

Erlend Skeid og Kristoffer Tednes Bjerkeset

Bruk av modell for å undersøke rognkjeksens beiteatferd i kommersiell oppdrett av atlantisk laks.

Bacheloroppgave i Biomarin Innovasjon

Veileder: Grete Hansen Aas og Stig Atle Tuene

Juni 2020

Erlend Skeid og Kristoffer Tednes Bjerkeset

Bruk av modell for å undersøke rognkjeksens beiteatferd i kommersiell oppdrett av atlantisk laks.

Bacheloroppgave i Biomarin Innovasjon
Veileder: Grete Hansen Aas og Stig Atle Tuene
Juni 2020

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for naturvitenskap
Institutt for biologiske fag Ålesund



Kunnskap for en bedre verden

Forord

Bakgrunnen for valg av tema i denne oppgaven ligger i vår interesse og erfaring fra arbeid med rensefisk. Vi har gjennom programfagene i studiet Biomarin Innovasjon ved NTNU i Ålesund, og jobbsammenheng opparbeidet kunnskap om akvakultur og marin økologi. Etter en rekke møter med veiledere, endte vi opp med problemstillingen *“Kan en modell beskrive faktorer som er betydelige for rognkjeksens lusebeiting?”*, da vi mener denne samspiller godt med våre fagfelt og karrierevalg.

Innholdet i denne oppgaven står for forfatteren(e)s regning. Vi ønsker å gi en takk til Mowi, Røysa for godt samarbeid og god hjelp med oppgaven. Driftsteknikerne har vært positive, hjelpsomme og interessert, noe som gjorde feltarbeid på anlegget effektivt og enkelt. Avslutningsvis vil vi si takk til våre veiledere Grete Hansen Aas og Stig Atle Tuene for god veiledning, rådgivning og støtte gjennom hele semesteret.

Sammendrag

Denne oppgaven tar for seg rognkjeksens beiteatferd mot lakselus i kommersiell oppdrett av atlantisk laks. Hensikten er å undersøke rognkjeksens beiteatferd ved ulike posisjoner i merd, ved bruk av fire rigger med en fastmontert død laks, og ti kunstige lakselus hver. I oppgaven ble filming med GoPro-kamera brukt som metode. Det har kun blitt gjort ett lignende forsøk tidligere i forbindelse med en bacheloroppgave. Gjennom videoanalyse ble flere typer atferder registrert og samlet i et datasett for videre behandling. Data ble registrert etter hvor mange rognkjeks som var i nærheten av modellen, viste interesse i modell, inspirerte lus, og nappet på lus. Resultatene tyder på at det er signifikante sammenhenger i forskjeller av rognkjeks nær modellene mellom merdene, og napp i forhold til posisjon i merd. Det er registrert tendenser til forskjeller mellom attraktiviteten på lakselusene, både i napp og inspeksjon. Resultatene viser at det er signifikante forskjeller for napp ut ifra mørk og lys farge på laksens skinn.

Abstract

This thesis addresses the predatory behaviour of lumpfish against salmon lice in commercial farming of Atlantic salmon. The purpose is to investigate the behaviour of lumpfish at various positions in cages, using four rigs with a fixed dead salmon, and ten artificial salmon lice each. In this thesis, filming with a GoPro-camera was used as a method. Only one similar attempt has been made in the past, within a bachelor's thesis. Through video analysis, several types of behaviour were recorded and collected in a data set for further processing. Data were registered based on how many lumpfish were near the model, showed interest in the model, inspected lice, and foraging on lice. The results indicate that there are significant correlations in differences between lumpfish near the model, between the cages, and foraging in relation to the position in the cages. Trends have been registered for differences between the attractiveness of salmon lice. The results show that there are significant differences in foraging of lice between the dark and light colour of the salmon's skin.

Innholdsfortegnelse

1 Innledning.....	1
<i>1.1 Akvakultur.....</i>	<i>1</i>
<i>1.2 Lakselus.....</i>	<i>1</i>
<i>1.3 Rensefisk.....</i>	<i>3</i>
<i>1.4 Samspill i merd.....</i>	<i>4</i>
<i>1.5 Effektiviteten av rensefisk.....</i>	<i>4</i>
<i>1.6 Problemstilling.....</i>	<i>7</i>
1.6.1 Hypotese.....	7
1.6.2 Begrensninger.....	7
2. Material og metode.....	8
<i>2.1 Forsøkslokaliteten.....</i>	<i>8</i>
<i>2.2 Metodikk.....</i>	<i>10</i>
<i>2.3 Analyse av videoopptak.....</i>	<i>16</i>
3. Resultat.....	24
<i>3.1 Forsøksanlegg.....</i>	<i>24</i>
<i>3.2 Tellinger.....</i>	<i>25</i>
<i>3.3 Rognkjeksens atferd.....</i>	<i>28</i>
4. Diskusjon.....	32
<i>4.1 Material og metode.....</i>	<i>32</i>
<i>4.2 Resultat.....</i>	<i>34</i>
5. Konklusjon.....	38
6. Litteraturliste.....	39
Vedlegg.....	
Vedlegg 1: Tellinger for merd 2.....	
Vedlegg 2: Tellinger for merd 4.....	

Figurliste

Figur 1. Eksempel på fordeling av renseskjell i merd.....	6
Figur 2. Lokalitet merket med rød ring rundt.....	8
Figur 3. Flyfoto av lokalitet på Røysa med nummerering av forsøksmerder.....	9
Figur 4. Illustrasjon av merd med bruk av rognkjeksskjul uten hamsterhjul i midten.....	10
Figur 5. Merd 2 med hamsterhjul.....	11
Figur 6. Merd 4 uten hamsterhjul.....	11
Figur 7. Mål av kunstig lakselus.....	12
Figur 8. Kunstig lakselus.....	12
Figur 9. Plassering av kunstig lakselus på laks.....	13
Figur 10. Prototype, før utsett i merd.....	14
Figur 11. Tegning over rigg som ble brukt i forsøket med ulike komponenter og mål.....	15
Figur 12. Ferdig montert modell som ble brukt i forsøket.....	16
Figur 13. Telling av antall rognkjeks i nærheten av modell.....	17
Figur 14. Telling av rognkjeks som viste interesse i modellen.....	18
Figur 15. Bildet viser en rognkjeks som bruker blikk og kropp for å inspisere lus, uten napp.....	18
Figur 16. Bildet viser en rognkjeks som først inspisierer lus og går inn for et napp.....	19
Figur 17. Rigg 1 nærbilde.....	20
Figur 18. Rigg 1 fugleperspektiv.....	20
Figur 19. Rigg 2 nærbilde.....	20
Figur 20. Rigg 2 fugleperspektiv.....	21
Figur 21. Rigg 3 nærbilde.....	21
Figur 22. Rigg 3 fugleperspektiv.....	22
Figur 23. Rigg 4 nærbilde.....	22
Figur 24. Rigg 4 fugleperspektiv.....	23
Figur 25. Innblandingprosent av rognkjeks på lokaliteten.....	24
Figur 26. Lusetellinger fra lokaliteten.....	24
Figur 27. Gjennomsnittlig antall rognkjeks i nærheten av modell ved posisjon 1, 2, 3 og 4, i merd 2.	26
Figur 28. Gjennomsnittlig antall rognkjeks som viser interesse i modellen, inspeksjon av lus, og napp av lus ved posisjon 1, 2, 3 og 4, ved merd 2.....	27
Figur 29. Gjennomsnittlig antall rognkjeks i nærheten av modellen ved posisjon 1, 2, 3 og 4, ved merd 4.....	27
Figur 30. Gjennomsnittlig antall rognkjeks som viser interesse i modellen, inspeksjon av lus, og napp av lus ved posisjon 1, 2, 3 og 4, ved merd 4.....	28
Figur 31. Antall inspeksjoner i forhold til lusens plassering på laksen.....	30
Figur 32. Grafen viser rognkjeksens napp av lus ut i fra plassering på fisken i merd 4.....	30
Figur 33. Totalt antall napp i forhold til modellenes posisjon i merd 4.....	31

Tabell-liste

Tabell 1. Reproduerbarhet.....	25
Tabell 2. Rognkjeks i nærheten av rigg.....	29
Tabell 3. Inspeksjon av lus.....	29

1 Innledning

1.1 Akvakultur

Norsk akvakultur har hatt stor utvikling de siste årene med 5,6% vekst i førstehåndsverdi fra 2018 til 2019 (1), og en vekst på 18,5% i 2016 (2). Tross stor vekst har oppdrettsnæringen slitt lenge med store tap grunnet lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*) som begrenser industriell vekst gjennom regelverk og reduserer stabiliteten (2). Salg av atlantisk laks (*Salmo salar*) viste en liten økning på 3,7% fra 2017 til 2018, med totalt salg på 1 281 872 tonn. Som forventet økte salgspris for laks fra 2017 til 2018, med en gjennomsnittlig salgspris pr. kg på kr 50,38 kontra kr 48,74 i 2017 (3). Verdiskapningsbidrag fra samlet sjømatnæring, inkludert ringvirkninger, passerte 100 milliarder kroner i 2018 (4), og akvakultur hadde en samlet førstehåndsverdi på 64,5 milliarder kroner (5). Siden 2014 har veksten vært særlig sterk innen oppdrett av laks og ørret, grunnet gode markedsforhold. Samlet sysselsettingseffekt av sjømatnæringa har stabilisert seg rundt 66.000 årsverk de to siste årene (4).

1.2 Lakselus

Lakselus er et naturlig forekommende ektoparasittisk krepsdyr i marint miljø på den nordlige halvkule (6), og utgjør næringens største utfordring i forhold til sykdom. Behandling av lakselus kostet lakseoppdrettere mer enn 3,05 milliarder kroner årlig på verdensbasis i løpet av 2000-2010 (3), og har eskalert til litt over 5 milliarder kroner bare i Norge i 2018 (7). Utgiftene ser ut til å øke for hvert år, ettersom at det ikke er noe effektiv vaksine mot lus, og bare et fåtall medikamenter er lisensiert for behandling. Mange har gått bort fra dette da effekten vil være redusert på grunn av utviklet resistens hos lakselusen (8). Derfor har mekanisk og termisk avlusning blitt introdusert, men disse fører til økt håndtering av fisken, som er stressende og igjen ofte fører til økt dødelighet etter behandling (9).

Lakselusen har åtte livsstadier, og disse separeres ved skallskifte. De 3 første stadiene kalles nauplius (1, 2), og copepoditt. Disse er frittlevende stadier hvor lusen svømmer rundt i vannmassene. Copepoditt stadiet har en størrelse på 0,5-0,6 mm. Det er copepoditten som til slutt infiserer laksen. Den har ingen føde uten en vert å livnære seg på, og vil dermed dø av sult dersom den er foruten. Hvor lenge den overlever vil variere ut i fra temperatur, men levetiden er mellom en uke til en måned. Copepoditten fester seg vanligvis først på finnene

eller skjellene til laksefisken før den gjennomfører et skallskifte og går inn i det fastsittende stadiet, chalimus. Copepoditten som fester seg på fisken er på en skala fra 0,7-0,8 mm i lengde (10). Når lusen har satt seg fast på en vert gjennomfører den et skallskifte. Hastigheten på skallskifte varierer ut i fra temperatur og næringstilbud (6). Den går da over i stadiet chalimus (1 og 2). Chalimus fester seg ved hjelp av et frontal-filament som punkterer epidermis hos verten (10). Chalimus stadiene av lakselusen foretrekker å feste seg på finnene og gjellene hos laksefisken. Omkring 16% av larvene befinner seg på gjellene, mens 60% oppholder seg på finnene, hvor de foretrekker rygg-finnen (11). Etter de to chalimus stadiene går den inn i et pre-adult (1 og 2), mobilt stadiet, hvor den beveger seg rundt på fisken og har mulighet til å svømme i vannmassene (10). Her foretrekker både hann- og hunnlusen å feste seg rundt hodepartiet på laksen (11). Det siste stadiet kalles adult og først da er hunnlusen kjønnsmoden. I det pre-adulte stadiet er kjønnsorganet under-utviklet. Et endelig skallskifte forekommer før den blir til et voksent individ, og både hunn- og hannkjønn blir gjenkjennelig (10). Voksne hannlus har en lengde på 5-6 mm, og hunnlus har en lengde på 8-12 mm (12). De voksne hunnene produserer par med eggsekker som inneholder 150-400 egg/sekk. Hunnen bærer eggene til de klekkes og frigis til vannmassene som nauplier (10). Lusen livnærer seg på slim og blod fra laksefisken og kan danne store sår som i neste omgang forårsaker økt kortisolnivå, anemi, problemer med osmoregulering, og infeksjoner (13). Effekten av akvakultur i forhold til patogen smitte, mot den ville bestanden av laks, har fått stort fokus i ulike lakseproduserende områder rundt om i verden (14). I Norge har diskusjonen rundt smitte av lakselus fra oppdrett til den ville bestanden vært særlig i fokus (15). Den ville bestanden av atlantisk laks har i de senere ti-årene blitt redusert, både i fersk- og saltvann (16). Samtidig, har produksjon i norsk akvakultur økt (17). Dette er problematisk da oppdrettsanleggene er som et reservoar av lus, som utvandrende laksesmolt må passere på sin næringsvandring. I Norge er hver enkelt oppdrettskonsesjon påkrevd å utvikle en generell plan for forebygging og behandling av lakselus. Dette innebærer internkontroll, men også kontroll utført av Mattilsynet (18). Myndighetene har tatt tiltak ved krav til lusegrenser, som innebærer telling og innmelding hver uke. Grense for antall kjønnsmodne hunnlus som er tillatt varierer ut i fra tid og hvor i landet man har konsesjon. Hovedregelen er 0,5 voksne hunnlus pr. fisk i akvakulturanlegget, bortsett fra uke 16-21 hvor det opereres med 0,2 voksne hunnlus. Dette fordi smolt av villaks driver utvandring i denne perioden. Perioden starter 5 uker senere i Nordland, Troms og Finnmark, da villaksen utvandrer senere her (19).

I dag er rensefisk en av få miljøvennlige avlusningsmetoder alternativ til kjemisk og mekanisk avlusning (20). Oppdrettere har helt siden 70-tallet vært avhengig av å kontrollere parasitten med medikamenter. Denne nødvendige behandlingen har over tid gitt resistensutvikling mot kjemikalene, og gjort at det må tas i bruk andre metoder som rensefisk og ikke-medikamentell behandling. Sistnevnte stresser fisken og kan gi belastninger og ytre skader som i verste fall fører til død. Paradokset man står overfor i dag er at mange laks ikke dør på grunn av infeksjon av lakselus, men av avlusing (6).

1.3 Rensefisk

Bruken av rognkjeks (*Cyclopterus lumpus*) og leppefisk (*Labridae*) som rensefisk er en alternativ løsning til medikamentelle avlusningsmetoder, men leppefisken har en tendens til å bli inaktiv om vinteren når temperaturen i vannet understiger 7°C (21). Rognkjeks fortsetter med aktiv lusebeiting på lavere temperaturer enn leppefisken, helt ned til 4°C (22). Rognkjeks beiter på lus med størst andel av pre-adulte, modne hanner og hunner på laksefisken. Resultat fra et forsøk viste ved bruk av ventrikkelskylling tydelige bevis på beiting av lakselus, hvor 28% av all rognkjeks hadde inntatt lakselus (23). Rognkjeks har et svært opportunistisk fødevalg både i merd og i det fri. Dersom rognkjeks har flere næringskilder tilgjengelig vil den ikke begrense seg til kun en av de. Dette kan være vekst på not, frittflytende organismer eller laksefôr (24).

På abdomen til rognkjeks er det en sugeskopp som den kan benytte for å feste seg på steiner og tare (25). Når den er gitt anledning til å benytte seg av sugeskoppen, vil det variere mellom individ om dette er foretrukket, selv om vannstrømmene er sterke (26).

Kommersiell produksjon av rognkjeks i Norge har økt fra 10 millioner individ i 2015, til godt over 31 millioner i 2018 (27). Som følge av veksten og økende behov i laksenæringen tilsvarer dette en økning på mer enn 200%. Produksjonen har basert seg på at man fanger villfisk av rognkjeks som en stryker rogn og melke fra. Konsekvensen av dette er variert kvalitet på avkommet og det er derfor startet avlsarbeid på rognkjeks (28), noe som vil domestisere fisken. I 2018 ble det satt ut over 17 millioner leppefisk, hovedsakelig villfanget bergnebb (*Ctenolabrus rupestris*), grønnngylt (*Symphodus melops*) og berggylt (*Labrus bergylta*). Dette tilsvarer nesten 36% av all rensefisk. Enkelte oppdrettere foretrekker å bruke

både leppefisk og rognkjeks som biologisk avlusningsmetode, fordi effektiviteten til de ulike artene fortsatt er usikker (27).

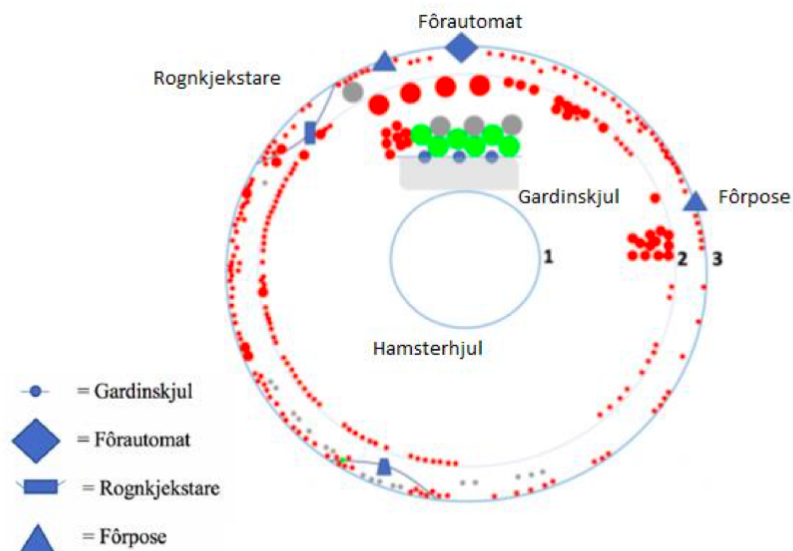
1.4 Samspill i merd

Data tilgjengelig fra forsøk viser at rognkjeks bruker mer tid på å hvile om det ikke er laks i merden. I merder med atlantisk laks tilstede brukte rognkjeks over 60% av tiden til å lete etter mat. Om den ikke lette etter mat, hvilte den i tareskjulet og brukte mindre tid på å beite på notvegg. Rognkjeks ble observert til å konkurrere med laksen inne i de frie vannmassene under redusert føring (24). Data registrert under forsøk viser at atlantisk laks gjorde aggressive utfall mot rensefisken (29). Direkte observasjoner av rognkjeks som renses lakselus av Atlantisk laks var sjelden (0,2% av total tid), men det ble registrert lavere infeksjonsnivå ved rognkjeks tilstede. Dette er en type oppførsel som er et klassisk eksempel av mutualisme. Dette samspillet er også tydelig om dagen når rognkjeks er mest aktiv (24). I kommersielt oppdrett er det flere biotiske og abiotiske faktorer som spiller en rolle i dybden og måten den atlantiske laksen svømmer på. Når føring foregår svømmer laksen opp mot overflaten, og drar ned mot dypere deler av merden når behovet for føde er tilfredsstilt (30). Lysintensiteten i vannet induserer en rytme i laksens svømmedybde, hvor laksen synker i vannsøylen ved daggry og stiger i skumringen (31). Kategorien, tapere i kommersiell lakseoppdrett, er laks som har unormale svømmemønstre, som gjerne svømmer sirkulært eller i en spiral (32). Dersom det er eller har vært smitte av pankreassykdom hos laksen, vil dette kunne føre til tapere grunnet lite næringsopptak (33). Det er uvisst hvordan laksens vandring i vannsøylen påvirker de to artenes interaksjon, da de oppholder seg på ulik dybde. Det er heller ikke foretatt noen systematisk innhenting av data på hvordan vandringsmønsteret til rognkjeks er, men den er registrert til å oppholde seg i de 6-7 øverste meterne (34). Rognkjeks har en globulær kroppsfasong og en dårlig utviklet hale for å utføre hurtig svømming (26). Forholdet mellom svømmeevnen til rognkjeks og atlantisk laks er svært forskjellige (26, 35), da laksen har en strømlinjet form som er skapt for hurtig svømming (36).

1.5 Effektiviteten av rensefisk

Effektiv lakseluskontroll forblir en av de viktigste faktorene for merdbasert lakseoppdrett (21). All rensefisk som brukes i oppdrett er opportunistiske i matveien (24), i motsetning til ekte rensefisk som har et dedikert symbiotisk forhold med en «klient». I oppdrettsmerder er

egenskapene som rensefisk mest sannsynlig tillært og avhengig av kontekst (37). Både villfangede og oppdrettede rensefisk må tilpasse seg miljøet i en oppdrettsmerd etter utsett, og lære seg å spise lakselus av laksen (38). Det meldes om varierende suksess med rognkjeks som lusebekjemper. Selv om rensefisk kan kontrollere lus under ideelle forhold, er ikke fysiologien og morfologien deres tilpasset et liv i en eksponert fiskemerd (39). Lav effektivitet på visse lokaliteter kan være på grunn av en rekke ulike faktorer. For eksempel kan tilgangen på pellets til laksefôr eller vekst på not, fjerne eller redusere rensefiskens behov for å beite lakselus og dermed føre til lavere effektivitet. Stress eller upassende miljøfaktorer kan føre til inaktiv eller høy dødelighet (40). Data fra forsøk viser at det er spekulasjon rundt om hvor effektiv rognkjeks egentlig er (41). Samtidig er det rapportert inn observasjoner om høy dødelighet og sykdommer med betydelige tap knyttet til rømning, håndtering, predasjon eller sykdom (42). Derfor har bruken av rensefisk reist etiske spørsmål, ettersom tiltak for å sikre vertebraters velferd i dyrevelferdsloven brytes (43, 44) når samfunnet økonomisk sett ser på gevinsten av artens bidrag som større enn tapet av dens lidelser og dødelighet. I løpet av vinteren 2019 ble det publisert en artikkel av redaksjonen på kyst.no (51) med støtte fra leder i dyrevelferdsgruppen, forskningssjef Tore S. Kristiansen, som etterlyser dokumentasjon på at rensefisken faktisk er effektiv (45). Rensefisken er blitt dokumentert til å ha effekt i kar under kontrollerte forhold, men sjeldent i kommersiell merd (43). Det er foretatt et forsøk som tar for seg rognkjeks som rensefisk ved varierende innblandingsprosent (4-8%) i storskala merd. Det ble funnet at hos pre-adulte, og adulte rognkjeks, var effektiviteten av lusebeiting høyest ved 8% innblanding av rognkjeks i forhold til laks (45). Det er vanlig med 3,75 – 7,5 % innblanding av rensefisk i merdene (46), men det er også rapportert om opptil 15 – 20 % innblanding etter påfylling av rensefisk (47).



Figur 1. Eksempel på fordeling av rensfisk i merd.

Små prikker er enkeltfisk, mellomstore er 5 fisk og de store er 25 fisk. Grå prikker er leppefisk, røde er rognkjeks og grønn er hvilende fisk (48).

Tidligere studenter ved NTNU Ålesund har gjennom forsøk kartlagt hvor i merden rensfisk oppholder seg (48). Forsøket ble utført vinteren 2018 og var en del av prosjektet RENSVEL, med mål om å forbedre rensfiskens velferd i merdene (34). Store mengder av rognkjeks er registrert utenfor fôrautomat, fôrpose og gardinskjulet, hvor det ellers er relativt jevne konsentrasjoner ved notveggen.

1.6 Problemstilling

Rognkjeksens evne til å fungere som rensfisk avhenger av tilrettelegging for miljø i laksemerd. Kunnskap om hvordan ulike faktorer har innvirkning på lusebeitet kan testes ved bruk av en modell.

Kan en modell beskrive faktorer som er betydelige for rognkjeksens lusebeiting?

1.6.1 Hypotese

1. Rognkjeksens har ulike soner i merden hvor den foretrekker å beite på lakselus.
2. Lakselusens attraktivitet påvirkes av hvor på laksen den fester seg.
3. Kunstig lakselus vil fungere som en erstatning av biologisk lakselus.

1.6.2 Begrensninger

Forsøksanlegg

Å få tilgang til et forsøksanlegg tok lengre tid enn planlagt, da de første forsøkene var forventet å kunne utføres på konsesjonen til NTNU utenfor Frøya. Denne konsesjonen ble senere vurdert til å flyttes ned til Romsdalen, dermed ble planene om å utføre forsøkene på denne lokaliteten utelukket. Vi måtte prioritere å finne en ny lokalitet i nærheten av Ålesund. På grunn av dette ble de planlagte forsøkene i uke 5 utsatt til 3. mars i uke 10.

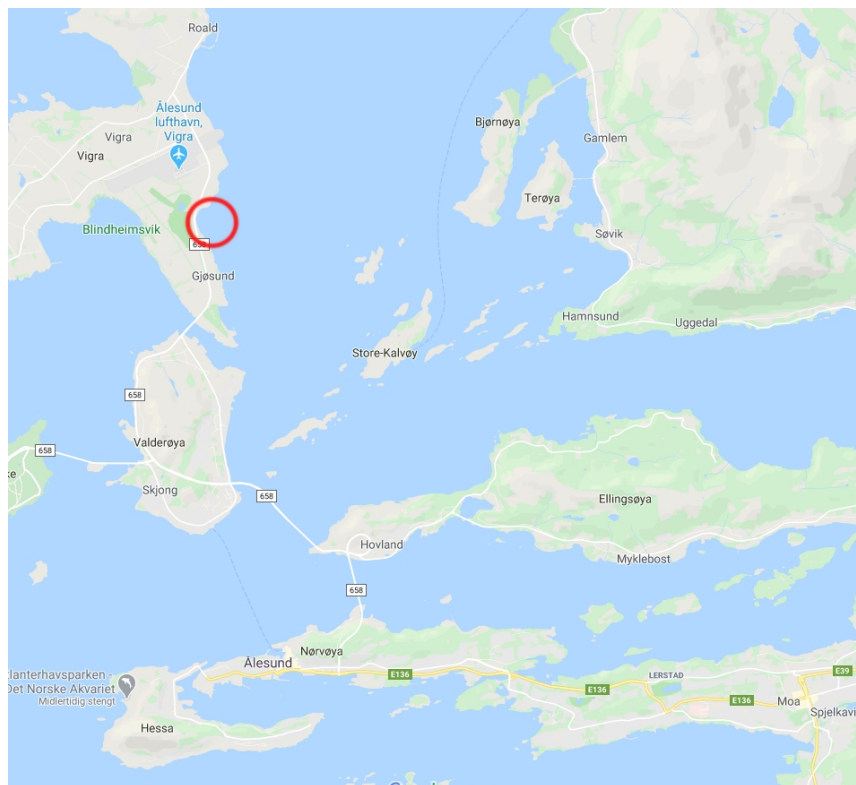
Covid-19

Oppgaven er et øyeblikksbilde fra to merder da vi på grunn av covid-19 fikk begrenset tilgang til forsøkslokaliteter. Det var planlagt å utføre forsøk på flere lokaliteter, men vi fikk kun en forsøksdag før restriksjoner som følge smittetiltak ble iverksatt. Vi ble derfor nødt til å benytte oss av data fra den ene forsøksdagen til å danne et grunnlag for resultatene. Forsøkene var planlagt å utføres fire ganger totalt over de kommende ukene i mars.

2. Material og metode

2.1 Forsøkslokaliteten

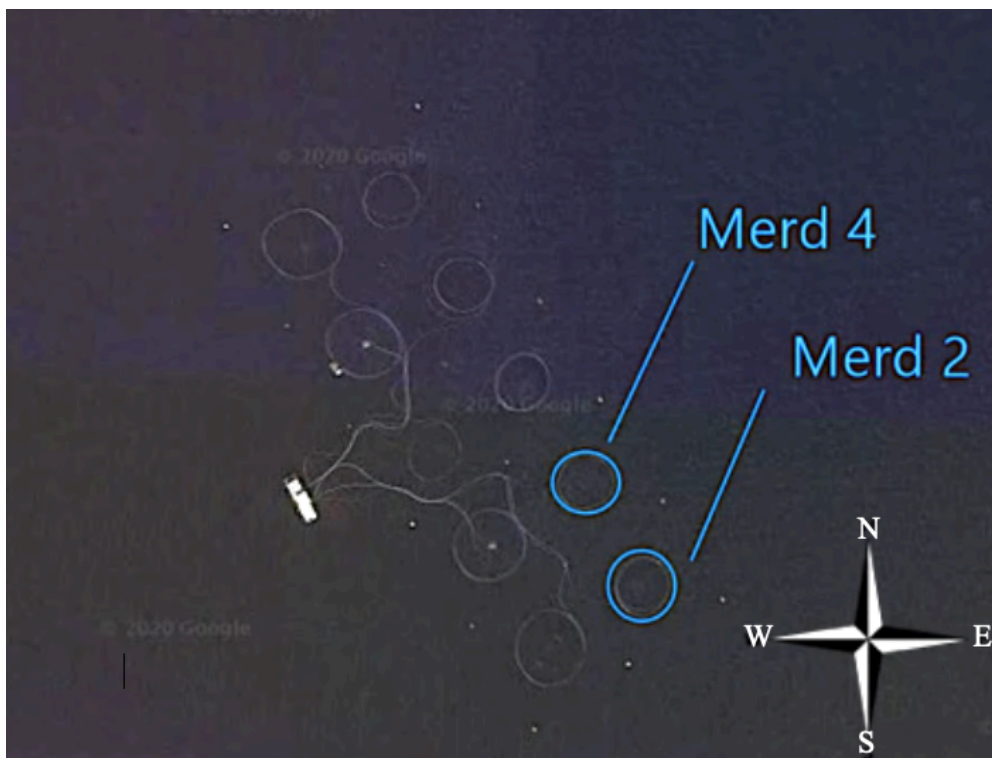
Forsøkene ble gjennomført 03.03.2020 i oppdrettsmerd med laks. Forsøksmerdenes lokalitet var på Røysa, i Giske kommune, Møre og Romsdal ($62^{\circ}32'53.0''N$ $6^{\circ}08'21.9''E$). Dataene ble samlet inn i uke 10 og ble gjennomført etter avtalt samarbeid med Mowi. Data tilsendt fra lokaliteten viser at det var 208 283 rensefisk bestående av rognkjeks og berggylte, hvor rognkjeksen forekom i størst kvantum på ca. 163 912, og utgjorde 78% av total rensefisk. En dag før første forsøk ble det foretatt utsett av ny rognkjeks på ca. 37 634 fordelt på hele konsesjonen, og i løpet av hele perioden januar - mars ble det satt ut 81 921 rognkjeks. Innblandingsprosenten av rensefisk var på ca. 16% under forsøket.



Figur 2. Lokalitet merket med rød ring rundt.

Lokalisert på Røysa, Giske i Ålesund kommune, Møre og Romsdal ($62^{\circ}32'53.0''N$ $6^{\circ}08'21.9''E$).

Merdene 2 og 4 ble brukt som forsøksmerder. De hadde tradisjonell oppbygning med en meter brede gangbaner på utsiden av merdringen for å kunne utføre dagligdagse rutiner. Mål på merdene var 157 meter i omkrets, 50 meter i diameter, 33 meter dyp og hadde et volum på ca. 30 000 m³. Hoppenett og fuglenett, uten bruk av hamsterhjul, var konstruert for å skjerme laksen mot rømning og predasjon. Merdene hadde en fôringsarm for laks som styrte spredning av fôr ved hjelp av trykk. Sør i hver merd var det en fôringsstasjon for rensefisk. Fôringen foregikk kontinuerlig ut i fra rognkjeksens og laksens appetitt. Det var ikke bruk av luseskjørt eller overvåkningskamera for laksen på lokasjonen. Dødfisk ble hentet opp ved hjelp av en oppsamler i bunnen av merden og bruk av pumpe. På lokaliteten var strømretning i vann typisk fra sør-vest, og man så derfor hyppigere påslag av lus ved merd 1 og 3. Under forsøket var strømretningen fra sør. Tareskjulet for rognkjeks var nedsenket 5 meter i vannsøylen og var 10 meter lang vertikalt.



Figur 3. Flyfoto av lokalitet på Røysa med nummerering av forsøksmerder.

Merd 2 ligger ytterst og påvirkes mest av strømretningen i forhold til strøm og påslag av lus.



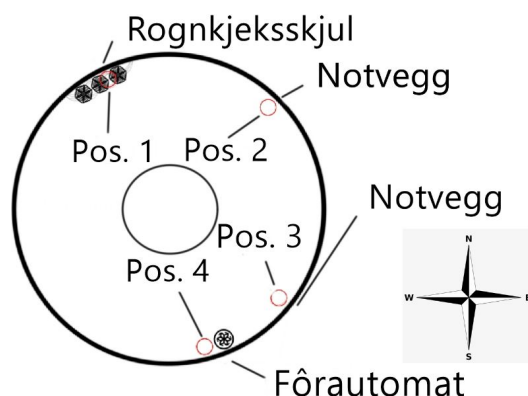
Figur 4. Illustrasjon av merd med bruk av rognkjeksskjul uten hamsterhjul i midten.

Oppbyggingen av forsøksmerdene 2 og 4 var identisk bortsett fra hamsterhjulet på merd 2. Totalt ble det utført 12 forsøk i merd 4 og 10 i merd 2. Forsøkene ble utført ved at fire rigger, med to kamera hver, en laks, og fastmonterte kunstig lakselus ble senket ned til 5 meters dyp. Dybden er basert på at rognkjeksen oppholder seg i de 6-7 øverste meterne (34). Det var mottak av ny rognkjeks i uke 2 på 11 697 i hver merd, og 5371 i hver merd i uke 10. Dette for å oppnå ønsket innblandingsprosent. I uke 2 og 3 ble det gjennomført tiltak mot lus gjennom fôrbehandling, ved bruk av emamectin benzonat på hele anlegget.

2.2 Metodikk

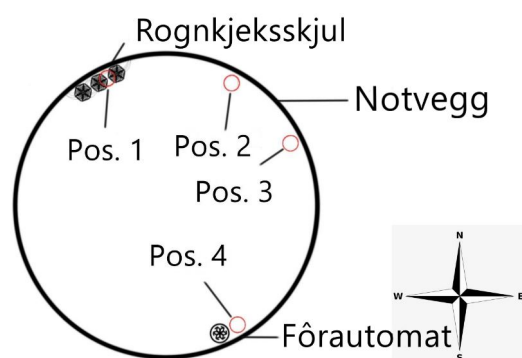
En sammenleggbare rigg ble senket ned i vannsøylen til ønsket dybde. Riggeren var konstruert for å kunne filme og observere en laks som ble festet på den nedre delen av riggen. Kameravinklene som ble benyttet var av fugleperspektiv og nærbilde. Begrunnelsen for dette var for å kunne si noe om omfang av rognkjeks som oppholdt seg rundt modellen i et stort perspektiv, og for å registrere antall bitt, napp eller interesse fra rognkjeksen i detalj ved nærheten av modellen. Før selve forsøket ble det tatt vurderinger basert på en forsøksrapport fra Nofima, om hvor det ville være mest effektivt å sette ut modellene (34). Typisk ville dette være best utenfor fôrautomaten, rognkjeksskjul og notvegg. Ved ankomst på forsøksmerdene ble det observert hvilke områder i merden det oppholdt seg mest rognkjeks, ved hjelp av visuelle observasjoner fra merdkanten. Som forventet var dette utenfor fôringsstasjon og langs notvegg, men det ble også plassert utenfor rognkjeksskjulet til tross for lite rognkjeks.

Merd 2



Figur 5. Merd 2 med hamsterhjul

Merd 4



Figur 6. Merd 4 uten hamsterhjul

I merd 4 ble det satt en modell ved rognkjeksskjulet (posisjon 1), to ved notvegg (posisjon 2 og 3), og en ved fôrautomaten (posisjon 4). Posisjonene er tilnærmet like i merd 2, foruten posisjon 3 som ble omplassert for å få en større avstand fra posisjon 2.

Ute på merdene til Mowi ble det hentet opp åtte døde laks, hvor fire ble benyttet til forsøket. Laksen ble festet på rigg, og kunstig lakselus ble montert. Deretter ble modellen senket ned til ønsket dybde (5 m). Det ble startet en individuell stoppeklokke for hver modell for å tilse at de ble satt ut med de ønskede intervallene på 15 minutter. Det ble brukt kamera (GoPro Hero 5 og 4) for å utføre observasjonene. For å holde orden på de ulike forsøkene ble det oppgitt informasjon til kameraene angående posisjon, merd-nummer, forsøksnummer og

klokkeslett før modellene ble senket ned i vannet. Karabinkrok ble benyttet i den øvre enden av tauet for å sikre at modellene ikke skulle mistes ned i merden.

2.2.1 Utvikling og bruk av kunstig lakselus

Med hensyn til smittevern og risiko har vi valgt å bruke død laks fra lokaliteten og kunstig lakselus. Lakselusen ble laget av en svart gummi-duk med en tykkelse av 1 mm (Figur 8). Ved hjelp av saks og skalpell, ble det klippet ut 65 lakselus med en lengde på ca. 8 mm, og en bredde på ca. 3 mm ved det tykkeste partiet, basert på lakselusens naturlige størrelse i adult stadie (12). Det ble presset to nåler med en vinkel på ca. 70° på midten av nålen, inn i lakselusen, for å dobbeltsikre at den satt fast i laksen under forsøk. Både lakselus og nålene ble malt med brunfarge (fargekode: #A93226) for å få fargen tilsynelatende lik den naturlige lakselusen. Eggstrengene fra den naturlige hunn-lusen ble ikke etterlignet på den kunstige lakselusen. Det var planlagt å bruke biologisk lakselus fra anlegg der forsøkene skulle utføres, hvor de fleste da trolig ville ha mistet eggstrengene under behandling.

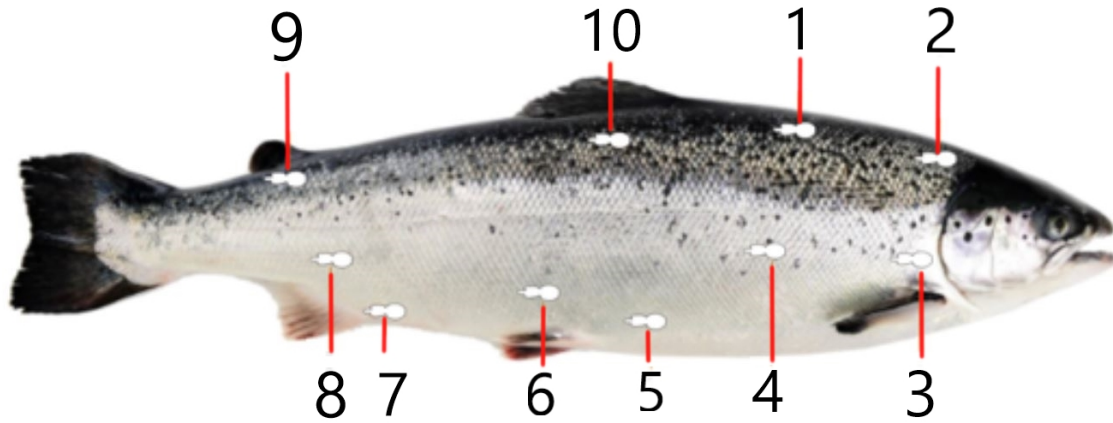


Figur 7. Mål av kunstig lakselus



Figur 8. Kunstig lakselus

Ti kunstige lakselus ble festet inn gjennom epidermis på laksen med to nåler hver: nr. 1 på ryggen mellom hodet og ryggfinnen, nr. 2 på nakken, nr. 3 bak gjellene og over svømmefinnen, nr. 4 under sidelinjen mellom brystfinnen og bukfinnen, nr. 5 på buken foran bukfinnen, nr. 6 over bukfinnen, nr. 7 over gattet, nr. 8 over gattfinnen, nr. 9 under fettfinnen, og nr. 10 under ryggfinnen. Plasseringen ble basert på både naturlige steder for lakselusen å sitte (11), og andre mindre vanlige posisjoner for å kunne dele laksen inn i soner.



Figur 9. Plassering av kunstig lakselus på laks.

Lakselusen brukt i forsøket var brune, men er fremstilt hvit på figuren.

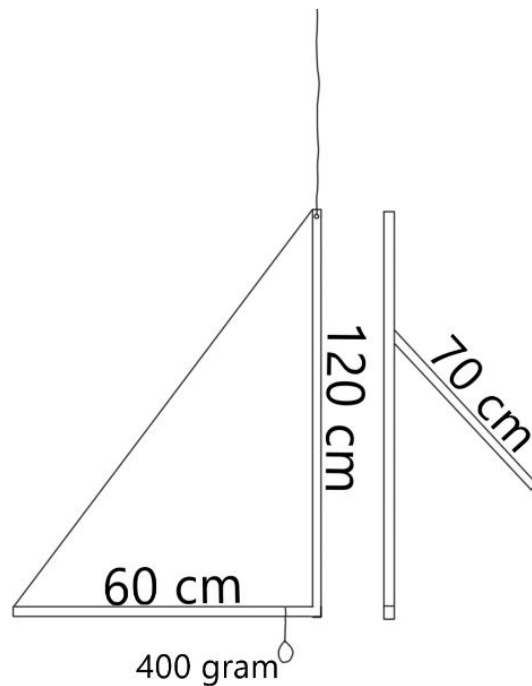
2.2.2 Utvikling av forsøksrigg

Det ble brukt plank med 1,5 cm i bredde og 1 cm i høyde, i ulike lengder for å kunne si noe om lengdene var tilstrekkelig for å oppnå ønsket kameravinkel fra fugleperspektiv og nærbilde. Hensikten bak disse kameravinklene var for å kunne si noe om atferden til rognkjeksene, både nær modellen og på avstand. For å kunne innhente data om rognkjeksene som oppholder seg rundt fisken ble det benyttet et kamera til fugleperspektiv, og et til nærbilde for å bedømme napp og inspeksjon av lus.



Figur 10. Prototype, før utsett i merd.

Komponentene ble teipet sammen for å kunne gjøre justeringer om ønsket resultat ikke ble oppnådd. Etter test i vann ble det erfart at 120 cm på den lengste komponenten med fugleperspektiv var tilnærmet optimalt, 70 cm for kamera til nærbildet, og 60 cm for festet til fisken. Det ble testet forskjellige vinkler på komponenten til nærbilde-kameraet, hvor det ble bestemt at 40° ga best bilde. Under dette forsøket ble det tatt i bruk et lodd på 600g og en lyr på 1000g. Vi baserte målene for riggen til en laks på 500g - 3000g, da vi fikk oppgitt fra forsøkslokaliteten at fisken var i denne vektklassen. Et lodd på 600g var tilstrekkelig for å gi riggen med en fastmontert død fisk tilstrekkelig vekt til å synke. I forsøket ble det tatt i bruk hyssing som erstatning for fiskesene.



Figur 11. Tegning over rigg som ble brukt i forsøket med ulike komponenter og mål.

Der hovedelementet er brukt som eksempel, refereres det til komponent med lengde på 120 cm.

Den endelige riggen ble sammenleggbare og med mulighet for å justere vinkel på de ulike leddene. Som beregnet ut i fra prototypen ble tykkelsen av komponentene 1,5 cm x 1 cm, hvor den lengste komponenten ble 120 cm lang og utgjorde hovedelementet på riggen. Fra denne var det festet en komponent på 70 cm med justerbar vinkel, som utgjorde komponent for feste av kamera. Denne ble justert med en vinkel på 40° ut ifra hovedelementet for best mulig nærbilde av lusen festet til fisken. Den siste komponenten var 60 cm og ble plassert 90° ut fra bunnen av hovedelementet. For å feste laksen ble komponenten på 60 cm tredd gjennom munnen, langs ryggspylen og ut sporden, hvor en spiker festet på samme komponent ble brukt til å penetrere kraniet på fisken, for å hindre rotasjon under forsøket. Det ble brukt fiskesene for å feste halepartiet til fisken opp mot knutepunktet ved øverste kamera for å holde modellen stabil. Et gult lodd på 400g ble brukt for å holde fisken vannrett og for å hindre at den skulle ha oppdrift. Fra selve riggen og opp til merdkant var det festet et 7 meter langt tau for å sikre at ingenting falt ned i merden. Riggeren ble malt i anonym farge (fargekode: #2648A9) for å unngå uønsket oppmerksomhet fra rognkjeksene.



Figur 12. Ferdig montert modell som ble brukt i forsøket.

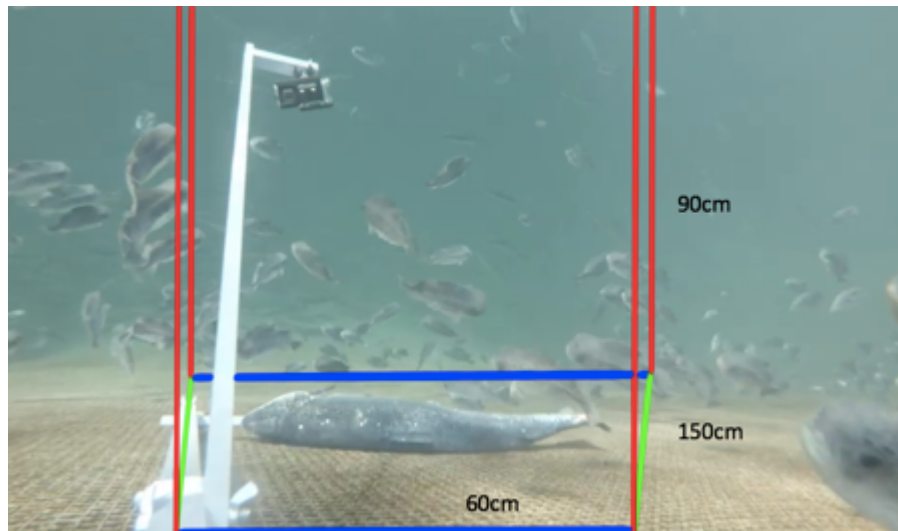
2.3 Analyse av videoopptak

Bearbeiding av videoopptakene ble håndtert ved å telle antall rognkjeks i kategoriene rognkjeks i nærheten av modellen, rognkjeks som viser interesse for modellen, rognkjeks som inspiserer lus, og rognkjeks som napper på lus. Tellingene startet fra da modellen sto i ro i den ønskede dybden, frem til 15 minutter var gått. For å dobbeltsikre data i fra videoopptakene telte begge studentene i denne oppgaven hver for seg, og brukte gjennomsnittet for antall rognkjeks i de ulike kategoriene for hver video som resultat.

2.3.1 Kategorisert atferd

Hensikten er å observere ulike atferd, som kan kategoriseres til data som forteller noe om rognkjeksens beiteatferd. Under innhenting av data ble det delt inn i fire kategorier basert på atferd:

Rognkjeks i nærheten av modell



Figur 13. Telling av antall rognkjeks i nærheten av modell.

På bildet er det 10 rognkjeks i nærheten, innenfor den opptegnede boksen.

For å telle antall rognkjeks som ble betegnet som i nærheten av modellen, ble riggen brukt som et utgangspunkt til et mål. Programmet Autodesk SketchBook ble benyttet for å lage en png (Portable Network Graphics) fil av en boks som kunne brukes for å sette grenser for hvilke rognkjeks som var med i tellingen (Figur 12). Boksen som ble fremstilt utgjorde 60 cm i bredde, 90 cm i lengde, og 150 cm i høyde, som dermed rommet ca. $0,81 \text{ m}^3$.

Rognkjeks som viser interesse i modell



Figur 14. Telling av rognkjeks som viste interesse i modellen

Rognkjeksen viser interesse ved å vende blikk og kropp mot laksen for å observere lus før den eventuelt svømmer videre. Den stopper tydelig opp og avbryter sin opprinnelige svømmeretning. For at en rognkjeks skal gå under denne kategorien, må den møte minst ett av kriteriene, holde blikket på modellen, sikte seg inn på modellen, sikte seg inn på lus, eller nappe på lus.

Rognkjeks som inspiserer lus



Figur 15. Bildet viser en rognkjeks som bruker blikk og kropp for å inspisere lus, uten napp.

For å definere rognkjeks som inspiserte lus ble det tatt utgangspunkt fra de som ble betegnet for å vise interesse i modellen. Når rognkjeksen har funnet en lus, vil den karakteristisk vende hele kroppen diagonalt inn mot siden på laksen for å få et best mulig overblikk over lusen. Rognkjeksen bruker mellom 2 til 10 sekunder på å inspisere før den velger å svømme videre eller prøve seg på et napp.

Rognkjeks som napper på lus



Figur 16. Bildet viser en rognkjeks som først inspiserer lus og går inn for et napp.

Tellingen av rognkjeks som nappet på lus ble tatt i utgangspunkt med de som inspisererte lus. Her ble det fastslått at de som gapet over og dro i lusen skulle være med i tellingen. Når det gjelder antall napp, betegnes ikke en rognkjeks som flere napp, selv om den eksempelvis napper 3 ganger på samme lus. Dersom rognkjeksen gir seg på en lus, går ut av kameraet og kommer tilbake for å nappe på en annen, telles dette som to napp.

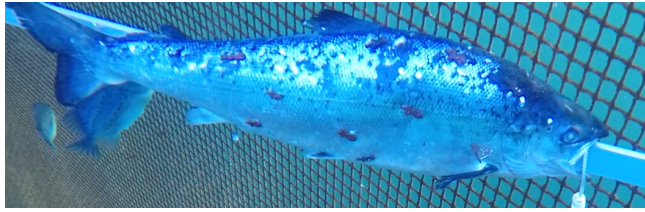
2.3.2 Bruk av modell ved ulike posisjoner

Rigg 1

Fisken til rigg 1 var 48,36 cm lang, hadde normal kroppsbygning og lettere blekninger av farger. Den hadde ingen sår eller skader, og ble antydnet til å ha dødd maksimum en dag før forsøket.

I merd 2 ble rigg 1 benyttet til utsett ved fôringsautomaten, sør-sørvest i merden (posisjon 4). To utsett ble utført, det første klokken 14:18 og det andre 14:48, det var også et tredje utsett, men det måtte forkastes da minnet på kameraet ble tomt. Det var svært lave konsentrasjoner av rognkjeks, som hadde jevne mellomrom med opphold rundt modellen.

I merd 4 ble rigg 4 benyttet til utsett ved fôringsstasjonen, sør-sørvest i merden (posisjon 4). Tre utsett ble utført, det første klokken 12:10, andre 12:33 og det tredje 13:00. Det var høy konsentrasjon av rognkjeks i puljer som svømte ved og forbi modellen.



Figur 17. Rigg 1 nærbilde.



Figur 18. Rigg 1 Fugleperspektiv.

Rigg 2

Fisken til rigg 2 var 42,80 cm lang, hadde normal kroppsbygning og normal farge. Den hadde ingen sår eller skader, og ble antydnet til å ha dødd få minutter før den ble håvet opp.

I merd 2 ble rigg 2 benyttet til utsett ved notvegg, sørøst i merden (posisjon 3). Tre utsett ble utført, det første klokken 14:15, andre 14:34, det tredje 14:51. Det var i snitt relativt lav, men jevn konsentrasjon av rognkjeks.

I merd 4 ble rigg 2 benyttet til utsett ved notveggen, nordøst i merden (posisjon 3). Tre utsett ble utført, det første klokken 12:00, andre 12:40 og det tredje 13:04. Det var i snitt høy konsentrasjon av rognkjeks i nærheten av modellen.



Figur 19. Rigg 2 nærbilde.



Figur 20. Rigg 2 fugleperspektiv.

Rigg 3

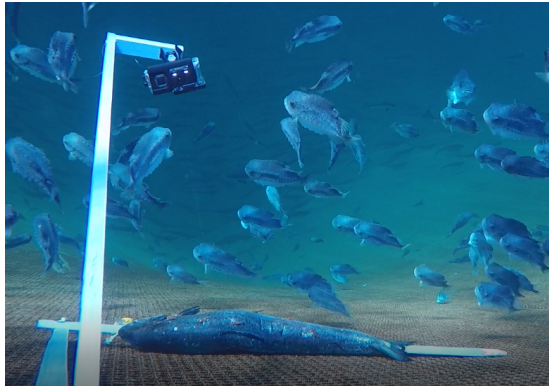
Fisken til rigg 3 var 36,38 cm lang, hadde normal kroppsbygning og lettere blekninger av farger. Den hadde ingen sår eller skader, og ble antydnet til å ha dødd maksimum en dag før forsøket.

I merd 2 ble rigg 3 benyttet til utsett ved notveggen, nordøst i merden (posisjon 2). Tre utsett ble utført, det første klokken 14:30, andre 14:45 og det tredje 15:00. Mengden rognkjeks varierte i stor grad fra minutt til minutt.

I merd 4 ble rigg 2 benyttet til utsett ved notvegg, nord-nordøst i merden (posisjon 2). Tre utsett ble utført, det første klokken 12:04, andre 12:44 og det tredje 13:04. Det var i snitt høy konsentrasjon av rognkjeks i nærheten av modellen.



Figur 21. Rigg 3 nærbilde.



Figur 22. Rigg 3 fugleperspektiv.

Rigg 4

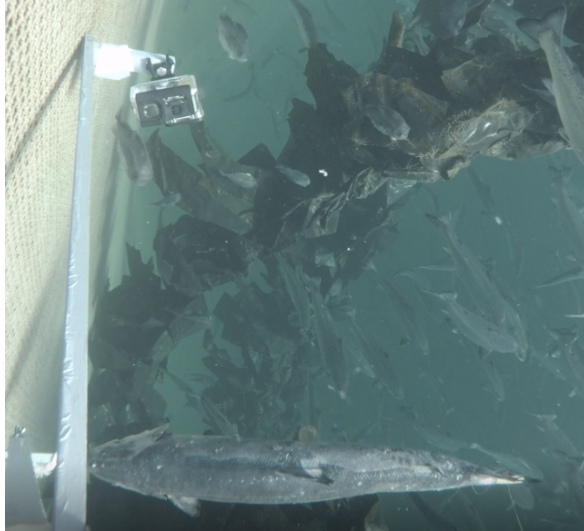
Fisken til rigg 4 var 38,50 cm lang, hadde normal kroppsbygning og lettere blekninger av farger. Den hadde ingen sår eller skader, og ble antydnet til å ha dødd maksimum en dag før forsøket, da det er daglig uttak av dødfisk.

I merd 2 ble rigg 4 benyttet til utsett ved rognkjeksskjulet, nordvest i merden (posisjon 1). To utsett ble utført, det første klokken 14:44, og det andre 14:59, det var også et tredje utsett, men det måtte forkastes da minnet på kameraet ble tomt.

I merd 4 ble rigg 4 benyttet til utsett ved rognkjeksskjulet, nordvest i merden (posisjon 1). Tre utsett ble utført, det første klokken 11:53, det andre 12:48 og det tredje 13:05. Det var her relativt lav konsentrasjon av rognkjeks. Grunnet strømretningen ble modellen vendt 90° inn mot merden, i stedet for langs notveggen.



Figur 23. Rigg 4 nærbilde.

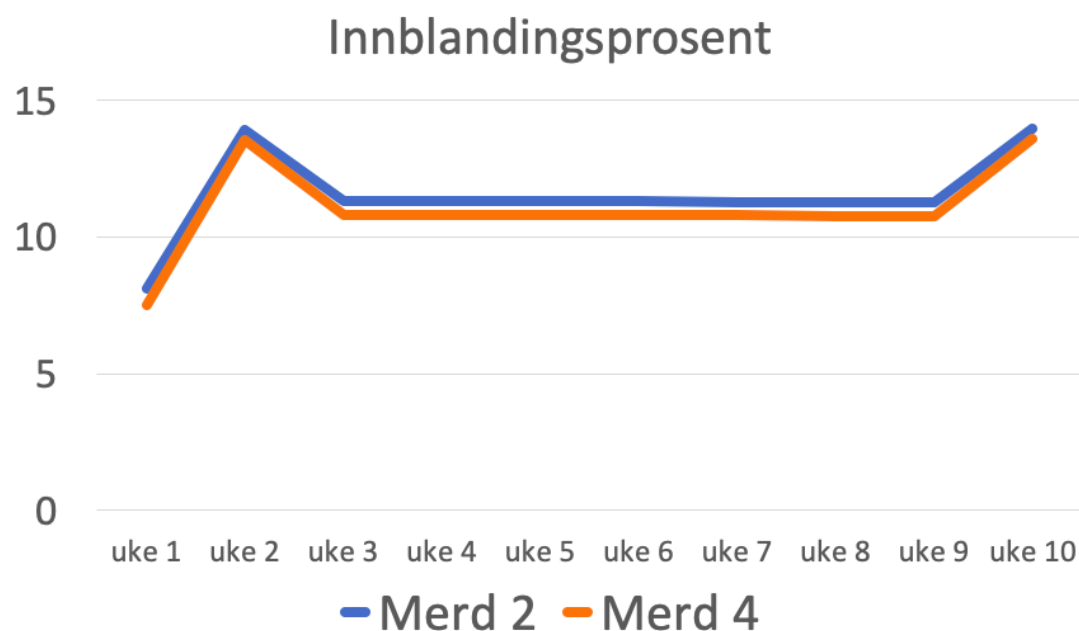


Figur 24. Rigg 4 fugleperspektiv.

De ulike kategoriene av atferd er telt og plottet inn i Excel. Det blir testet forskjeller i alle de kategoriserte atferdene mellom merdene, modellens posisjon i merd og lusens posisjon på laks, ved hjelp av enveis variansanalyse med post hoc test (Bonferroni) i statistikkprogrammet Stata.

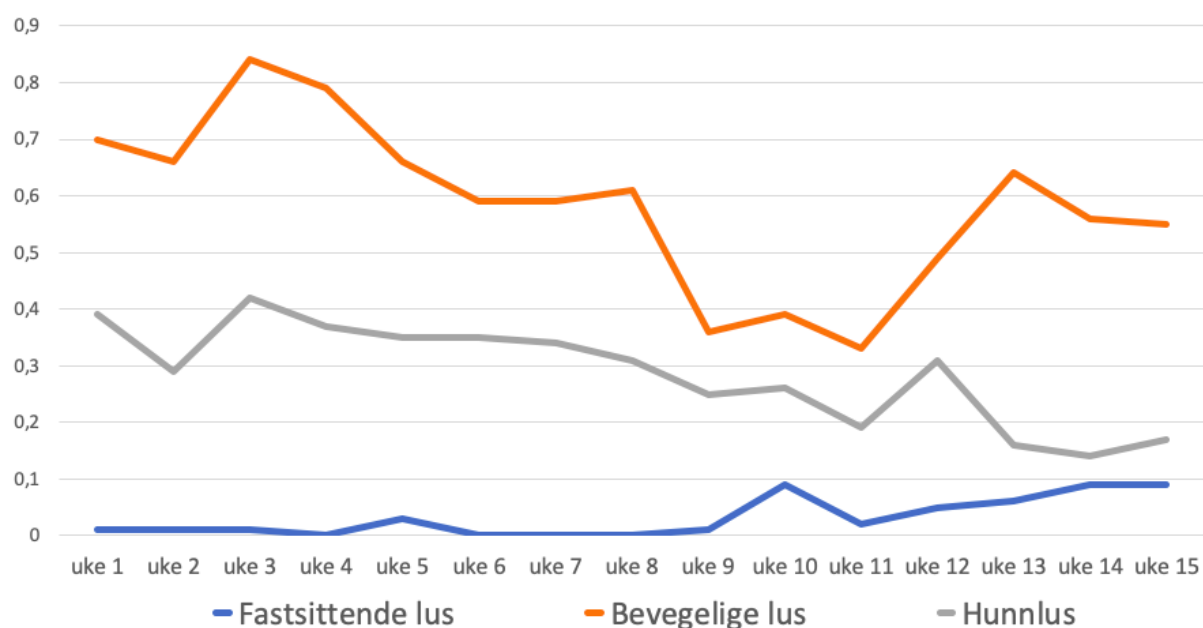
3. Resultat

3.1 Forsøksanlegg



Figur 25. Innblandingsprosent av rognkjeks på lokaliteten.

Innblandingsprosenten av rognkjeks i forhold til laks var ca. 16% 03.03.2020. Det ble satt ut ny rognkjeks 02.03.2020 for begge merdene.



Figur 26. Lusetellinger fra lokaliteten.

Antall hunn lus pr. laks var 0,26, antall bevegelige lus var 0,39 pr. laks, mens fastsittende lus var 0,09. På forsøksdagen var lusetallene på det laveste det hadde vært hittil i 2020 (49).

3.2 Tellinger

3.2.1 Reproduserbarhet

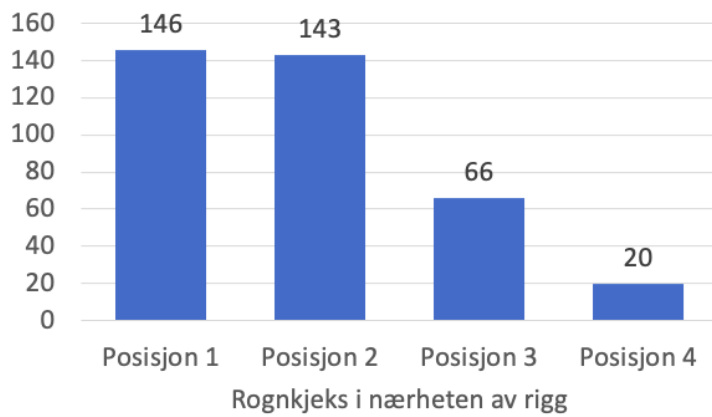
De individuelle tellingene endte opp med varierende resultat for både rognkjeks i nærheten og for rognkjeks som viste interesse i modellen. I de andre kategoriene ble tellingene identiske. For rognkjeks i nærheten endte tellingene opp med 2,04% i forskjell og for rognkjeks som viste interesse med 2,46%.

	Student 1	Student 2	Forskjell (antall)	Forskjell (%)
Rognkjeks i nærheten av modellen	6691	6971	280	2,04
Rognkjeks som viste interesse i modell	1031	1083	52	2,46

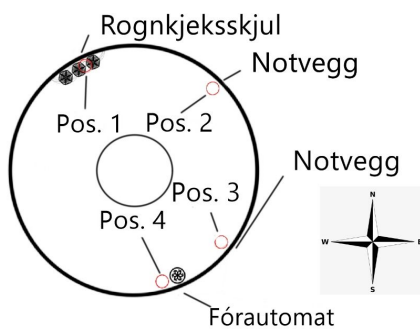
Tabell 1. Kvalitetssikring av tall ved sammenligning mellom to individuelle tellinger.

Gjennomsnittsverdiene for de individuelle tellingene ble regnet ut for hvert forsøk for hver av posisjonene. Ved utregningen ble tall som endte med desimaler rundet av. Merd 4 hadde flere registreringer enn merd 2 i alle kategoriene, unntatt hos posisjon 1, hvor det var flest rognkjeks i nærheten i merd 2 (vedlegg 1, vedlegg 2).

3.2.2 Merd 2

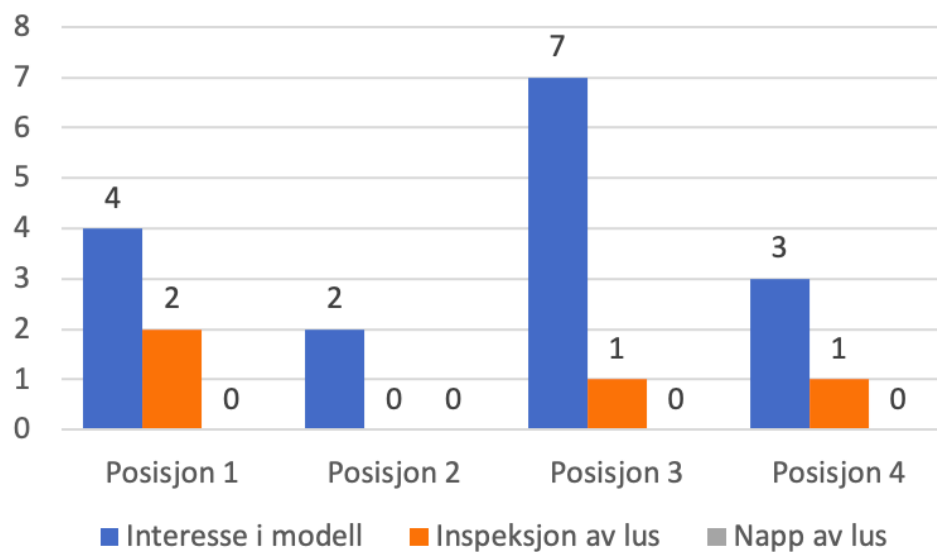


Figur 27. Gjennomsnittlig antall rognkjeks i nærheten av modell ved posisjon 1, 2, 3 og 4, i merd 2.



Figur 5. Merd 2 med hamsterhjul

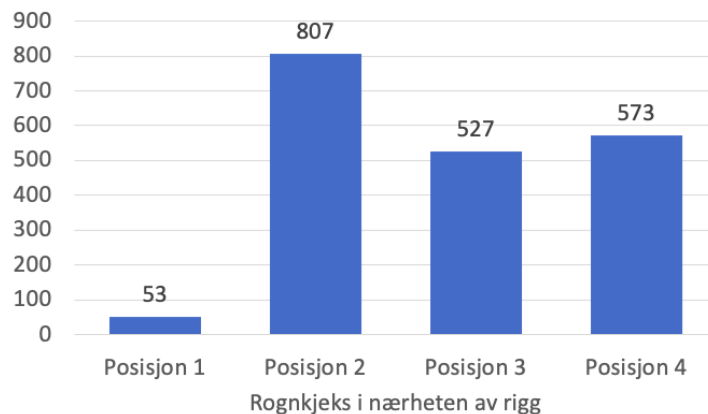
I merd 2 hadde posisjon 1 og 2 flest tellinger av rognkjeks i nærheten av modellen, i forhold til posisjon 3 og 4 som hadde minst (vedlegg 1).



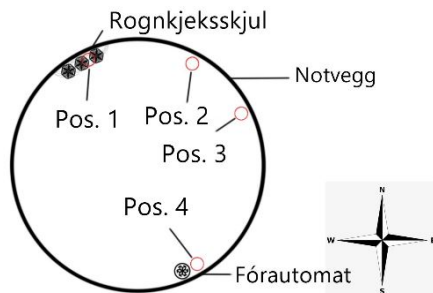
Figur 28. Gjennomsnittlig antall rognkjeks som viser interesse i modellen, inspeksjon av lus, og napp av lus ved posisjon 1, 2, 3 og 4, ved merd 2.

For interesse i modellen hadde posisjon 3 høyest telling, etterfulgt av posisjon 1 og 4, hvor posisjon 2 hadde minst. Posisjon 1 hadde flest tellinger for inspeksjon av lus, etterfulgt av posisjon 3 og 4, hvor posisjon 2 hadde minst. Det ble ikke registrert napp i merd 2 (vedlegg 1).

3.2.3 Merd 4

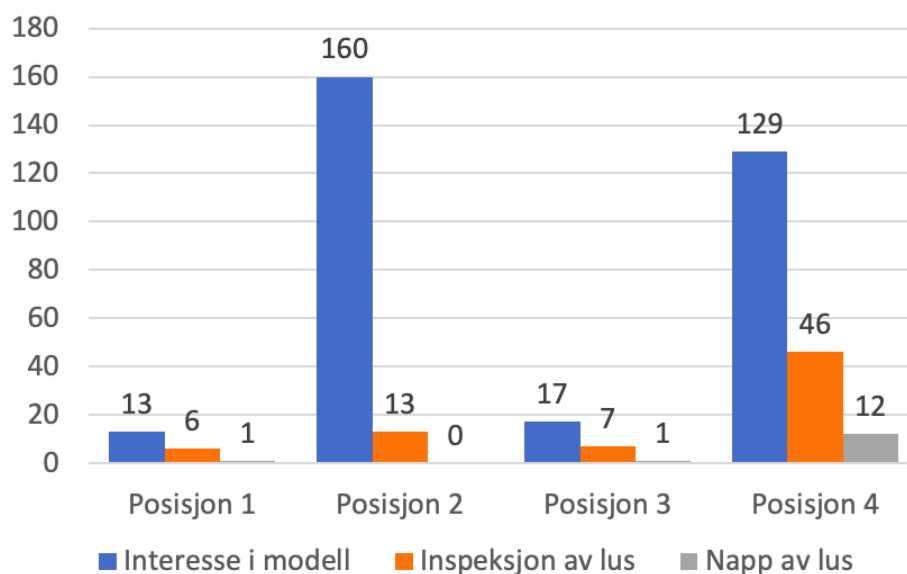


Figur 29. Gjennomsnittlig antall rognkjeks i nærheten av modellen ved posisjon 1, 2, 3 og 4, ved merd 4.



Figur 6. Merd 4 uten hamsterhjul

Posisjon 2 i merd 4 hadde flest tellinger for rognkjeks i nærheten av modellen, etterfulgt av 3 og 4, hvor posisjon 1 hadde minst (vedlegg 2).



Figur 30. Gjennomsnittlig antall rognkjeks som viser interesse i modellen, inspeksjon av lus, og napp av lus ved posisjon 1, 2, 3 og 4, ved merd 4.

For interesse i modell hadde posisjon 2 og 4 høyest tellinger, i forhold til posisjon 1 og 3 som hadde minst. Posisjon 4 hadde flest tellinger for inspeksjon av lus, i forhold til posisjon 1, 2 og 3 som hadde minst. For antall napp av lus hadde posisjon 4 flest tellinger, etterfulgt av posisjon 1 og 3, hvor posisjon 2 hadde minst (vedlegg 2).

3.3 Rognkjeksens atferd

Strømretningen hos Mowi, Røysa 03.03.2020 kom fra sør. Rognkjeksenes svømmeretning hadde en tendens til å være mot strømmen. Mesteparten av rognkjeksene i merden svømte aktivt for å holde posisjonen. Rognkjeks som befant seg i de sørlige delene av merden holdt oftest hodet vendt sørover, inn mot notveggen. De som befant seg i de nordlige delene av merden holdt også hodet sørover, vekk ifra notveggen. Rognkjeks som befant seg ved vest- eller østsiden av merden var vendt sørover, hvor strømmen var overkommelig til å ikke måtte konstant svømme for å opprettholde posisjonen. I merd 4 hadde rognkjeksene lettere for å bevege seg fritt enn i merd 2, da strømmen virket svakere.

Ved rognkjeksskjulet (posisjon 1) i merd 2 og 4, var det små, men kontinuerlige konsentrasjoner av rognkjeks, hvor ingen svømte i klynger. Det var ingen laks i nærheten. Ved posisjon notvegg (posisjon 2 og 3) var det små konsentrasjoner av rognkjeks i klynger, men kontinuerlig forbisvømmende. Det var få laks i nærheten. Hos fôringsstasjonen (posisjon

4) var det høye konsentrasjoner av rognkjeks under føring, hvor rognkjeksene svømte i tette konsentrasjoner.

3.3.1 Rognkjeks i nærheten av modell

	Merd 2	Merd 4
posisjon 1	146	53
posisjon 2	143	807
posisjon 3	66	527
posisjon 4	20	573
Rognkjeks nær modell	375	1960

Tabell 2. Gjennomsnittlig antall rognkjeks nær modell i merd 2 og 4 for hver posisjon.

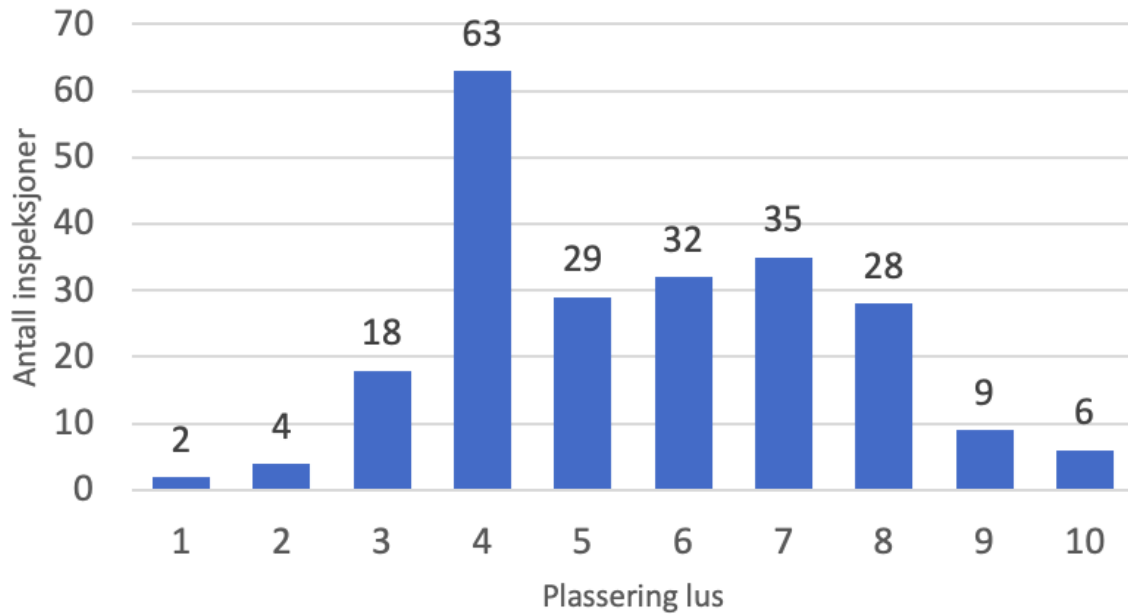
Resultatet viser en signifikant sammenheng av forskjeller i antall fisk nær modell mellom merdene. I alle posisjoner er det er gjort flest registreringer i merd 4, bortsett fra posisjon 1.

3.3.2 Inspeksjon av lus

Posisjon lus	Merd 2	Merd 4
Lus	Inspeksjon	Inspeksjon
1	0	2
2	0	4
3	2	16
4	2	61
5	1	28
6	1	31
7	0	35
8	1	27
9	0	9
10	2	4

Tabell 3. Tabellen viser rognkjeksens inspeksjon av lus ut i fra plassering på fisken, for merd 2 og 4.

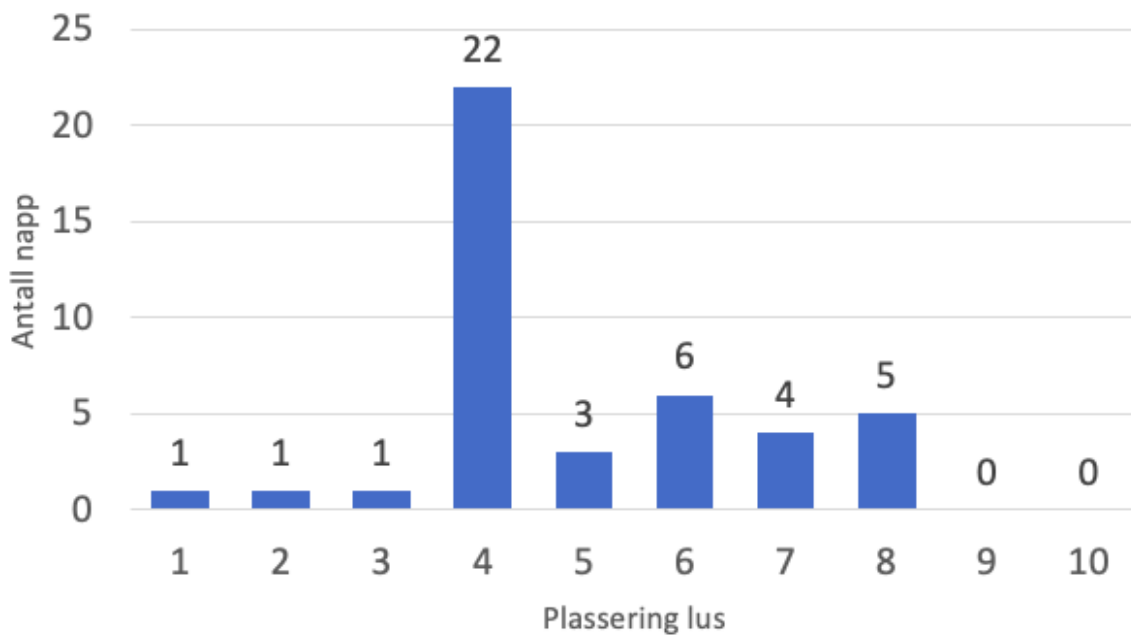
Det var tilsynelatende forskjeller mellom antall rognkjeks som inspiserer lus, men ikke statistisk signifikant på grunn av store standardavvik.



Figur 31. Antall inspeksjoner i forhold til lusens plassering på laksen.

Det var en tendens til at posisjon 4 skilte seg ut. Gjennomsnittlig inspeksjon av lus for merd 2 og 4 var $22.6 \pm 18.85(\text{SD})$ pr. lus, fordelt på 22 utsett.

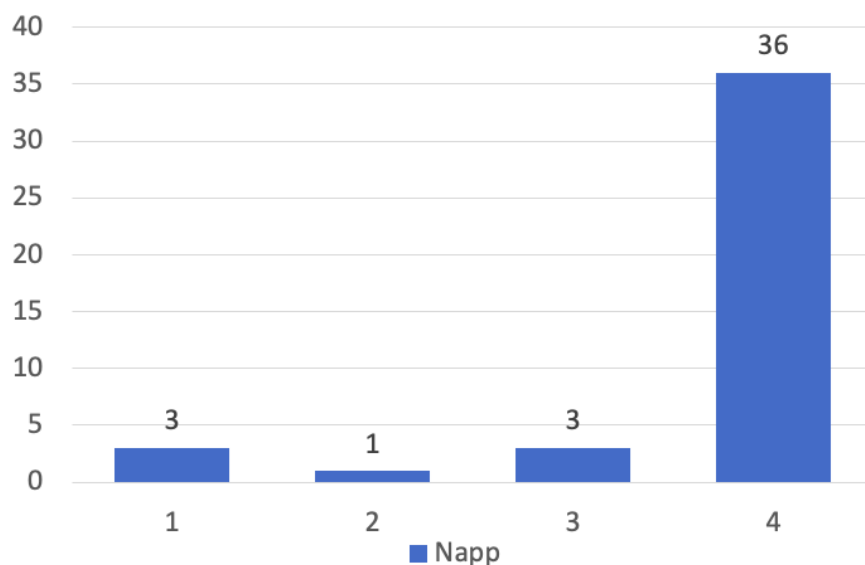
3.3.3 Napp av lus



Figur 32. Grafen viser rognkjeksens napp av lus ut i fra plassering på fisken i merd 4.

Det var ingen uttellinginger i merd 2.

Det var en tendens til å være forskjell mellom nappingen hos lus 4 i forhold til lus 9 og 10, men ikke signifikant. Gjennomsnittlig napp for merd 4 var $4,3 \pm 6.56(\text{SD})$ pr. lus, fordelt på 12 utsett.



Figur 33. Totalt antall napp i forhold til modellenes posisjon i merd 4.

Det er signifikant forskjell i forhold til napp mellom posisjon 2 (notvegg, nord-nordøst) og 4 (fôringsstasjon, sørøst).

3.3.4 Interesse og napp ut ifra farge på laksens skinn

De kunstige lakselusene på laksen inndeles i kategoriene mørk og lys, ut ifra hvilken farge det er på skinnen på laksen der de sitter. Lus 1, 2, 9 og 10 utgjør de på det mørke partiet, og lus 3, 4, 5, 6, 7 og 8 utgjør de på det lyse partiet. Hver av lusene som satt på mørk bakgrunn hadde i snitt en interesse fra rognkjeks på 5,25 antall og 0,5 i antall napp. Lusene som satt på lyst parti hadde i snitt en interesse fra rognkjeks på 35 antall og 6,8 i napp. Resultatene fra interesse i forhold til bakgrunnsfarge viser at det ikke er signifikante forskjeller. Det er signifikante forskjeller i napp i forhold til bakgrunnsfarge, hvor de på lys bakgrunn har gitt flest uttellinginger.

4. Diskusjon

4.1 Material og metode

4.1.1 Kunstig lakselus

Kunstig lakselus vil fungere som en erstatning av biologisk lakselus.

Den tidligere bacheloroppgaven hadde ulike metoder for feste av lus, hvor de benyttet superlim, nål og tråd, eller knappenåler. Vi forbedret denne metoden ved å bruke to nåler med vinkler som en dobbel sikring for feste av lusen, da det rapporteres om at rognkjeksene kunne nappe lusen ut av fisken slik at nålen fulgte med. Tidligere forsøk har benyttet biologisk lakselus på laksen (50), i motsetning til oss som benyttet kunstig lus. Bruken av kunstig lus fungerte bra, da det ble registrert gode uttellingene for napp og interesse i merdene. Fordelene ved å benytte kunstig lakselus er å unngå risiko ved smitte, og for å øke gjennomføringsevnen i forsøket, da vi ikke ble avhengige av å bruke lus fra forsøksmerdene. Kunstig lus blir ikke skadet under napping, og sitter godt på fisken gjennom flere forsøk. Dette var tidsbesparende og ga oss muligheten til å gjennomføre hyppige forsøk på flere merder. Viktige faktorer ved kunstig lus vil være at fargen, størrelsen, bevegelsen og eventuell lukt vil være vanskelig å etterligne til den grad at den virker identisk til en biologisk. Dette etterlignet vi etter beste evne, og resultatet ble bra i forhold til form, lengde og farge (12), men den naturlige bevegelsen til en lakselus ble ikke rekonstruert. For fremtidige forsøk vil det være anbefalt å bruke kun biologisk lus om det er gjennomførbart med tanke på tid. Dette vil trolig gi sikrere kilder. Dersom det brukes både kunstig og biologisk lus, vil det kunne si noe om forholdet mellom bruken av de. Videre kan man eventuelt bruke kun kunstig lus, og regne ut hvordan tellingene ville ha blitt ved bruk av biologisk lus ved hjelp av et forholdstall.

4.1.2 Rigg

Den tidligere bacheloroppgaven brukte en rigg hvor det opplevdes at laksen ikke holdt seg stabil. Den hadde en tendens til å rotere sidelengs og bevege seg opp og ned i vannsøylen, som følger av stor sjø (50). Målet var at fisken skulle ligge i stabil posisjon i vannet uten å rotere, at den ikke skulle flyte opp, og at vi skulle få god oversikt over fisken med GoPro-kameraene. Dette løste vi med å konstruere en solid rigg med et feste for laksen med bruk av spiker som penetrerte kraniet på fisken. Dette hindret den i å rotere sidelengs og førte til at

den holdt seg stabilt på riggen. Vi gjorde det også lettere å penetrere fisken ved å tilordne en spiss på komponenten.

Det hendte at riggen hengte seg opp i notveggen. Dette kunne enkelt forbedres ved å benytte kortere skruer for fester i leddene til riggen. En annen måte å løse dette på, som også gir mulighet for innhenting av data i de frie vannmassene i merden, er å benytte et tausystem som sikrer modellens posisjon i vannmassene. Vi valgte å plassere modellene ut i fra hvor rognkjeksene oppholdt seg teoretisk (48), men det kan anbefales å gjøre utsett i frie vannmasser for å se på lusebeitingen relativ til steder med større ansamlinger av rognkjeks. Modellene i denne oppgaven hadde kun et tau som holdt de oppe og dermed ble de nødt til å ligge langs notveggen for å holde den ønskede posisjonen. Ved å benytte en ny komponent som går 90° vannrett ut fra toppen av hovedelementet, er det mulig å feste to tau, ett på hver side for å holde den stabil. Derav vil man kunne sette modellen i nye posisjoner, som i midten av merden, uavhengig av strømrretning og strømhastighet. Dersom det er mye bølger under forsøk vil modellen ha bevegelse om den festes til merdkanten eller hoppenettet. En forbedring innen dette vil være å bruke en liten fender som balanserer oppdriften. Den vil kunne ligge nedsunket under vannspeilet og balansere oppdriften til modellen, slik at eventuelle bølger ikke rykker hardt under filming.

4.1.3 Videoopptak

Erfaringsmessig var det tidkrevende å stille inn kameravinkler ute på merden. Ved bearbeidingen av data fra videoopptakene måtte noen videoer utelates. En forbedring vil være å tilordne et hakk i hovedelementet av riggen, som støtter kameraet i en fast vinkel dersom det skulle få støt eller slag. Ved analysing av data var bildekvaliteten bra, og GoPro-kamera ga brede bildevinkler. Bruken av to kamera ga mulighet for å kunne dele opp tellingen i flere kategorier, og fungerte som en dobbeltsikring for registreringer. Rognkjeksene var lett gjenkjennelig i de ulike kategoriene ved tellingen.

Tellingene av rognkjeks var krevende ved fôringsstasjonen, da det var store ansamlinger av rognkjeks samtidig. Her måtte videoen settes på 25% hastighet, og i tillegg stoppes under tellingen for å holde orden. Resten av tellingene kunne stort sett telles ved normal hastighet, da registreringer her var sjeldnere. Under forsøkene ble det tatt regelmessige kvalitetssikringer ovenfra for å se hvordan det sto til med kamera og modellene. Som forutsett ble det nødvendig å bytte batteri og minnekort, da det viste seg at to av

kameraene på forsøksmerd 2 gikk tom for strøm og lagringskapasitet. Disse videoopptakene ble besluttet å forkastes, da de hadde en lengde på mindre enn 15 minutter.

4.2 Resultat

Under og før forsøkene tok sted, var det få endringer i miljø med tanke på oksygenivået, temperaturen og lysintensitet. I diskusjonen blir disse abiotiske faktorene sett bort i fra, da vi mener de ikke spiller noen betydelige roller i resultatene. Forsøkene har trolig blitt utført for få ganger til å kunne fastslå noen konklusjoner som sikre. Data er hentet fra kun en lokalitet, noe som kan føre til resultat som ikke gjelder for andre lokaliteter.

4.2.1 Data og reproduserbarhet

Begge studentene gjorde registreringer hver for seg som ga ulike resultater, med 2,04% forskjell i kategorien rognkjeks i nærheten av modell, og 2,46% for rognkjeks som viste interesse i modell. Måten å dobbeltsikre tellingene på tyder til å være hensiktsmessig, da feilmarginen er minimal og utfallet i forskjell tyder på å være forutsigbare. For fremtidige forsøk vil det uansett anbefales å øke antall ganger man teller over eller at flere teller for å utelukke feilmarginer. Vi hadde ikke kapasitet til dette, men ut ifra variasjonen som ligger på ca. 2,25% skal tallene være sikre nok til å trekke konklusjoner. Det vil også være mulig å bruke AI som registrerer de ulike faktorene i forsøket, hvor flere utsett vil være mulig grunnet tidsbesparelse.

4.2.2 Betydelige faktorer

Strømretning og strømhastighet er trolig de to største abiotiske faktorene som spiller en viktig rolle for resultatene. Merd 2 ligger mot strømretningen, og merd 4 ligger i le nordenfor. Strømhastigheten er også en faktor som samspiller med strømretningen, da det trolig vil være høyere hastighet for strømmen som treffer merd 2, enn i merd 4. Grunnet disse to faktorene antar vi at det har en del å si for hvor rognkjeks og laksen oppholder seg i merdene. Vi observerte at rognkjeks måtte bruke energi på å holde posisjonen sin i merden, og at det derfor ikke skapte forhold som tillot næringssøk i en optimal grad (26).

Siden ny rognkjeks ble satt ut i begge merdene kun en dag før forsøkene, må en vurdere om de ny-utsatte vil være effektive lusebeitere erfaringsmessig. Tidligere forsøk viser at renseskilde må tilpasse seg merd-miljøet og lære at lakselusen er en mulig næringskilde (38), da det trolig

er et føde de sjeldent får tak i utenfor merden. For de ny-utsatte rognkjeksene vil vi ikke konkludere med noen endelige beslutninger, da vi ikke har noen merder å sammenligne resultatene med. Det er mulig lusebeitingen ikke var optimal i forhold til en kommersiell oppdrettsmerd med erfarne rognkjeks.

Lusetallene for voksne hunnlus var svært lave under forsøkene i forhold til den maksimale tillatte grensen i Norge (19). Lusetallene sank i ukene før forsøket tok sted (49). Dette tyder på at det kan ha vært et aktivt lusebeite fra rognkjeksene, men konklusjoner blir ikke trukket inn da flere faktorer kan spille en rolle. Infeksjonsgraden av lakselus på laksene brukt i forsøkene vil ikke tilsvare det en erfaren rognkjeks i merden vil være vant til, da vi har brukt 10 lakselus i stedet for 0,26 pr. laks.

Atferden til laksen på riggen vil trolig ligne en taper (32), da den ligger i ro langs notveggen. Det er dermed grunn til å tro at rognkjeksen har lettere tilgang til modellen enn en svømmende frisk laks i merden, og tallene for registreringer vil være høyere enn normalt. Selv om tapere forekommer i kommersiell oppdrett av atlantisk laks og har lakselus på seg, mener vi at det likevel vil være en mulig feilkilde i forhold til naturlige forekomster, da det meste av laks i merdene vil være friske ved normale tilstander. Dette stopper likevel ikke oppgaven fra å teste de ulike faktorene opp mot hverandre, da tellingene vil være like rettfærdig for alle posisjonene.

4.2.3 Rognkjeks i nærheten av modell

Resultatene viser at det er signifikante sammenhenger av forskjeller i antall rognkjeks nær modellene mellom merdene. Trolig vil forskjellen mellom merdene kunne forklares av de abiotiske faktorene strømretning og strømhastighet, men konklusjoner vil ikke bli trukket inn da det ikke er gjort nok forsøk for å kunne fastslå resultatene.

Innad i merdene varierer antall fisk som befinner seg nær modellen for hver av posisjonene. I merd 2 dominerte posisjon 1 og 2 (rognkjeksskjul og notvegg), mens i merd 4 dominerte posisjon 2 (notvegg). Dette kan tyde på at rognkjeksen i merdene har blitt skjøvet nordover med vannstrømmen, og dermed har konsentrasjonen økt. I merd 2 var det få registreringer hos fôringsautomaten, mens i merd 4 var det høye konsentrasjoner av rognkjeks. Dette tyder på at den abiotiske faktoren, strømhastighet, spiller en viktig rolle, da den trolig vil ha mest effekt på merd 2.

4.2.4 Interesse i modell

Den største faktoren for rognkjeks som viser interesse i modell vil etter observasjoner trolig være strømretning og strømhastighet. Dette bestemte i en stor grad hvilken retning rognkjeksene måtte svømme mot for å holde den ønskede posisjonen i merden. I de åpne delene av merden vil ikke rognkjeksene ha noen steder å hvile seg ved hjelp av sugeskiven på abdomen (25), og dermed vil den trolig bli utslitt ved uheldige vannstrømmer.

4.2.5 Inspeksjon av lus

Forskjeller i inspeksjon av lus mellom merdene kan skyldes flere faktorer, men det er grunn til å tro at strømningshastigheten hadde innvirkning her når vi ser sammenhenger mellom uttelling på merd 2 og 4. Når det kommer til plassering av lus var det en tendens til at posisjon 4 skilte seg ut fra de andre. Posisjon 4 er under sidelinjen mellom brystfinnen og bukfinnen, i nærheten av hodet. Lus fester seg som regel rundt hodepartiet på laksen (11), og det er mulig at rognkjeksene har lært seg dette gjennom tidligere lusebeiting.

4.2.6 Napp av lus

Rognkjeksene har ulike soner i merden hvor den foretrekker å beite på lakselus.

Resultatene fra nappingen på kunstig lus tyder på at det er et aktivt lusebeite fra rognkjeksene i merden. Av rognkjeksene som ble kategorisert til å være i nærheten av modellen i merd 4, var det totalt 0,0073% av de som gikk inn for et napp. Selv om både tallene fra vår oppgave og tidligere forsøk er lave (50), vises det at det fortsatt har en virkning å benytte rognkjeks som lusebekjemper i kommersiell oppdrett av atlantisk laks.

Under fôring for rognkjeks i merd 4 ble det registrert store mengder napp av lus ved fôringsstasjonen (posisjon 4). Dette samspiller med rognkjeksens opportunistiske matvei (24), ettersom den ikke kun fokuserte på fôr fra automaten. Rognkjeksene som ble betegnet som i nærheten av modellen ved fôringsautomaten i merd 4 hadde en napp-prosent på 0,021. Forskjellen mellom den totale napp-prosenten av rognkjeks i nærheten av modellen varierer i stor grad fra fôringsstasjonen (posisjon 4) og de andre posisjonene (1, 2 og 3). Resultatene viser at det er signifikante forskjeller mellom posisjon 2 og 4. Konklusjoner om at rognkjeksene foretrekker å spise mer lus ved fôringsstasjonen vil likevel ikke fastslås, da vi

mener strømretning og strømningshastigheten i vannet var for stor til at rognkjeksene kunne omgås modellene og laks i nærheten på en kontrollert måte.

4.2.7 Interesse og napp ut ifra lakselusens plassering på laks

Lakselusens attraktivitet påvirkes av hvor på laksen den fester seg.

Resultatene viser tendenser i forskjeller i interesse og napp på lakselusene, ut ifra hvor de er plassert på laksen. De høye standardavvikene viser at det er store svingninger i verdiene mellom resultatene for lus, dermed vil ikke resultatene være statistisk signifikante. Ut ifra fargekontraster, er det signifikante forskjeller i napp, hvor de på laksens lyse parti har flest registreringer. Begrunnelsen for dette er trolig fordi lakselusen på de mørke partiene av laksen går i ett med fargen, og blir dermed vanskelig for rognkjeksene å oppdage. Det er mer kontrast mellom lakselusen på lys bakgrunn og den vil derfor lettere oppdages. Dette tyder til at rognkjeksene er en visuell jeger.

5. Konklusjon

Av de tre hypotesene i oppgaven, var det to som ble positive. Rognkjeksens har ulike soner i merden hvor den foretrekker å beite på lakselus, da resultatene viser at det er signifikante forskjeller i napp for enkelte posisjoner i merden. Lakselusens attraktivitet påvirkes av hvor på laksen den fester seg, da resultatene viser både tendenser og signifikante forskjeller mellom lusene. Hypotesen om at kunstig lakselus vil fungere som en erstatning av biologisk lakselus vil ikke bli betegnet som positiv, da vi ikke har grunnlag til å danne forholdstall mellom biologisk og kunstig lus. Ut ifra resultatene konkluderes det med at en modell kan brukes for å undersøke rognkjeksens beiteatferd i kommersiell oppdrett av atlantisk laks.

Funnene som er gjort i denne oppgaven rundt biotiske og abiotiske faktorer tyder på at de kan ha innvirkning for rognkjeksens lusebeiting, men vi ønsker ikke å trekke direkte konklusjoner, da det er gjennomført for få forsøk. Strømhastighet og strømretning er de to tydeligste faktorene som har innvirkning på om rognkjeksens beiter på lus. Dette påvirker retningen de må svømme i, og i hvilken grad de kan bevege seg fritt. Rognkjeksens er påvist å være mest aktiv i lusebeitet ved fôringsstasjonen. Testing av lys og mørk bakgrunn for hvor lakselusen er festet, forteller at det er en signifikant forskjell i rognkjeksens lusebeiting, hvor lys bakgrunn har flest registreringer. Gjennom en analyse har vi funnet at det er plassering under sidelinjen, mellom buk- og brystfinnen som er den mest attraktive for rognkjeksens å beite på.

Vi håper at denne oppgaven kan bidra til å øke kompetanse og videre forskning for rognkjeksens beiteatferd i kommersiell oppdrett av atlantisk laks.

6. Litteraturliste

1. **Statistisk Sentralbyrå** Statistikk: Akvakultur 2019 [Internett] Oslo: [Sist oppdatert 28.05.20; hentet 03.06.20] Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/fiskeoppdrett>
2. **Moe E, M Skage, Håvardstun K, Åsland J-E, Helsingreen A B, Noore Ø et al.** The Norwegian aquaculture analysis 2018. [Internett] EY [hentet 2020-29-01] 55s. Tilgjengelig fra: [https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY_-_The_Norwegian_Aquaculture_Analysis_2018/\\$File/EY_Aquaculture_analysis_2018.PDF](https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY_-_The_Norwegian_Aquaculture_Analysis_2018/$File/EY_Aquaculture_analysis_2018.PDF)
3. **Statistikkavdelingen, Fiskeridirektoratet** Statistikk for akvakultur 2017 - foreløpige tall. 2018. [Internett] [Hentet 2020.02.05] 49s. Tilgjengelig fra: <https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Tall-og-analyse/Statistiske-publikasjoner/Statistikk-for-akvakultur>
4. **Richardsen R, Myhre S M, Tyholt I L, Johansens U, SINTEF Community, SINTEF Ocean AS** Nasjonal betydning av sjømatnæringen 2019. [Internett] SINTEF 2019.06.03. [Hentet 2020.05.13] 47s. Tilgjengelig fra: https://www.sintef.no/globalassets/sintef-ocean/pdf/nasjonal-verdiskapning_2018tall_endelig_200619.pdf
5. **Statistisk Sentralbyrå** Akvakultur - foreløpige tall 2019. [Internett] [hentet 2020.05.13] Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/fiskeoppdrett>
6. **Hjeltnes B, Bang Jensen B, Bornø G, Haukaas A, Walde C S**, Fiskehelse rapporten 2018 [Internett] Veterinærinstituttet 14.02.2019 rapport 6a [Hentet 2020.01.30] 131s. Tilgjengelig fra: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEWjppqK2es7roAhUUw8QBHSOgAP4QFjAAegQIARAB&url=https%3A%2F%2Fwww.vetinst.no%2Frapporter-og-publikasjoner%2Frapporter%2F2019%2Ffiskehelse rapporten-2018%2F_%2Fattachment%2Fdownload%2Fd6d42af7-b2a0-4d2e-9a16-1ef602361052%3Ab2c262ada3943d5236e11b0a42a2e24e4a27754a%2FVet-fiskehelse-2018-enkeltsider.pdf&usg=AOvVaw23BXDbf_4QuiHIA05h5QnI
7. **Iversen A, Hermansen Ø, Andreassen O, Brandvik RK, Marthinussen A, Nystøyl R, Hess E J, Rolland H K, Garshol D L**, (Nofima 2019). Kostnadsutvikling og forståelse av drivkrefter i norsk lakseoppdrett. Rapport 35, 28s.

8. **Jones AC, Mead A, Kaiser MJ, Austen MC, Adrian AW, Auchterlonie NA et al.** (2015) Prioritization of knowledge needs for sustainable aquaculture: a national and global perspective. *Fish and Fisheries* 16: 668 – 683
9. **Overton K, Dempster T, Oppedal F, Kristiansen TS, Gismervik K, Stien LH** (2019) Salmon lice treatments and salmon mortality in Norwegian aquaculture: a review. *Rev Aquacult* 11:1398 – 1417
10. **Havforskningsinstituttet** Generell biologi [Internett] Bergen: Havforskningsinstituttet; 17.12.2018 [Oppdatert: 17.02.2020; Hentet 01.02.2020] Tilgjengelig fra: <https://www.hi.no/hi/temasider/arter/lakselus/generell-biologi>
11. **Bjørn P A og Finstad B.** (1998 NRC Canada) The development of salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*) on artificially infected post smolts of sea trout (*Salmo trutta*) *Can. J. Zool.* 76: 970 - 977
12. **Pharmaq** Telling av lakselus [Internett] Hentet fra: https://www.pharmaq.no/sfiles/90/6/file/sea_lice_counting_form_no.pdf
13. **Havforskningsinstituttet** Effekter av lakselus på vill laksefisk [Internett] Bergen: Havforskningsinstituttet; 17.12.2018 [Oppdatert: 31.10.2019; Hentet 04.02.2020] Tilgjengelig fra: <https://www.hi.no/hi/temasider/arter/lakselus/effekter-av-lakselus-pa-vill-laksefisk>
14. **L.-H.Johansen, I.Jensen, H.Mikkelsen, P.-A.Bjørn, P.A.Jansen, Ø.Bergh** (2011.02.14) Disease interaction and pathogens exchange between wild and farmed fish populations with special reference to Norway. *Aquaculture.* 315: 167 - 186.
15. **Glover K A, Solberg M F, McGinnity P, Hindar K, Verspoor E, Coulson M W, Hansen M M, Araki H, Skaala Ø, Svåsand T** (10.03.2017) Half a century of genetic interaction between farmed and wild Atlantic salmon: Status of knowledge and unanswered questions. *Fish Fish.* 2017; 18: 890 - 927
16. **Chaput G** (2012) Overview of the status of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in the North Atlantic and trends in marine mortality. *ICES Journal of Marine Science.* 69: 1538 - 1548.
17. **Fiskeridirektoratet** Atlantic salmon and rainbow trout - Live stock per 31.12 1994-2018 [Internett] Fiskeridirektoratet 24.10.2019 [Hentet 2020.03.24] Tilgjengelig fra: <https://www.fiskeridir.no/English/Aquaculture/Statistics/Atlantic-salmon-and-rainbow-trout>

18. **Overton K, Dempster T, Oppedal F, Kristiansen T S, Gismervik K, Stien L H.** (30.10.2018) Salmon lice treatments and salmon mortality in Norwegian aquaculture: a review. *Reviews in Aquaculture*, volume 11: 1398 - 1417, issue 4.
19. **Lovdata** Forskrift om endring i forskrift om bekjempelse av lakselus i akvakulturanlegg Internett [Internett] Lovdata 2017.03.08 [Hentet 2020.02.04] Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/LTI/forskrift/2017-03-06-275?clickOrigin=dSF/forskrift/2012-12-05-1140%7C%7Cp8%7C%7Cfn0>: Lov av 5. desember 2012 nr. 1140 om bekjempelse av lakselus i akvakulturanlegg i Norge: Nærings- og fiskeridepartementet 2012.
20. **Skiftesvik A B, Bjelland M R, Durif C, Johansen S I, Browman H** (2014) Delousing of Atlantic salmon (*Salmo salar*) by cultured vs. wild ballan wrasse (*Labrus bergylta*) *Aquaculture* 402-403: 113-118.
21. **Fiskeri og havbruksnæringens forskningsfinansiering** Bransjeveileder lakselus [Internett] 2017.02.17 [Hentet 2020.01.30] 9s. Tilgjengelig fra: <http://lusedata.no/wp-content/uploads/2012/05/Veileder-for-bruk-og-hold-av-leppefisk-oppdaterert-vår-2017.pdf>
22. **Nytrø A V, Vikingstad E, Foss A, Hangstad T A, Reynolds P, Eliassen G, Elvegård T A, Falk-Petersen I-B, Imsland A K** (20.10.2014) The effect of temperature and fish size on growth of juvenile lumpfish (*Cyclopterus lumpus L.*). Elsevier. *Aquaculture* 434: 296 - 302
23. **Powell A, Treasurer JW, Pooley CL, Keay AJ, Lloyd R, Imsland AK, Garcia de Leaniz C** Use of lumpfish for sea-lice control in salmon farming: challenges and opportunities. 2018 *Rev aquacult* 10:683 - 702
24. **Imsland AK, Reynolds P, Eliassen G, Hangstad TA, Foss A** Notes on the behaviour of lumpfish in sea pens with and without Atlantic salmon present. 2014c *32*:117 - 122
25. **Brown J A** (1986) The development of feeding behaviour in the lumpfish, *Cyclopterus lumpus*. *Journal of Fish Biology*, Volume 29: 171 - 178.
26. **Hvas M, Folkedal O, Imsland A, Oppedal F.** (2018) Metabolic rates, swimming capabilities, thermal niche and stress response of the lumpfish, *Cyclopterus lumpus*. *Biol Open*, 9
27. **Fiskeridirektoratet** Utsett av rensefisk 1998-2018 [Internett] Fiskeridirektoratet 24.10.2019 [Hentet 2020.01.30] Tilgjengelig fra: <https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Tall-og-analyse/Akvakulturstatistikk-tidsserier/Rensefisk>

28. **Jonassen T, Nytrø A, Hangstad T A, Nes M A, Jónsdóttir B Ó, Imsland A, Lein I, Hamre K, Danielsen M, Falk-petersen B I, Reynolds P, Eliassen G.** Stamfiskhold og eggproduksjon av rognkjeks [Internett] FHF 01.09.2016 [Hentet 2020.05.30]
 Akvaplan-niva AS Rapport 6838 - 1. 109s. Tilgjengelig fra:
<https://www.google.com/url?q=https://www.fhf.no/prosjekter/prosjektbasen/900977/?fileurl%3Dhttps://fhfno.sharepoint.com/sites/pdb/Publisertedokumenter/241284Sluttrapport%2520Stamfisk%2520Rognkjeks%2520900977.pdf.PDF%26filename%3D%2520Sluttrapport%2520Stamfiskhold%2520og%2520eggproduksjon%2520av%2520rognkjeks&sa=D&ust=1591078619638000&usg=AFQjCNGh1dJLPd7dvt8mlupDAzNyq-vgeQ>
29. **Hauge P H, Hanssen S, Antonsen P R** (2019) Laksens predatoratferd i merd. [Avhandling] Bacheloroppgave NTNU. 36s.
30. **Angab K P, Petrellb R.J.** (1998) Pellet wastage, and subsurface and surface feeding behaviours associated with different feeding systems in sea cage farming of salmonids. *Aquacultural engineering* 18: 95 - 115
31. **Juell J-E, Jan Erik Fosseidengen J E.** (2004) Use of artificial light to control swimming depth and fish density of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in production cages. *Aquaculture*. 233: 269 - 282.
32. **McLoughlin M F, Graham D A.** (2007) Alphavirus infections in salmonids – a review. *Journal of Fish Diseases*, 30: 511 - 531
33. **Munro A L S, Ellis A E, A H McVicar A H, McLa H A, Needham E A.** (1983) An exocrine pancreas disease of farmed atlantic salmon in Scotland. DAFS Marine Laboratory. 37 1/74 571-586
34. **Espmark Å M, Noble C, Kolarevic J, Berge G M, Aas Hansen G M, Tuene S, Iversen H M, Wergeland H, Johansen L-H, Burgerhout E, Gjerde B og Lein I.** Velferd hos rensefisk – operative velferdsindikatorer Nofima. (April 2019), (OVI) - RENSVEL [Hentet 2020.04.04] Rapport 12. 149s. Tilgjengelig fra:
<https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/2598131/Rapport%2b12-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
35. **Remen M, Solstorm F, Bui S, Klebert P, Vågseth T, Solstorm D, Hvas M, Oppdedal F.** (2016) Critical swimming speed in groups of Atlantic salmon *Salmo salar*. *Inter-Research (IR)* 8: 559 - 664

36. **McCormick D S, Hansen P L, Quinn P T, Saunders L R** (1998) Movement, migration, and smolting of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 55: 77 - 92
37. **Vaughan DB, Grutter AS, Costello MJ, Huston KS** (2017) cleaner fishes and shrimp diversity and a re-evaluation of cleaning symbioses. Fish 18: 698 - 716.
38. **Imsland AK, Reynolds P, Eliassen G, Hangstad TA and others** (2015) Feeding preferences of lumpfish (*Cyclopterus lumpus L.*) maintained in open net-pens with Atlantic salmon (*Salmo salar L.*) Aquaculture 436: 47 – 51.
39. **Yuen JW, Dempster T, Oppedal F, Hvas M** (2019) Physiological performance of ballan wrasse (*Labrus bergylta*) at different temperatures and its implication for cleaner fish usage in salmon aquaculture. Biol Control 135: 117 – 123.
40. **Imsland AK, Reynolds P, Eliassen G, Hangstad.** (2015) TA and others Feeding preferences of lumpfish (*Cyclopterus lumpus L.*) maintained in open net-pens with Atlantic salmon (*Salmo salar L.*) Aquaculture 436: 47 - 51
41. **Nilsen A, Viljugrein H, Røsæg M V, Colquhoun D** Rensefiskhelse - kartlegging av dødelighet og dødelighetsårsaker. [Internett] Oslo, Veterinærinstituttet. Rapport 12, 30.06.2014. Tilgjengelig fra:
http://multiconsult.eurest.no/nor/content/download/13728/166242/file/Rapportserie%2012-%202014%20Rensefiskhelse_kartlegging.pdf
42. **Skiftesvik AB, Blom G, Agnalt AL, Durif CMF and others** (2014) Wrasse (*Labridae*) as cleaner fish in salmonid aquaculture - the Hardangerfjord as a case study. Mar Biol Res 10: 289 - 300.
43. **Mattilsynet.** Nasjonal tilsynskampanje 2018/2019 Velferd hos rensefisk [Internett] Mattilsynet 2019 [Hentet 2020.05.15] 27s. Tilgjengelig fra:
https://www.mattilsynet.no/fisk_og_akvakultur/akvakultur/rensefisk/mattilsynet_slutt_rapport_renseskampanje_2018_2019.37769/binary/Mattilsynet%20sluttrapport%20rensefiskkampanje%202018%202019
44. **Treasurer J, Feledi T** (06.04.2014) The Physical Condition and Welfare of Five Species of Wild-caught Wrasse Stocked under Aquaculture Conditions and when Stocked in Atlantic Salmon, *Salmo salar*, Production Cages. J World Aquacult Soc, 45: 213 - 219
45. **Imsland AKD, Hanssen A, Nytrø AV, Reynolds P, Jonassen M T, Hangstad A T, Elvegård A T, Urskog C T, Mikalsen B** (2018) It works! Lumpfish can significantly

lower sea lice infestation in large-scale salmon farming. Biol open vol. 7(9).

Bio036301

46. **Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond.** (2017) Resultater fra avsluttende FHF- prosjekter: Havbruk 3. kvartal 2017. [Internett] Fhf.no 30.09.2017. [Hentet 2020.03.20] 34s. Tilgjengelig fra: <https://www.fhf.no/resultater/prosjektresultater/>
47. **Waatevik, Erlend.** Produksjon av rensefisk i Norge. [Internett] FHF.no 24.01 2018. [Hentet 2020.03.20] Tilgjengelig fra: https://www.fhf.no/media/1659/02-renseskisk_konferansen_2018.pdf
48. **Bekjorden M D, Dombu E, Årvik T J.** (2018) Atferd og fordeling av rognkjeks i laksemerd. [Avhandling] Bacheloroppgave NTNU 48s.
49. **Barentswatch [Internett]** Tromsø 2020. [Hentet 30. juni 2017] Tilgjengelig fra: <https://www.barentswatch.no/fiskehelse/locality/12298/2020/14/overview>
50. **Løken H, Nielsen K O, Widding S F.** (2019) Utsett av fiskemodell for observasjon av lusebeiting i stor merd. [Avhandling] Bacheloroppgave NTNU. 38s.
51. **Kyst.no** Etterlyser dokumentasjon på at rensefisken faktisk er effektiv. [Internett] Bergen: 2020.02.12 [hentet 2020-04-30] Tilgjengelig fra: <https://www.kyst.no/article/etterlyser-dokumentasjon-paa-at-renseskisk-er-effektivt>

