine. Foreløpige resultater er interessante og viser at autogen vaksinegruppe fremstår med bedre helsestatus enn sammenligningsgruppe.

2.1 CycLus-prosjekt 2015 - 2020

Arbeidet med å optimalisere bruken av rognkjeks til bekjempelse av lakselus er et omfattende og langsiktig arbeid, da kunnskapsnivået om denne arten er begrenset.

For å kunne løse noen av de store utfordringene med å ta i bruk rognkjeks som rensefisk i stor skala, har Bjørøya AS sammen med Nord universitet (NU), Nofima, Veterinærinstituttet, Norsk Regnesentral, NTNU, Thelma Biotel AS, INAQ AS, Marin Konsulent for Nord Trøndelag og Aqua-kompetanse etablert forskningsprosjektet «Optimalisert bruk av rognkjeks i bekjempelse av lakselus i lakseoppdrett- biologi, fiskevelferd og effekt som lusespiser i stor skala» med kortnavnet «CycLus».

Hovedmålet er å utvikle en fullskala protokoll for bruk av rognkjeks som biologisk avlusingsmetode, som en viktig del av en helhetlig bekjempelsesstrategi mot lakselus. Prosjektleder er 1. amanuensis Torstein Kristensen (NU).

2.1.1 Oppsummering av gjennomført og pågående forskningsaktivitet i CycLus prosjektet.

Delmål 1.1 Kartlegge optimale og kritiske temperaturer, samt metabolsk kapasitet og svømmekapasitet hos rognkjeks

Delmål 1.2 Utvikle gode overvåkingsverktøy og kartlegge helserelaterte flaskehalser for å tilby rognkjeks optimale produksjonsbetingelser som fremmer god fiskehelse, velferd og effektiv avlusing.

Delmål 1.3 Kartlegge samspillet mellom rognkjeks og laks i merder ved bruk av akustisk telemetri, samt utvikle nye telemetri-baserte verktøy til bruk på rognkjeks.

Delmål 1.4 Dødelighet av rognkjeks.

Delmål 1.5 Effektivitet av rognkjeks som avlusningsmetode.

Delmål 1.6 Formidling.

Seminar, konferanser, publikasjoner, PhD stipendiater og masterstudenter.

Innledning

Arbeidet med å optimalisere bruken av rognkjeks til bekjempelse av lakselus er et omfattende og langsiktig arbeid. For å kunne løse noen av de store utfordringene med å ta i bruk rognkjeks som rensefisk i stor skala, har Bjørøya AS sammen med Nord universitet (NU), Nofima, Veterinærinstituttet (VI), Norsk Regnesentral (NR), NTNU, Thelma Biotel AS, INAQ AS, Namdal Rensefisk AS og Aqua-kompetanse AS etablert forskningsprosjektet «CycLus Optimalisert bruk av rognkjeks i bekjempelse av lakselus i lakseoppdrett-biologi, fiskevelferd og effekt som lusespiser i stor skala». Hovedmålet er å utvikle en protokoll for fullskala bruk av rognkjeks som biologisk avlusingsmetode, som en viktig del av en helhetlig bekjempelsesstrategi mot lakselus.

CycLus har hatt aktivitet knyttet til biomassen i forskningstillatelsene NTF 36 og 37 med inntil

1 100 tonn MTB. I forbindelse med at konsortiet nå vil søke om en forlengelse av disse forskningstillatelsene for 4 nye år, gjøres det her en sammenstilling av noen av de forskningsresultatene som er generert. Pågående aktivitet har så langt gitt oss flere nye og svært konkrete problemstillinger/hypoteser som vi ønsker å jobbe videre med i fremtiden. Vi viser her til detaljer «Vedlegg 2 Forskningsplan CycLus II».

Delmål 1.1 Kartlegge optimale og kritiske temperaturer, samt metabolsk kapasitet og svømmekapasitet hos rognkjeks.

Det er gjennomført laboratoriestudier som har resultert i 2 MSc-grader der en bruker metodikker som skal supplere og komplettere feltundersøkelsene (Iversen 2016; Staven 2017). Her brukes hjerterate for å finne temperaturoptimum og maksimale temperaturtålegrenser for rognkjeks og svømmekapasitet og -villighet undersøkes i spesialkonstruerte svømmekamre. Resultatene viser klart lavere temperaturoptimum for rognkjeks sammenlignet med laks, og en begrenset evne til å tåle høye temperaturer selv etter tilvenning over tid. Svømmekapasitet bestemt eksperimentelt var også lavere (ikke uventet) enn hos laks, med påfallende stor individvariasjon i svømmeevne/vilje. Stor rognkjeks presterte relativt sett dårligere enn mindre rognkjeks i disse studiene, noe som også er relevant for strategier for bruk av rognkjeks.

I forbindelse med disse studiene er også effekter av ulike miljøforhold på slimproduksjon og ulike funksjonelle proteiner i hud og slim kartlagt av en doktorgradsstudent som ble tilknyttet prosjektet (Deepti Patel, disputert

2018). Avansert genekspresjonsmetodikk (RNA seq) er tatt i bruk for å studere effekter av temperaturstress på hud og slimproduksjon hos rognkjeks.

Delmål 1.2 Utvikle gode overvåkingsverktøy og kartlegge helserelaterte flaskehalser for å tilby rognkjeks optimale produksjonsbetingelser som fremmer god fiskehelse, velferd og effektiv avlusing.

Overvåking basert på tilgjengelige helseparametere.

Det er utviklet et eget skåringssystem for velferdsregistrering hos rognkjeks med fokus på huderosjon, sår og andre ytre avvik inkludert deformiteter. Dette benyttes for å dokumentere fiskevelferden og helsetilstanden til rognkjeks etter utsett, gjennom månedlig registrering av blant annet vekt, lengde og tilstanden til fisken med hensyn til: øyne (katarakt), finneslitasje, gjellokkforkortelser, hudskader, sugekopp (deformiteter) og gatt. I tillegg registreres mageinnhold.

Utvikling av nye helsemarkører basert på kunnskapsoverføring fra laks. Det er i CycLus utviklet overvåkingsverktøy for å bedre kunne kartlegge helse og velferd hos rognkjeks. Da prosjektet startet fantes svært lite informasjon om rognkjeksens og de ulike organers oppbygning og funksjon samt fiskens responser på stress og infeksjoner. Det var svært begrenset kunnskap om rognkjeksens genom, og dermed heller ikke mulighet til å etablere molekylærbiologiske overvåkingsmetoder. Det er i prosjektperioden, i samarbeid med andre aktiviteter i Nofima, utviklet histologisk analysemetodikk for ulike organer fra rognkjeks, inkludert hud, lever, gjelle og tarm. Videre er rognkjeksens respons på stress og infeksjon kartlagt i kontrollerte forsøk og ulike genmarkører for fiskens responser er identifisert. Data fra disse studiene viste at rognkjeks har en noe annen stress- og infeksjonsrespons enn laks. Flere kjente og etablerte genmarkører hos laks ble ikke gjenfunnet hos rognkjeks. På ett av utsettene på Kråkholmen ble prøvemateriale fra fisk samlet inn over en 6 måneders periode analysert ved histologi på skinn og gjeller og real time RT PCR analyser ble utført av utvalgte immun- og stressrelaterte markørgener i hodenyre, hud, gjelle og hjerte. Resultatene fra de ulike analysene korrelerte med øvrige registreringer på fisken etter utsett, blant annet en bakterieinfeksjon og forøket dødelighet i forbindelse med dette.

I 2018 startet vi evalueringen på nye grupper av rognkjeks med de overvåkingsverktøy som tidligere er utviklet i prosjektet for å bedre kunne kartlegge helse og velferd. Resultater fra tidligere analyser viste en relativt lik respons for utvalgte stress- og infeksjonsmarkører i flere ulike vevstyper, en såkalt systemisk respons. Dette tydet på at det kan være mulig å gjennomføre ikke-letale prøvetakinger av for eksempel slim fra hud. Prøver er samlet inn, velferdsscore er registrert og qPCR analyser av utvalgte immun- og stressrelaterte gener er gjennomført på to ulike rognkjeksutsett hos Bjørøya. I 2018 begynte en videre å følge grupper av rognkjeks tettere med hensyn til registrering av bieffekter av vaksinerings (sammenvoksinger i bukchulen, pigmentering) og utvikling av øyeskader (katarakt), kalkutfelling i nyrene (nefrokalosinose) og andre ernæringsrelaterte utfordringer knyttet til tarm- og leverfunksjon. Dette arbeidet fortsetter i 2019- 2020. Samlet gir registreringene og analysene et godt bilde av hva som skjer med helsa og velferden til rognkjeks over tid. Det er i prosjektet også rettet et større fokus på produksjonsfasen før fisken settes ut i sjø, da god helsestatus ved utsett er veldig viktig for hvordan fisken presterer ute i merdene. I dette er naturlig nok samarbeidet med Namdal Rensefisk AS viktig.

Vekst rognkjeks.

Høsten 2016 ble 2000 rognkjeks merket med ytre merker for å kunne estimere overlevelse, vekst og lusespising gjennom fangst-/ gjenfangstprinsippet. Det ble detektert store individuelle forskjeller på vekstfase. Det kan i hovedsak deles inn i to strategier, hvor «opportunistiske» rognkjeks går rett på fôr-pellets og mens andre hovedsakelig brødfør seg på hva annet som finnes (raudåte, groe, etc). Disse dataene visualiserer viktigheten av utsettelsesstrategier, fôringsregime etter utsett av rognkjeks og mulighetene for tilretteleggelse av ønskelige strategier for optimalisert bruk av rognkjeks innen akvakultur. En videreføring av dette vil være å sette dette i sammenheng med produksjonsfasen, hvor en nå har muligheter for å fargemerke/individmerke rognkjeks og følge forskjellige utsett fra Namdal Rensefisk. rognkjeks merket med ytre merker for å kunne estimere overlevelse, vekst og lusespising gjennom fangst-/gjenfangstprinsippet. Det ble detektert store individuelle forskjeller på vekstfase. Det kan i hovedsak deles inn i to strategier, hvor «opportunistiske» rognkjeks går rett på fôr-pellets og mens andre hovedsakelig brødfør seg på hva annet som finnes (raudåte, groe, etc). Disse dataene visualiserer viktigheten av utsettelsesstrategier, fôringsregime etter utsett av rognkjeks og mulighetene for tilretteleggelse av ønskelige strategier for optimalisert bruk av rognkjeks innen akvakultur. En videreføring av dette vil være å sette dette i sammenheng med produksjonsfasen, hvor en nå har muligheter for å

fargemerke/individmerke rognkjeks og følge forskjellige utsett fra Namdal Rensefisk.

Stress og adferdsrespons

Adferdsforsøk der vi undersøkte stress og adferdsrespons hos rognkjeks som enten møtte laks for første gang, eller var tilvent laks fra før (2-4 uker i merder) ga klare utslag i både adferds og stressrespons. Dette tyder på at tilvenning kreves før rognkjeks blir komfortabel nok med sitt nye miljø og laksen før den blir effektiv lusebeiter (Staven m.fl, 2018, 2019). I videreføring av dette arbeidet ser vi på interaksjonen mellom laks og rognkjeks (gjennomført i lab skala i 2018). Både kort- og langtidsrespons hos rognkjeks på nærvær av laks, lukt av laks eller lakselignende imitasjoner blir studert for å kunne avgjøre hvilke sanseinntrykk som utløser ulike respons hos rognkjeks, og hvor fort de tilvenner seg. Fredrik Staven startet sine PhD-studier gjennom NFR sitt nærings PhD-program med Akvakompetanse AS som arbeidsgiver. PhD-prosjektet gjennomføres tett integrert med CycLus prosjektet de neste årene, og har allerede generert ny, viktig kunnskap om både basal biologi hos rognkjeks og interaksjoner med laks. Målsettingen videre er en sterkere kobling mellom labforsøk og kommersiell skala gjennom CycLus prosjektet.

Delmål 1.3 Kartlegge samspillet mellom rognkjeks og laks i merder ved bruk av akustisk telemetri, samt utvikle nye telemetri-baserte verktøy til bruk på rognkjeks.

Akustisk telemetri er tatt i bruk som verktøy for å skaffe individbaserte observasjoner av adferd og samspill mellom rognkjeks og laks i merd. I denne forbindelse er det utviklet ny teknologi som har gitt vesentlige bidrag til at akustisk telemetri kan brukes effektivt som metode for adferdsstudier i industrielle storskala merder. Spesielt gjelder det teknologi for å bestemme fiskens plassering i merden og hvordan merdvolumet utnyttes av individene over tid. Det er dessuten utviklet et system som tilgjengeliggjør telemetridata for operatører i sanntid ved bruk av internetteknologi.

Utviklingen av den såkalte overflatemodulen har stått sentralt i denne delen av prosjektet (Figur 1). Overflatemodulen er en spesialtilpasset datamaskin som har som funksjon å synkronisere tidsreferansen i hydrofonen, eller lyttebøyen, med høy nøyaktighet. Lyttebøyene mottar de akustiske signalene fra den merkede fisken og er en hovedkomponent i det akustiske telemetrisystemet. I tillegg bestemmer overflatemodulen lyttebøyens posisjon

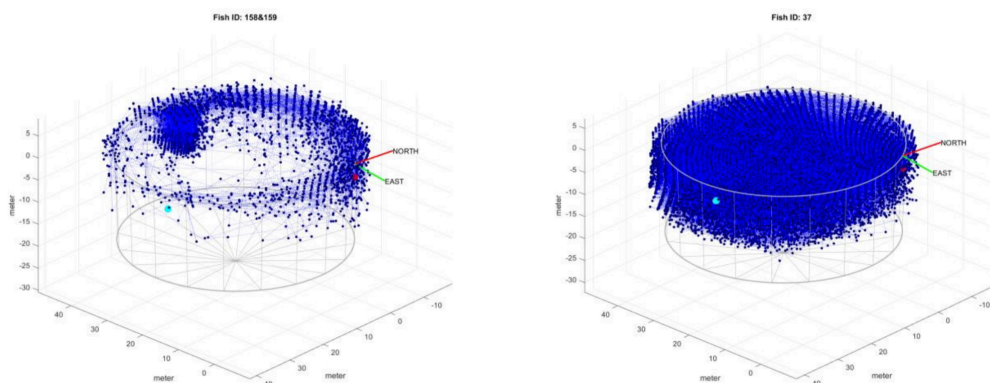
og sender telemetridata videre over et trådløst grensesnitt til en sentral basestasjon med internettilknytning.



Figur 1. Lyttebøye (hydrofon) med tilhørende overflatemodul (til høyre). Foto: J. A. Alfredsen, NTNU.

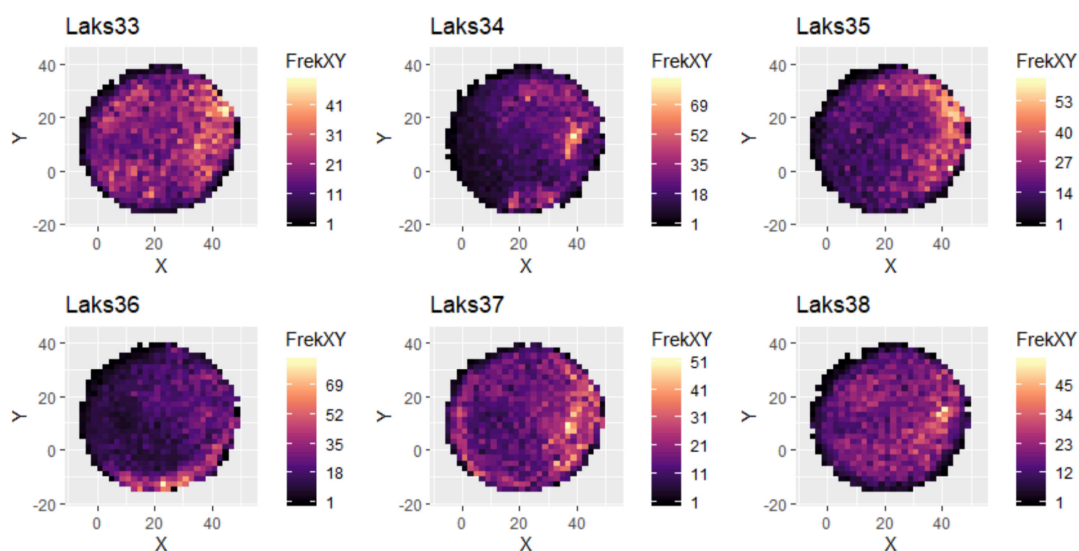
Basert på overflatemodulens evne til å foreta distribuert tidssynkronisering av lyttebøyene, er det utviklet en algoritme for beregning av 3D posisjon til akustisk merket rognkjeks og laks. Metoden er basert på måling av tidsdifferanser i signalene fra fisken som mottas parallelt av tre mottakere plassert i kjente posisjoner langs merdringen. Nøyaktigheten er god nok til å gjøre detaljerte studier av atferd til både rognkjeks og laks, og tester av algoritmen på enkeltfisk viser at vi nå kan observere atferdsmønsteret til fisken i en detalj som hittil ikke har vært mulig i industriskala.

Algoritmen har blitt anvendt på innsamlede telemetridata fra alle merdene og alle merkede fisk i periodene hvor systemet har vært operativt, og målingene er nå gjenstand for en detaljert analyse av rognkjeksens bevegelser i merden, f.eks. hvordan den utnytter skjulene og hvordan den responderer på endringer i miljøforhold som lys, strøm og temperatur. Gjennom samtidig posisjonering av både rognkjeks og laks, kan graden av overlappende volumbruk kvantifiseres, noe som kan kobles mot potensial for lusebeiting og hvordan f.eks. miljøforholdene virker inn på dette potensialet (Figur 2).

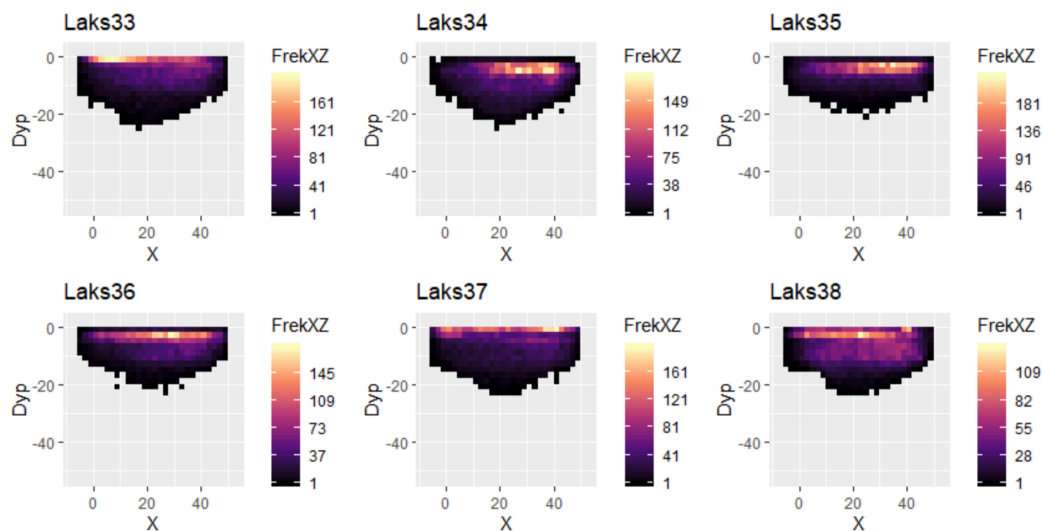


Figur 2. Volumbruk (tredimensjonal posisjonering) til individer av rognkjeks (venstre) og laks (høyre) i perioden november 2016 til februar 2017 på lokalitet Kråkholmen. Rognkjeksen viser sterk tendens til å oppholde seg i rognkjeksskjulet i vest og langs merdens nordlige vegg. Laksen viser derimot tendens til å ta i bruk hele merdvolumet. Kilde *Cyclus* prosjektet.

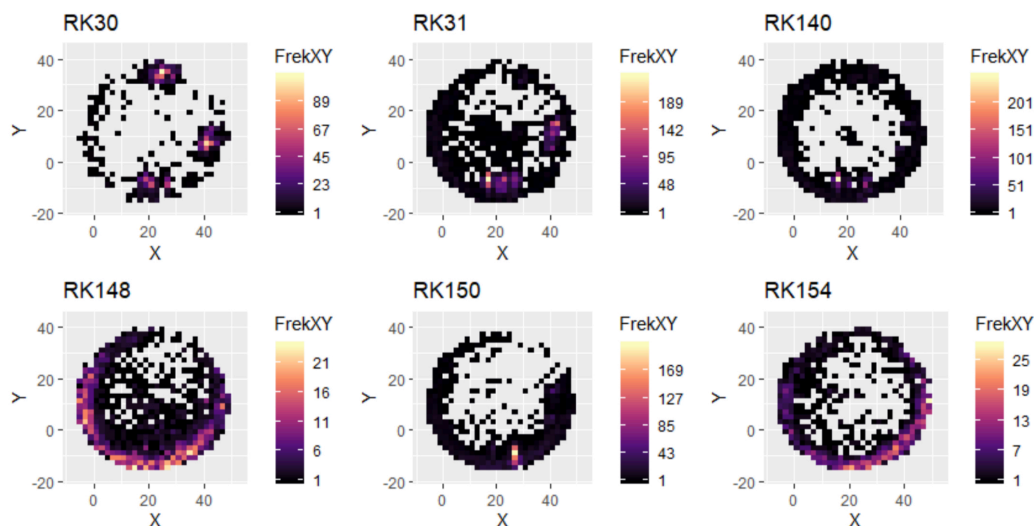
De tredimensjonale adferdsobservasjonene gjør det mulig fremstille hvordan rognkjeks og laks bruker merden i form av «varmekart» både i vertikale- og horisontale plan (Figurer 3-6).



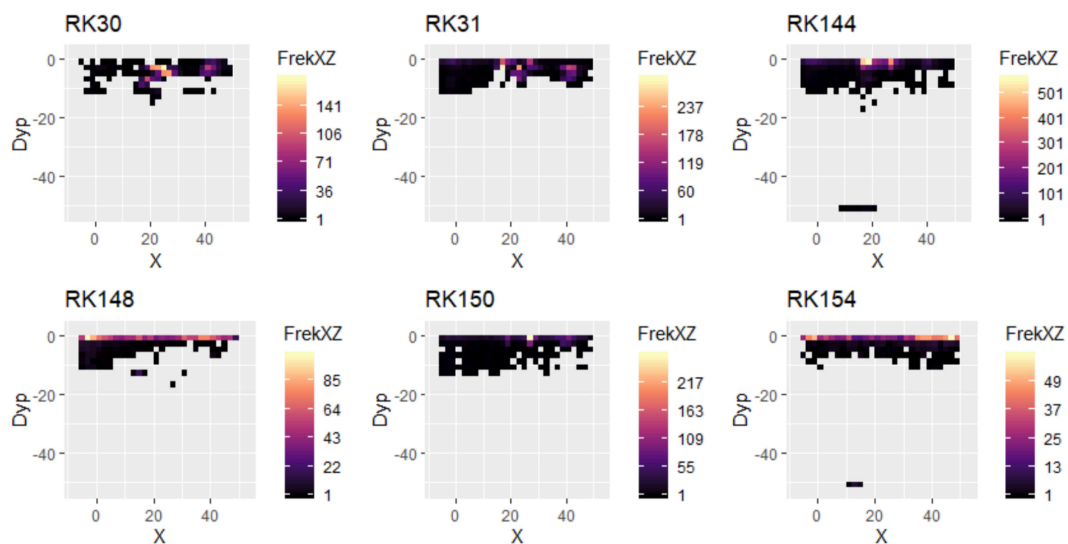
Figur 3. Frekvenser av registreringer i 1x1m ruter i det horisontale planet for 6 merkede lakseindivid i perioden 1. november 2016 – 1. februar 2017 ved lokalitet Kråkholmen.



Figur 4. Frekvenser av registreringer i 1x1m ruter i et dybdeverrsnitt av det vertikale planet for 6 merkede lakseindivid i perioden 1. november 2016 – 1. februar 2017 ved lokalitet Kråkholmen.



Figur 5. Frekvenser av registreringer i 1x1m ruter i det horisontale planet for 6 merkede rognkjeksindivid i perioden fra 1. november 2016 og frem til registreringene opphørte (15 – 30 dager) ved lokalitet Kråkholmen.



Figur 6. Frekvenser av registreringer i 1x1m ruter i et dybdeverrsnitt av det vertikale planet for 6 merkede rognkjeksindivid i perioden fra 1. november 2016 og frem til registreringene opphørte (15 – 30 dager) ved lokalitet Kråkholmen.

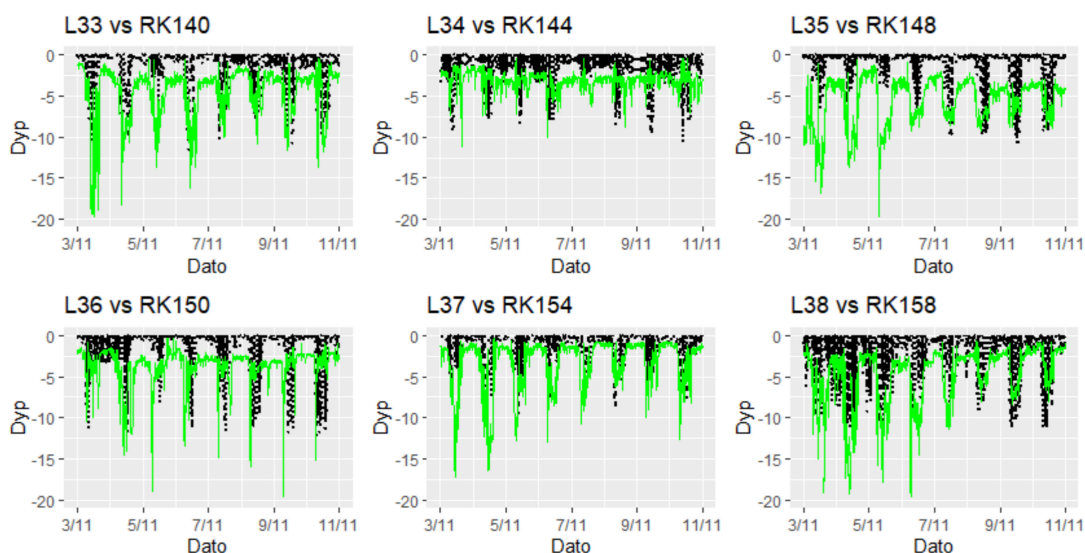
De merkede individene av laks benytter seg av hele det horisontale planet av merden, selv om de gjennomgående ser ut til å ha en attraksjon i retning av høye verdier på x-aksen (Figur 3). Med hensyn til dyp, bruker laksen også hele merdvolumet, men med klar attraksjon for høyere vannlag. Det kan se ut som det er noen individuelle forskjeller i prefererte dybder blant laksene (Figur 4).

Analyser av datasettet på rognkjeks, ble lagt frem ved «Aquaculture Europe» i Berlin, oktober 7.- 10. oktober. Rognkjeksene oppholder seg for det meste nær notveggen. Av totalt 16 357 posisjoner gjennom perioden, ble 95% detektert mindre enn 7 meter fra notveggen. De fleste rognkjeksene viste klar preferanse for opphold i nærhet av skjul, der enkelte benyttet seg av alle tre skjulene i merden (eg. RK30) mens andre hadde stort sett tilhold i tilknytning til ett skjul (eg. RK 150). To av individene (RK148 og RK154) var ikke synlig tilknyttet noe skjul (Figur 5). Ved siden av tilknytning til notveggen, oppholder rognkjeksene seg gjennomgående nokså høyt i vannvolumet i merden (Figur 6). Enkelte registreringer helt nede på 50m dyp skyldes fisk som har dødd og sunket til bunns i merden.

Resultatene understreker behovet for strategisk korrekt plasserte rensefiskskjul, og understreker det videre behovet for undersøkelse av rognkjeksadferd i fullskala produksjonsmerder for ytterligere evaluering av

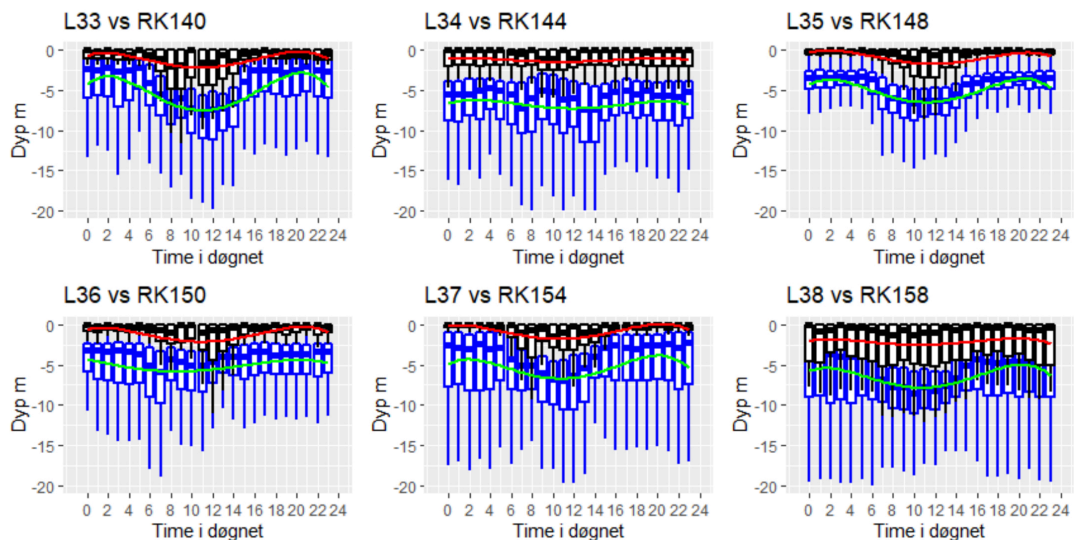
effektiviteten av rognkjeks som lakselus-spiser, samt sikre dyrevelferd i akvakultur.

En svært interessant observasjon fra merkeforsøkene viser at laksen og rognkjeks har sammenfallende døgnregulær vertikalvandring. Figur 7 viser plot av dybderegistreinger hos tilfeldig parede individ av laks og rognkjeks.



Figur 7. Plot av dybderegistreringer hos tilfeldig parede individ av laks (grønn linje) og rognkjeks (svartprikket linje) over en åtte dagers periode i startfasen av merkeeksperimentet ved Kråkholmen.

Både laksen og rognkjeks har tydelig en adferd der de gjør dykk til større dyp i løpet av døgnet og at adferden er synkronisert i tid (Figur 7). Dykk til større dyp er for de fleste individene knyttet til perioden mellom omtrent kl. 08 og 14 (Figur 8). Hvorvidt rognkjeks følger laksen for å beite på lakselus, eller om det er andre årsaker til døgnvandringen er usikkert. Resultatene antyder imidlertid at rognkjeks ikke skremmes bort av laksen og at den synkroniserte adferden må bidra til å øke sannsynligheten for lusebeiting ved at artene har større overlapp i dybdeposisjonering i løpet av døgnet.



Figur 8. Dybdefordeling av rognkjeks og laks gjennom døgnet i merkeforsøkene på Kråkholmen. Observerte fordelinger er angitt med boksplot (svart for rognkjeks og blå for laks; median= horisontal strek, bokser = 25-75 prosentiler og stolper = 10-90 prosentiler). Rød og grønn linje er tilpasninger av 4. grads polynom til dataene for henholdsvis rognkjeks og laks.

Videre arbeid inkluderer bearbeiding av data og detaljerte statistiske analyser av hvordan både rognkjeks og laks utnytter merdvolumet, potensial for lusebeiting, og bruk og effekt av skjul for rognkjeks. Der er i prosjektperioden også generert store mengder data på lakseadferd før og etter mekaniske avlusninger, som vil gi unik og verdifull innsikt i effektene av disse operasjonene (Kristensen m fl in prep).

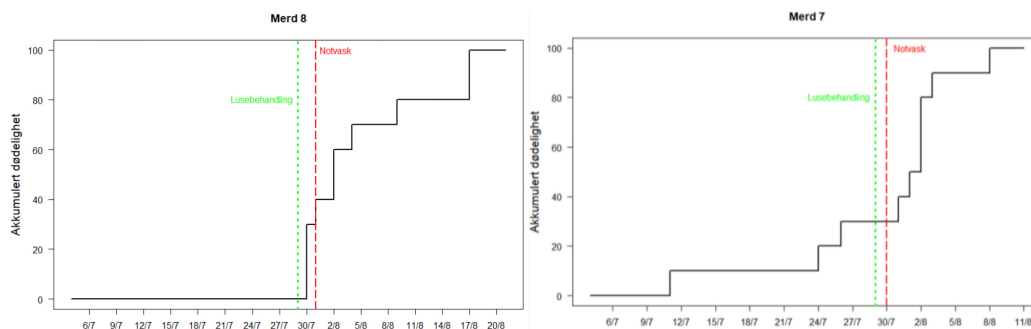
Overflatemodulene er videreutviklet slik en kan få sanntids tilgang til fiskens bevegelser og andre måledata fra merden gjennom Internetteknologi («Internet of Fish»). Hensikten med dette er å øke den operasjonelle nytteverdien til systemet ved å gjøre registreringer av fiskens adferd tilgjengelig «på merdkanten» slik at denne informasjonen lettere kan settes i sammenheng med operasjoner og de rådende forholdene i og rundt merden. Systemet for sanntids overføring av adferdsdata ble testet ut vinteren 2018 på lokalitet Kråkholmen (Hassan m. fl. 2019a) og er videreutviklet høsten 2018 (Hassan m.fl. 2019b). Videre uttesting, utvikling av brukergrensesnitt og implementering vil skje fremover.

Delmål 1.4 Dødelighet av rognkjeks

Hensikten med dette arbeidet er å beregne dødeligheten til rognkjeks, både den jevne naturlige dødeligheten, og det som kan skyldes ytre påvirkninger, slik som mekanisk behandling. Til det vil vi bruke merke-/gjenfangstdata. I 2018 analyserte vi noen slike data fra et tidligere forsøk som var.

igangsatt med et annet formål. Det viste seg at de dataene ikke kunne brukes til å beregne dødelighet. Det er imidlertid satt i gang et nytt, og betydelig større, merkeforsøk på Kråkholmen i februar 2019 med et design som skal gjøre det mulig å beregne dødelighet, og data fra dette forsøket vil bli analysert utover i 2019. Her vil vi prøve å følge nøye opp hvordan ulike suppleringsutsett av RK presterer, med fokus på tidlig fase etter utsett. Dette representerer informasjonsinnhenting Mattilsynet og andre etterspør med tanke på oppfølging av rensefisk. Her vil vi kunne identifisere RK fra ulike utsett slik at disse følges gjennom hele produksjonssyklusen. Vi ønsker også fokus på prestasjon og dødelighet rett etter utsett. Vi vet fra tidligere forsøk at vekst varierer svært mye på individbasis, og at prestasjon trolig varierer mellom utsett. Ved å merke hele kar med rognkjeks på Namdal rensefisk med silikonmerker, vil vi kunne oppnå tett oppfølging i forsøksmerdene og «lett» oppfølging med dødelighetsregistrering på hele kar som fordeles til andre merder og lokaliteter. Vi får da en dobbel effekt av merkingen der en får lavoppløselig informasjon fra andre anlegg (farge på merke ved dødfiskregistrering mm) koblet til høyoppløselig informasjon fra FoU-merdene.

Det ble på sensommeren 2018 merket rognkjeks og laks ved lokaliteten Eldviktaren for å samle inn data på dybdebruk for rognkjeks og laks ved bruk av luseskjørt på strømeksponert lokalitet. Her ble det akustisk merket 10 rognkjeks og 10 laks i fire merder, totalt 80 stk. Forsøket ble preget av høyt svinn/dødelighet av rognkjeks de første månedene, noe som resulterte i et litt avkortet forsøk for rognkjeksens del (Figur 5). Merket laks klarte seg meget bra, og genererte data fram til utslakt i mars 2019. I Figur 1 ser vi bortfallet av merket rognkjeks over tid. Her er det særlig i merd 8 et høyt svinn uken etter mekaniske operasjoner som avlusing og notvask.



Figur 5. Akkumulert dødelighet for merket rognkjeks i merd 8 (venstre panel) og merd 7 (høyre panel) ved lokalitet Eldviktaren. Svart trukket linje representerer akkumulert dødelighet (%) for rognkjeks, grønn stiplet linje representerer lusebehandling, og rød stiplet linje viser tidspunkt for notvask. (Kilde: Ulvund m. fl. in prep).

Ved første gjennomgang av individdata på dybdebruk ser det ut til at de med minst dybdeforflytninger forsvinner fra datasettet først. Dette kan være et resultat av høyere svinn for fastsittende rognkjeks ved operasjoner som notspyling, da rognkjeksene gjerne oppholder seg i nærhet av merdkanten/nota og kan ha tatt skader av dette. Det er også et merkbart bortfall av rognkjeks ved lusebehandling. Her kan noe av svinnet være knyttet til rognkjeks som står igjen i merden etter behandling, da fisken ble flyttet fra en merd til en annen gjennom mekanisk avlusing. Men det er også en god del individer som bli med over til ny merd, og her ble det observert potensielle senskader som resulterer i anormal dybdeadferd i uken etter avlusing.

For laksen sin del er det generert en god del data på lakseadferd gjennom flere mekaniske avlusninger, samt lakseadferd på merder med/uten luseskjørt på samme lokalitet. Her gjenstår det fremdeles en del analysearbeid, men preliminnære analyser viser gode data på lakseadferd i forkant/ettertid av mekaniske behandlinger.

Delmål 1.5 Effektivitet av rognkjeks som avlusningsmetode.

Hensikten med dette arbeidet er å beregne hvor effektiv rognkjeks som avlusningsmetode, og å tallfeste dette på en slik måte at det kan veies opp mot andre avlusningsmetoder. Det gjøres basert på en populasjonsmodell for lus anvendt på fullskala produksjonsdata med informasjon om bl.a. lusetall, utsett av rognkjeks og bruk av mekanisk behandling.

Så langt i prosjektet er det tilrettelagt datasett for flere fullførte produksjoner fra utsett til slakt. Disse er brukt på to måter. Først har vi antatt at effektiviteten til rognkjeks er nøyaktig den samme som det vi tidligere har estimert for et annet område i Norge, og ut fra det har vi anvendt populasjonsmodellen til å beregne hvor mange mekaniske behandlinger som er spart på grunn av utsett av rognkjeks. Dernest har vi brukt produksjonsdataene sammen med populasjonsmodellen til å beregne rognkjeksens effektivitet på nytt for de lokalitetene som inngår i prosjektet, og deretter igjen regne dette om til sparte behandlinger, noe som muliggjør økonomisk kost/nytte-analyse. En fant liten effekt av rognkjeks, men mer effekt av annen leppefisk. Her vil analysene gjentas med mer data, med håp om at mer data gjør det mulig å finne en tydeligere effekt. Dette er imidlertid en indirekte måte å beregne effekten av rognkjeks på, og det er ikke umiddelbart mulig ut fra vanlige lusetellinger å skille ut hva som er rognkjeksens betydning. I videre arbeid er det derfor aktuelt å samle flere data med mageprøver av rognkjeks, for å avdekke hvor stor andel av rognkjeks som har lus i magen.

Delmål 1.6 Formidling

Seminar- konferanser

Utvalgte seminar der CycLus har hatt foredrag:

- Johansen, L.H., (2015). Kan rognkjeks vokse med næringen? Fagseminar Aqua Nor, Trondheim, august 2015.
- Johansen, L.H. (2016). Analyse av sykdomsrelatert risiko forbundet med bruk av villfanget og oppdrettet rensefisk for kontroll av lakselus. FHF Rensefiskkonferanse, Gardermoen, februar 2016.
- Jonhansen, L.H. (2017). Vaksinasjon av rensefisk. FHF Dialogmøte rensefisk, Hell, august 2017.
- Staven, F.R. (2017) Rensefisk trenger bedre HMS. Aqua Nor, Trondheim, august 2017.
- Kristensen, T. m. fl. (2017). NCE Aquaculture Rognkjeksforum, januar 2017.
- Kristensen, T. m. fl. (2017). Aqua Nor 2017.

- Kristensen, T. m. fl. (2017). FitFish COST Action, Bosnia, mai 2017. Ulvund m. fl. (2017). FHF rensefiskseminar 7-9. februar 2017.
- Alfredsen, J. A. m. fl. (2017). Rensefiskseminar Glasgow 5-8. mai 2017.
- Alfredsen J. A. m. fl. (2017). 4th Int. Conference on Fish Telemetry in Cairns, Australia, juni 2017.
- Kristensen, T. m. fl. (2018). NCE Aquaculture Rognkjeksforum, januar 2018.
- Staven, F.R. (2018). Habituation of the lumpfish in interactions with Atlantic salmon. 2nd annual PhD Symposium, Bodø, mai 2018.
- Staven, F.R. (2018). Cyclus 2015-2020. FHF Dialogmøte, Bergen, mars, 2018.
- Kristiansen, M. (2018). Erfaringer med bruk av oppdrettet rognkjeks som del av totalstrategi i Midt-Norge. FHF Rensefiskseminar januar 2018.
- Ulvund, J. B. m. fl. (2018). Adferd hos rognkjeks og laks i kommersiell produksjon . FHF Rensefiskseminar januar 2018.
- Alfredsen, J.A. m. fl. (2018). Internet of Fish. Brohodekonferansen: "Havbruk 4.0 mot 2030", Frøya, 31. Oktober 2018.
- Ulvund. J. B. m. fl. (2018). Optimized use of Cyclopterus lumpus in the fight against Lepeophtheirus salmonis in salmon farming, 13th Int.Congress on the Biology of Fish 15-19. July, Calgary, Canada.
- Alfredsen, J.A. m.fl. (2018). Aquaculture in the perspective of Industry 4.0. International Workshop on Far Offshore Mariculture 5-9 Dec. 2018, Ocean University of China, Qingdao, China.
- Ulvund J. B m. fl. (2019). Cleaner fish behavior in full scale salmon productions units- an acoustic telemetry approach, poster Aquaculture Europe19, Berlin 5-8 Oktober, Tyskland
- Staven, F.R. (2019) Velferd hos rognkjeks. Akvaveterinærenes forening, Bergen, oktober 2019.
- Staven, F.R. (2019). Rognkjeks – Hva skjer på merdkanten. Lofotseminar 2019, Lofoten, juni 2019.
- Staven, F.R. (2019). Status lumpus. Dialogmøte rensefisk, Flatanger, juni 2019.
- Staven, F.R. (2019). Atferd og læring hos rognkjeks. Lunsjseminar Havbruksparken, Flatanger, mai 2019.

- Staven, F.R. (2019). Habituation of lumpfish reveals desensitized stress- and behavioural responses after interaction with Atlantic salmon. 13th International Congress on Biology of Fish, Calgary, juni 2018.
- Staven, F. m. fl. (2019). Measurements of behaviour, stress responses, monoamine levels and cryptic colouration in lumpfish after interaction with Atlantic salmon with focus on specific sensory cues. Aquaculture Europe, Berlin, October 2019.
- Johansen, L.H. m. fl. Mucosal health in Aquaculture 2019, Oslo 11-13 September 2019.
- Johansen, L.H m. fl. Aquaculture Europe19, Berlin 5-8 Oktober 2019.

Publikasjoner

Følgende arbeid er publisert:

- Hassan W., Føre M., Ulvund J.B., Alfredsen J.A. (2019a). Internet of Fish: Integration of acoustic telemetry with LPWAN for efficient real-time monitoring of fish in marine farms. Computer and Electronics in Agriculture, Accepted.

Arbeid under publisering:

- Hassan W., Urke, H. A., Kristensen, T., Føre M., Ulvund J.B., Alfredsen J.A. (2019b). Real- time Fish Positioning and Monitoring System for Commercial Marine Farms- Based on Acoustic Telemetry and Internet of Fish (IoF). Accepted ISOPE.
- Staven, F. R., Nordeide, J. T., Imsland, A.K., Andersen,P., Iversen, N. S., Kristensen, T. (2019). Is habituation measurable in Lumpfish *Cyclopterus lumpus* when used as cleaner fish in Atlantic salmon *Salmo salar* aquaculture? Frontiers in Veterinary Science, section Animal Behavior and Welfare. Accepted. doi: 10.3389/fvets.2019.0022.
- Staven, F. R m. fl. (2018). Økt lusespising hos rognkjeks i forbindelse med kontrollert sulting i merd. Norsk Fiskeoppdrett ISSN 0332-7132.
- Staven, F. R. (2017). Rognkjeksens blir stresset i første møte med laksen. Norsk Fiskeoppdrett ISSN 0332-7132.

- Iversen, N. S. m fl. The effect of temperature acclimation on upper thermal tolerance and cardiac capacity in lumpfish *Cyclopterus lumpus*. In prep.
- Kristensen, T. m fl. Seasonal, diurnal and Individual variation in area and volume use in Atlantic salmon in commercial net-pens. In prep.
- Staven, F.R. (2020). Measurements of behaviour, stress responses, monoamine levels and cryptic colouration in lumpfish after interaction with Atlantic salmon with focus on specific sensory cues.
- Iversen, N.S., Staven, F.R., Kristensen, T. (2020)
- Ulvund, J. B., Kristensen, T., Jansen, P.A, Urke, H. A. and Alfredsen. An acoustic telemetry approach to enhance the knowledge of fish biology, welfare and behavioural measurements of cleaner fish, *Cyclopterus lumpus*, and Atlantic salmon, *Salmo salar*, in commercial Norwegian sea- pens. In prep.
- Ulvund, J. B m. fl Acute and chronic stress responses in salmon *Salmo salar* subjected to various intraperitoneal tagging methods or adipose fin clip tagging. In prep.
- Ulvund, J. B m. fl. Behaviour in large scale net pens of the cleaner fish *Cyclopterus lumpus*. In prep.
- Patel D. M, Pinto N, Bizuayehu T.T, Kristensen T, Iversen M.H, Brinchmann MF. A multi- omics approach to assess the effect of temperature on lumpfish (*Cyclopterus lumpus*) skin. In prep.

PhD stipendiater og masterstudenter

CycLus har så langt knyttet til seg tre PhD grad stipendiater:

- PhD-grad til John Birger Ulvund ved Nord universitet september 2017-2021.
 - NæringsPhD til Fredrik Staven hos AquaKompetanse AS/Nord universitet 2018-2022 "Tilvenning og læringsevne hos rognkjeks i interaksjon med oppdrettslaks, med fokus på atferd og fysiologi".
 - PhD stipendiat Waseem Hassan, NTNU Teknisk Kybernetikk/SINTEF 2018-2021. I 2018 ble det etablert et tettere samarbeid med SFI Exposed knyttet til teknologiutvikling akustisk fisketelemetri. En ny PhD stipendiatstilling på dette fagområdet vil også bli involvert i CycLus.
- The effect of temperature acclimation on

upper thermal tolerance and cardiac capacity in lumpfish *Cyclopterus lumpus*.

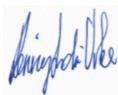
I 2019 er det fra Kunnskapsdepartementet finansiert en ny PhD-stilling hos Nord universitet, FBA, som skal se på genomikk hos rognkjeks med fokus på populasjonsdifferensiering og individuelle forskjeller knyttet til genetikk. Her vil kandidat ansettes ila høsten 2019.

Cyclus har så langt involvert syv masterstudenter, fire fra NTNU (to fra Institutt for Teknisk kybernetikk og to fra Industriell økonomi) og tre fra Nord universitet, Fakultet for akvakultur og biovitenskap:

- Nina Skorstad Iversen (2016), Nord universitet, Thermal tolerance of the lumpsucker (*Cyclopterus lumpus* L.): association between cardiac physiology and upper thermal limits.
- Jørn Iversen Efteland (2016), NTNU, Underwater acoustic positioning system for real-time fish tracking.
- Fredrik Staven (2017), Nord universitet, Habituation of the lumpsucker (*Cyclopterus lumpus* L.) in interactions with Atlantic salmon (*Salmo salar* L.).
- Caroline Navjord (2017), Nord universitet, Svømmekapasitet til rognkjeks.
- Dunja Matanovic og Oscar M. Brakstad (2017), NTNU, Industriell økonomi, Optimal investeringsstrategi i lusebekjempende teknologier
- Per Arne Kjelsvik (2019), NTNU, Internet of Fish Real-time monitoring of fish through LPWAN and Internet technologies.

Viser også til tidligere tilsendt informasjon om prosjektet i forbindelse med den årlige rapporteringen til Fiskeridirektoratet.

Med hilsen



Henning Andre Urke
Prosjektkoordinator CycLus



Torstein Kristensen
Prosjektleder CycLus

2.3 Namdal Rensefisk - status avlsprosjektet med AquaGen

November 2018 var en milepæl for Namdal Rensefisk og AquaGen, da verdens første storskala avlsanlegget for rognkjeks ble ferdigstilt etter en 10 måneders byggeperiode og en investering på nærmere 80 millioner kroner. Anlegget ble testkjørt i rundt 2 mnd. før den første fisken ble flyttet inn i anlegget i Januar 2019. 9. Januar var det en offisiell åpning av anlegget, med omvisning og fagseminar for inviterte gjester.

Mens byggingen av anlegget har foregått, er det jobbet videre med prosjekter på reproduksjon og modningsstyring hos rognkjeks (CycloBreed – FHF 901418), innsamling av genetisk materiale som er tenkt å avle videre på gjennom familieproduksjon, rognkjeksas genom ble kartlagt i 2018, og en SNP-chip er ferdigstilt som skal brukes til selektering av rognkjeks etter ønskede egenskaper (AquaGen). De første smittetester ble også satt i gang i desember 2018 hos Vaxxinova, der rognkjeks fra de samme familiene som er flyttet inn i avlsanlegget blir testet for motstandsdyktighet mot *Vibrio anguillarum* og *Aeromonas salmonicidae*, to av de mest utfordrende bakteriesykdommene hos rognkjeks.

I mars 2019 startet den aller første familieproduksjonen av rognkjeks, med 200 ulike familier basert på innsamlet avlsmateriale. Vi skal også begynne å styre lys og temperatur hos stamfiskrekruttene som nå står i anlegget, og prøve å styre de mot et felles modnings – og gytetidspunkt. Disse stamfiskrekruttene vil selekteres basert på resultater fra smittetestene, samt lusespiseegenskaper, toleranse for høye temperaturer og svømmekapasitet. Alt dette tror vi er viktig for å lykkes i å lukke produksjonssyklusen hos rognkjeksa, og avle fram en fisk som skal overleve, trives, og spise lus i merda.

2.4 Prosjektplan for koordinering av rensefisk-arbeid for Nordland Rensefisk AS og Namdal Rensefisk AS

Det er kjente utfordringer med overlevelse av rognkjeks i sjø sammen med laks. Per dags dato har man ingen god kunnskap om hvorfor rognkjeks dør i løpet av relativt kort tid, ei heller god kontroll på hvordan rognkjeksa presterer i sjø sammen med laksen. Det er derfor ønskelig å samle inn, systematisere og analysere data om prestasjonen til rognkjeks produsert av Namdal Rensefisk AS (NaRF) og Nordland Rensefisk AS (NoRF) i sjø for å kunne se på flere parametere for å kunne identifisere suksesskriterier til rognkjeksas overlevelse over en produksjonssyklus av laks i sjø. Videre er det viktig å få delt brukererfaringer og ny kunnskap på tvers av oppdrettsselskapene og settefiskanleggene for å få utnyttet kunnskapen i kampen mot lakselusa.

Med bakgrunn i dette har NaRF og NoRF kontrahert en $\geq 100\%$ stilling i Aqua Kompetanse AS som skal:

- Samle inn, systematisere og analysere data om prestasjon til rognkjeks i sjø (rognkjeks produsert og levert av Namdal Rensefisk AS og Nordland Rensefisk AS).
- Utarbeide en oversikt over suksesskriteriene for at rognkjeks kan overleve en produksjonssyklus i sjø, og videre bli høstet ut av merda før den tømmes og laksen går til slakteriet.
- Legge til rette for deling av brukererfaringer fra rognkjeks i sjø med eierne av Namdal Rensefisk AS og Nordland Rensefisk AS.
- Gi innspill til avlsaktiviteten ved Namdal Rensefisk AS.
- Bistå Namdal Rensefisk AS og Nordland Rensefisk med å stille seg i spissen for etablering av et nasjonalt kompetanseforum med andre rognkjeksprodusenter for deling av erfaringer og løsninger rundt relevante problemstillinger.
- Være prosjektleder for å organisere nasjonal rognkjekskonferanse i Flatanger en gang hver høst.

Effektmål

Oppnå vesentlig høyere overlevelse gjennom en produksjonssyklus i sjø hos rognkjeks.

Resultatmål

For å kunne nå prosjektets effektmål er det i første omgang opprettet fire delprosjekter som hver fungerer som overordnede resultatmål for prosjektet. Hvert delprosjekt vil ha hver sine effekt- og resultatmål.

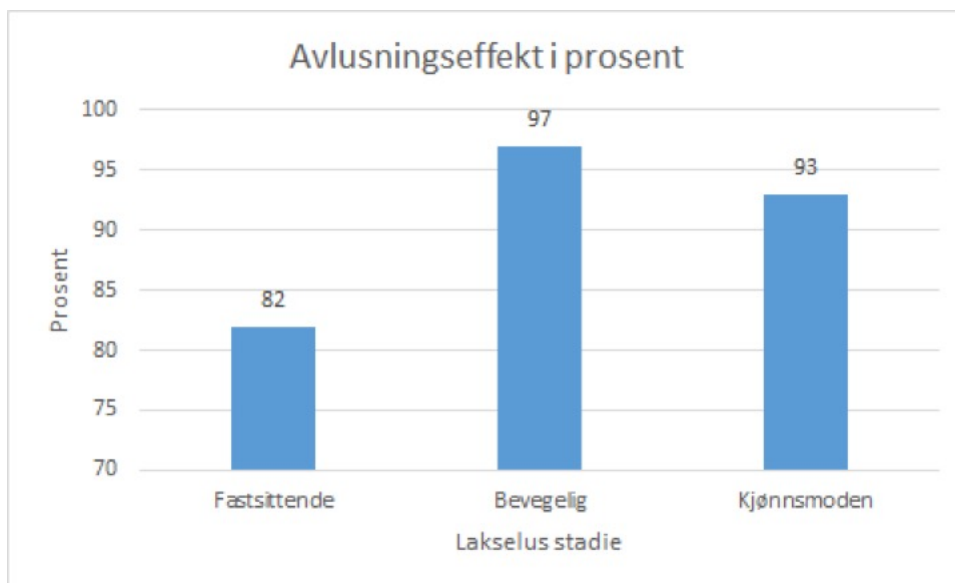
- Utarbeide en oversikt over suksesskriterier for rognkjeksas overlevelse i sjø, med konkrete suksesshistorier.
- Sikre erfarings- og kunnskapsutveksling rundt bruk av rognkjeks som biologisk lusekontroll mellom eierselskapene til NaRF og NoRF.
- Sikre erfarings- og kunnskapsutveksling rundt oppdrett og avl av rognkjeks mellom settefiskanlegg.
- Etablere Nasjonal rognkjekskonferanse som den foretrukne arena for faglig oppdatering på bruk av rognkjeks som biologisk lusekontroll.

3. Mekanisk avlusing

I 2019 har Bjørøya og Midt Norsk Havbruk videreutviklet og brukt Hydrolicer som ikke medikamentell metode. Vi har også brukt Optilicer og ferskvann. Det har tidvis i vår region vært en krevende lusesituasjon og det har vært gjennomført gjentatte behandlinger. Gjentatte behandlinger påvirker fiskevelferden negativt. Bjørøya har i 2019 jobbet aktivt for å gjøre behandlingene mest mulig skånsomme, og har i løpet av perioden gjort store forbedringer med tanke på håndteringsrelatert dødelighet, samt kan vise til god effekt mot lakselus.

3.1 Mekanisk avlusing 2019

I 2019 har Bjørøya AS og MNH AS hatt en gjennomsnittlig avlusingseffekt på alle stadier av lakselus på 91%

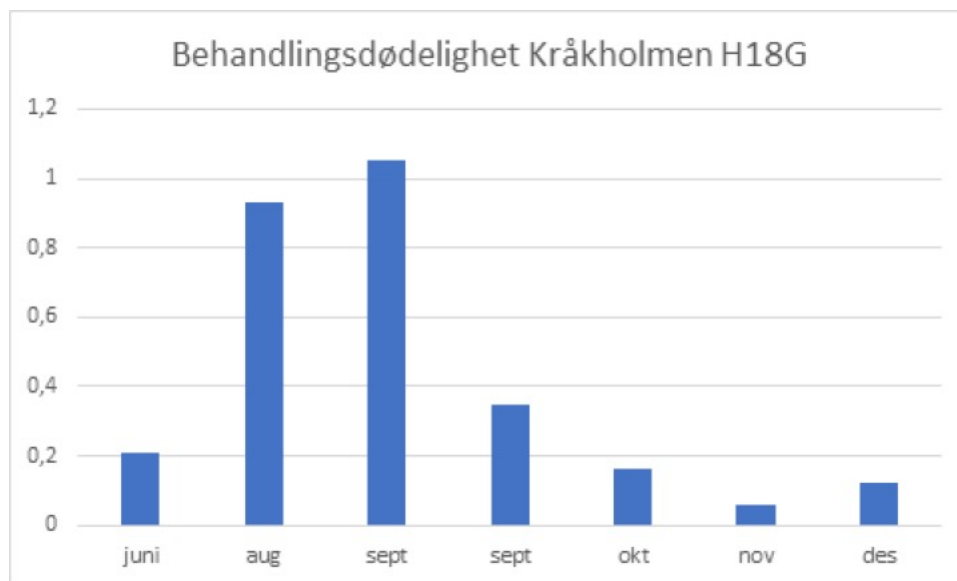


Figur 1: visualisering av effekt på de ulike stadiene av lakselus

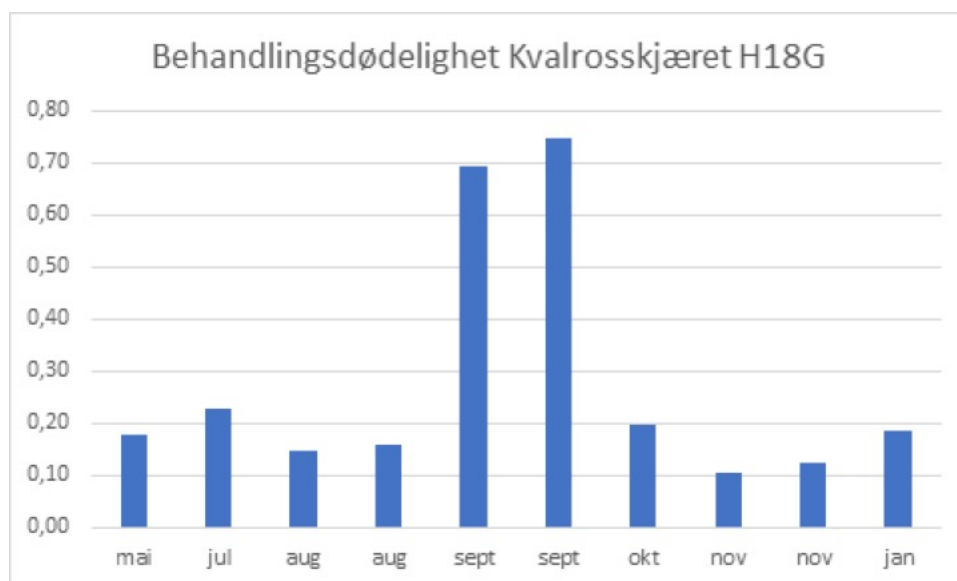
Bjørøya AS har totalt behandlet 32.105 tonn laks

Det er jobbet målrettet mot forbedring av rutinene under avlusningsoperasjoner for å sikre bedre fiskevelferd og redusere dødelighet

ved behandling. Dette har gitt positive effekter og vi ser en tydelig forbedring i behandlingsrelatert dødelighet gjennom høsten.



Figur 2: Behandlingsdødelighet Kråkholmen H18G. Dødelighet angitt i % og regnes fom behandlingsdag og to påfølgende dager.



Figur 2: Behandlingsdødelighet Kvalrosskjæret H18G. Dødelighet angitt i % og regnes fom behandlingsdag og to påfølgende dager.

Det er også i 2019 behandlet betydelige mengder fisk gjennom systemene. Hydro ble oppgradert til Ver.6 på alle avlusingslinjer.

Vi har i 2019 jobbet med nye pumper på linjene for å forbedre fiskevelferd, kunne håndtere mindre fisk og øke kapasiteten. Vi bygger nå om begge behandlingsenhetene med pumpe nummer 3 på alle linjer. Samt bygger om til crossover på vanntilførsel på alle pumpene.

3.2 Oppsamling av lus

Trommelfilter fra Mecon har fungert greit, noe driftsutfordring har det vært. Alle filter blir oppgradert i vinter med nye tromler. Forbrenningsovn har ikke fungert tilfredsstillende og blir demontert.

3.3 Erfaring fra behandling.

I 2019 har vi behandlet mer enn noe år tidligere. Vi har forholdsvis lav dødelighet i forbindelse med avlusning, men har besluttet å gjøre betydelige investeringer for å forbedre ytterligere. Evalueringer av året gjør at vi har bestemt oss for flere oppgraderinger av behandlingsenhetene:

- Oppgraderer til tre pumper per linje, Det vil føre til en mer stabil vannstrøm gjennom systemene og redusere vakuum.
- Ombygging til resirkulering av vann i linjene for å unngå “tettinger” av systemene, som vil føre til lavere dødelighet ved behandling
- Effektivisering av oksygendosering for å sikre velferd under trenging ved håndtering.