

Bacheloroppgave

NTNU
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for naturvitenskap
Institutt for biologiske fag/Alesund

Karianne Beckstrøm
Ingrid Stokseth Hurlen

Undersøkelse av død rognkjeks i merd

Bacheloroppgave i Biomarin Innovasjon
Veileder: Grete Hansen Aas
Medveileder: Håvard Kaland
Mai 2022

Karianne Beckstrøm
Ingrid Stokseth Hurlen

Undersøkelse av død rognkjeks i merd

Bacheloroppgave i Biomarin Innovasjon
Veileder: Grete Hansen Aas
Medveileder: Håvard Kaland
Mai 2022

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



NTNU

Kunnskap for en bedre verden

SAMMENDRAG

Rognkjeks er en av fiskeartene brukt som rensefisk til lakselusbekjempelse i oppdrettsanlegg. På grunn av høy dødelighet er det interessant å finne ut mer om rognkjeksens velferd i merd, og om rognkjeksens tilstand kan dokumenteres uten å måtte avlive flere rognkjeks enn nødvendig.

Gjennom undersøkelser av 251 døde rognkjeks fra et kommersielt oppdrettsanlegg ble det registrert mageinnhold, størrelse, leverfarge og levervekt, og øvrige ytre- og indre velferdsparametre for å dokumentere individenes tilstand. Driftsdata som ukentlig lusetelling, daglig dødfiskregistrering og temperaturmålinger ble samlet inn. Atferden til den levende rognkjeks ble dokumentert gjennom bruk av ROV i merd. Et kontrolluttak på 10 alivede rognkjeks ble undersøkt for de samme parametrene som de døde for å kunne sammenligne dem, og ytre velferdsindikatorer ble registrert i et OVI-skjema.

Resultatene viste at undersøkelser for ytre velferdsindikatorer utviklet til bruk på bedøvet rognkjeks kan utføres på nylig avdød rognkjeks, med unntak av øyne og avmagring. Indre velferdsindikatorer kan undersøkes med unntak av væskeansamling da rognkjeks kan trekke til seg vann etter dødsfall. Vektmåling av død rognkjeks kan benyttes for å følge opp den levende rognkjeksens vekt siden de døde rognkjeksene hadde fulgt samme vekstkurve som de overlevende. Funn av mageinnhold hos død rognkjeks bekrefter at de spiser inntil de dør. Et variert mageinnhold hos de avlivede individene bekrefter at rognkjeks er opportunist.

SUMMARY

The lumpfish is one of the species used as a cleaner fish as part of the parasite control against sea lice in salmon farming. Due to high mortality rates it is interesting to discover more about the lumpfish's welfare and whether its welfare can be documented without terminating more lives than necessary.

Through examinations of 251 dead lumpfish from a commercial fish farm, stomach contents, size, liver colour and liver weight, and outer- and inner welfare indicators were registered to document their physical state. Management data such as weekly lice count, daily mortality registrations and temperature measurements were collected. The behaviour of the living lumpfish was documented by the use of a ROV in the fish pens. A control sample of 10 euthanized lumpfish were examined for the same parameters as the dead in order to compare them, and outer welfare indicators were registered in a OWI-form.

The results showed that examinations for outer welfare indicators developed for use on sedated lumpfish can be performed on newly dead lumpfish, except for examinations of eyes and emaciation. Inner welfare indicators can be examined except for ascites due to the fact that the lumpfish can absorb water after death. Weighing of dead lumpfish can be used to document the growth of the living lumpfish, because the dead lumpfish follow the same growth curve as the living. Findings of stomach content in dead lumpfish confirms that they eat until death. The diverse stomach contents of the euthanized lumpfish confirms that the lumpfish is an opportunist.

FORORD

Bakgrunnen for valg av tema kom av vår interesse for rognkjeks og en nysgjerrighet på rognkjeksens velferd og atferd i merd. På grunn av høy dødelighet i oppdrettsanlegg håper vi at oppgaven vår kan bidra med at rognkjeksens velferd i merd kan til dels dokumenteres gjennom undersøkelser på dødfisk for å unngå unødvendige avlivninger.

Vi ønsker å gi en stor takk til veileder Grete Hansen Aas for fantastisk veiledning gjennom semesteret, og veileder Håvard Kaland for veiledning og verdifull hjelp med utvikling av figurer. Vi vil også takke Stig Tuene for gode råd til oppgaven.

Vi takker også driftsleder ved et anlegg i Lerøy Midt for bruk av anlegget og lån av utstyr til gjennomføring av oppgaven.

INNHALDSFORTEGNELSE

SAMMENDRAG.....	1
SUMMARY.....	2
FORORD.....	3
1 INNLEDNING.....	7
2 MATERIALE OG METODER.....	14
2.1 Lokalitet og drift.....	14
2.2 Forsøksmerdene.....	15
2.3 Innhenting av driftsdata.....	17
2.4 Prosedyre for innsamling av rognkjeks.....	17
2.5 Undersøkelse av død rognkjeks.....	18
2.6 Undersøkelse avlivet rognkjeks.....	21
2.7 Dokumentasjon av atferd i merd.....	22
3 RESULTATER.....	23
3.1 Driftsdata.....	23
3.1.1 Registrert dødelighet.....	23
3.1.2 Lusenivå.....	24
3.2 Undersøkelser av død rognkjeks.....	24
3.2.1 Ytre og indre velferdsindikatorer dødfisk.....	24
3.2.2 Kondisjonsfaktor.....	27
3.2.3 Gjennomsnittsvekt.....	28
3.2.4 Leverfarge og HSI.....	29
3.2.5 Mageinnhold dødfisk.....	30
3.3 Undersøkelser av avlivede rognkjeks.....	32
3.3.1 Ytre og indre velferdsindikatorer.....	32
3.3.2 Mageinnhold avlivede rognkjeks.....	34
3.4 Forskjeller mellom død- og avlivet rognkjeks.....	36
3.5 Atferd hos rognkjeks i merd.....	38
4 DISKUSJON.....	41
4.1 Registrert dødelighet.....	41
4.2 Lusenivå.....	41
4.3 Utvalg av metode og kriterier.....	42
4.3.1 Uttak av dødfisk.....	42

4.3.2 Utvalg av kriterier for død rognkjeks.....	42
4.3.3 Utvalg av kriterier for avlivet rognkjeks.....	43
4.4 Undersøkelser av død rognkjeks.....	43
4.4.1 Kondisjonsfaktor.....	44
4.4.2 Leverfarge og HSI.....	44
4.4.3 Mageinnhold og fôringsvaner.....	45
4.5 Forskjeller mellom død og avlivet rognkjeks.....	46
4.6 Atferd hos rognkjeks i merd.....	47
4.7 Vurdering om metoden kan benyttes på død rognkjeks.....	47
4.8 Konklusjon.....	48
REFERANSER.....	49
VEDLEGG.....	54

TABELL-OG FIGURLISTE

Figur 1. Resultater fra spørreundersøkelse hos fiskehelsepersonell i Mattilsynet.....	12
Figur 2. Oversikt over oppdrettsanlegget.....	16
Figur 3. Fargeskala for lever.....	19
Figur 4. ROV brukt i forsøket.....	22
Figur 5. Registrert dødelighet.....	23
Figur 6. Gjennomsnittlig lus per laks.....	24
Figur 7. Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor gjennom ukene.....	28
Figur 8. Gjennomsnittsvekt.....	29
Figur 9. Gjennomsnittlig HSI.....	30
Tabell 1. Oversikt over beholdning i merder ved oppstart av forsøket.....	15
Tabell 2. Oversikt over ukenummer og fatoer for undersøkelse på lab og anlegg.....	18
Tabell 3. Bildeeksempler på leverfarger.....	19
Tabell 4. Bildeeksempler på mageinnhold.....	20
Tabell 5. Eksempel på mageinnhold.....	20
Tabell 6. Eksempler på funn ved utvendig og innvendig undersøkelse.....	25
Tabell 7. Antall funn av hver leverfarge.....	29
Tabell 8. Funn ved undersøkelse av mage- og tarminnhold.....	31
Tabell 9. Oversikt over OVI-scoring for avlivede rognkjeks.....	33
Tabell 10. Oversikt over observasjoner ved indre og ytre undersøkelser av avlivede rognkjeks.....	33
Tabell 11. Oversikt over mage- og tarminnhold ved innvendig undersøkelse av avlivede rognkjeks.....	35
Tabell 12. Antall individer med spesifikk leverfarge.....	37
Tabell 13. Oversiktsbilder av død og avlivet rognkjeks.....	37
Tabell 14. Oversikt over bilder tatt med ROV i merd.....	39
Vedlegg 1. Lusetall gjennom forsøksperioden.....	55

1 INNLEDNING

Lakseoppdrett

Norge er verdens største produsent av oppdrettslaks, og i 2020 ble det eksportert 1,1 millioner tonn oppdrettslaks til en verdi på 70,2 milliarder norske kroner (“Risikorapport Norsk Fiskeoppdrett 2021 - Risikovurdering,” 2021).

En av de største utfordringene i dagens oppdrettsnæring er lakselus (Sommerset et al., 2022). Hoppekrepsen lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*) er en marin ektoparasitt som lever deler av livet sitt fastsittende på fisk i laksefamilien. Lakselusa lever av å spise slim, hud, og blod fra verten. Ved alvorlige angrep kan skadene fra lakselusa gå inn til vertens knokler, og være dødelig. Lakselusangrep kan bryte ut sekundærinfeksjoner hos verten, og gi problemer med osmoregulering (Sommerset et al., 2022).

Lakselusa har 8 livsstadier. De tre første er planktoniske stadier der lusa flyter fritt i vannmassene, mens de 5 siste livsstadier er fastsittende stadier på en vert. En voksen hunnlus kan produsere opp til 11 par eggstrenger, som hver har flere hundre egg. Lakselus er avhengig av en vert for å kunne reprodusere, og formerer seg raskere i steder med høyere tetthet av laksefisk som i oppdrettsmerder. Sjøtemperaturen er en viktig faktor for utviklingen av lakselus, og ved høyere sjøtemperaturer vil lakselusa formere seg raskere og forekomst av lakselus i oppdrettsanlegg øker (Sandvik, Dalvin, Skern-Mauritzen, & Skogen, 2021).

Det er satt grenser for hvor mye lakselus som er tillatt i et oppdrettsanlegg. Antall kjønnsmodne hunnlus skal ikke overstige 0,5 til vanlig, og 0,2 i 6 uker om våren. Den strengere grensen på våren er satt for å redusere smittepress for den utvandrende ville laxesmolten som er mer sårbar for luseangrep. Det er pålagt ukentlig telling og registrering av lakselus i alle merder, og data er tilgjengelig i barentswatch. Avlusning av laksen er tiltak som blir gjennomført om disse grensene blir overgått (Forskrift om bekjempelse av lakselus i akvakulturanlegg, 2012, § 8).

Lakselus er uønsket på grunn av lakselusens negative påvirkning av laksefisken, arbeidet og kostnadene knyttet til forebyggende tiltak, samt konsekvensene av avlusningsmetodene da lusebehandlinger er en stor belastning for oppdrettsfisken. I følge matforskningsinstituttet

Nofima, brukte oppdretterne over 5,2 milliarder kroner på å holde lusenivået under kontroll i 2018 (“Er Det Mulig å Bruke Rensefisk På En Etisk Og Velferdsmessig Forsvarlig Måte I Norske Oppdrettsanlegg?,” 2020).

Avlusningsmetoder

Avlusningmetodene kan deles inn i medikamentelle og ikke-medikamentelle metoder.

Medikamentelle behandlinger er mindre vanlig i nyere tid og kan føre til uønsket forurensning av miljøet rundt oppdrettsanlegget og resistent lus (Stien et al., 2019).

Blant de ikke-medikamentelle finnes det både mekaniske og biologiske avlusningsmetoder.

Mekaniske avlusningsoperasjoner krever betydelig håndtering av laksefisken som fører til høyere dødelighet og redusert dyrevelferd. Bruk av rensefisk er en biologisk

avlusningsmetode som ikke utsetter laksen for håndtering (Berg, 2017). Rognkjeks

(*Cyclopterus lumpus*) er en av fiskeartene som blir brukt som rensefisk.

Rensefisk som biologisk metode

I motsetning til berggyllt (*Labrus Bergylta*) som trives i høyere sjøtemperaturer, trives rognkjeks i lave temperaturer, og er derfor spesielt godt egnet til bruk i oppdrettsanlegg lengre nord. Rognkjeks er lett å oppdrette, og har en rask produksjonssyklus.

Rognkjeksens effektivitet er omdiskutert. I følge en studie gjort av Akvaplan-Niva i samarbeid med Lerøy Aurora i 2018, viste det seg at rognkjeks var en effektiv lusespiser som kunne bidra betydelig med å holde lusenivået nede (Imstrand et al., 2018). I et annet forsøk viste det til at kontinuerlig føring av rognkjeks kunne redusere effektiviteten av lusespising, men at effektiviteten kunne øke om rognkjeks ble sultet i en periode (Jensen, 2018). I et forsøk gjort av Akvaplan Niva, viste det seg at kun 10 % av rognkjeks som veide rundt 60 gram beitet på lus, mens utover i forsøksperioden etter hvert som størrelsen på fisken økte, spiste 40% av rognkjeksens lus.

Rognkjeks er utbredt i det østlige Atlanterhavet, Nordsjøen, Østersjøen og Barentshavet, og er attraktiv for rognen som hovedprodukt. Fisken har en klumpete, kort form, og blir rundere med alderen, etterhvert som ryggkammen blir høyere. En rognkjeks kan bli opp til 63 cm og 5,5 kg. (“Rognkjeks/Rognkall,” 2019). Fisken har ikke skjell, men en ru hud med hudtapper,

og har lite slim sammenlignet med atlantisk laks (Patel, Bhide, Bhide, Iversen, & Brinchmann, 2019). Rognkjeks er ingen sterk svømmer og mangler svømmeblære, men gjør opp for dette med sugekoppen mellom brystfinnene ved å kunne feste seg til makroalger og stein for å hvile. En velutviklet sugekopp er viktig siden mangel på hvile kan føre til overanstrengelse og utmattelse, som kan gi dårlig vekst og dårligere overlevelse (Gutierrez Rabadan, Spreadbury, Consuegra, & Garcia de Leaniz, 2020). I oppdrettsmerd kan rognkjeks hvile i skjul som er laget av plast og etterligner makroalger, eller feste seg til slanger og andre overflater. Det er også nær disse skjulene at lakselusbeiting foregår (Kristoffersen, 2019).

Det ble i 2021 satt ut 40,6 millioner rensefisk i norske merder, derav 21,8 millioner rognkjeks (Sommerset et al., 2022). Rognkjeks vokser fort, og det kan være en utfordring at den vokser seg for stor før produksjonssyklusen er ferdig (Lilleholt Kraugerud, 2022). Rognkjeks som veier under 350 gram spiser mest lakselus, og er derfor mest effektiv (Imstrand et al., 2014). I en studie gjort av Fiskeri- og havbruksnæringen forskningsfinansiering ble det undersøkt beiteeffektivitet på lakselus på tre størrelsesklasser av rognkjeks, der gjennomsnittsvekten var på ca 20, 70 og 100 gram. Funnet viste at rognkjeks på ca 20 gram hadde størst opptak av naturlige fôrorganismer, som inkluderte lakselus, sammenlignet med rognkjeks på 70 og 100 gram. De to største størrelsesgruppene foretrakk fôrpellets fremfor lakselus, og det ble observert at de i større grad konkurrerte med laksen om fôrpellets ("Program Rensefisk: Bruk Av Rognkjeks I Merd," 2017). Andre mulige årsaker for lavere lusebeiting hos større rognkjeks kan ha sammenheng med kjønnsmodning, fôringsvaner eller habituering ("Program Rensefisk: Bruk Av Rognkjeks I Merd," 2017).

Rognkjeks i merd er opportunistiske, og begrenser seg ikke til én type føde om det er tilgang til andre kilder i deres omgivelser (Imstrand et al., 2015). Vanlig føde i merda i tillegg til fôr og lakselus, er krepsdyr som f.eks. krill, hoppekreps, spøkselskreps og tanglus, nesledyr som f.eks. ribbemanet, og begroingsorganismer som alger og blåskjell (Austad, Boissonnot, Stensby-Skjærvik, & Sakariassen, 2021).

Fôringsvaner og innblandingsprosent

Rognkjeks trenger næringsrikt fôr, og ved sjøtemperaturer ned mot 3 grader har de god appetitt og er en effektiv lusespiser. Fôringen bør skje i skjulomorådet, der de trenger god tilgang på føde. 2-3 % er daglig anbefalt utfôring ved utsett i forhold til biomasse de første 60 dagene etter utsett, med 2 til 3 måltid per dag. Ved sommertid er den samme utfôringsprosessen anbefalt, men redusert til 2-3 dager i uken. På vinterstid med temperatur under 6 °C er det anbefalt en utfôring på 1,5% 1-2 dager i uken, helst mens det er lyst ute (“Lusespisere Trenger Mer Enn Lus,” 2022).

I en studie gjort av fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering, ble det vist at 10% og 15% innblanding av rognkjeks i merd ga den samme avlusningseffekten for bevegelige og kjønnsmodne hunnlus (“Program Rensefisk: Bruk Av Rognkjeks I Merd,” 2017). Ut i fra forsøket kom de første anbefalingene om innblandingsprosent. I et oppfølgingsforsøk ble det dokumentert at en innblandingsprosent på 3,75 og 7,5% førte til en reduksjon i lusepåslag med ca. 50% mindre lus sammenlignet med kontrollgruppen. Det nye forsøket førte til anbefalinger om en reduksjon av innblandingsprosent (“Program Rensefisk: Bruk Av Rognkjeks I Merd,” 2017).

Operative velferdsindikatorer

Rensefisk kan vurderes etter operative velferdsindikatorer. Det er utviklet et scoringsskjema for vurdering av rensefiskens tilstand, som kan gjennomføres på bedøvet fisk. Ytre tilstandsscore blir vurdert ut i fra halefinne, andre finner, hud, øyebldning, øyeskade, katarakt, snute- og munnskade og underkjevedeformitet. Parametrene scores fra 0-3, med unntak av katarakt som scores fra 0-4 (Espmark et al., 2019). Vurderingen av de ytre lytene kan brukes til å vurdere velferd på rognkjeks i merd. De indre parameterne består av vurdering av unormal væskeansamling, fargeforandringer og blødninger på indre organer, og oppsvulming av organer (Espmark et al., 2019). Utprøving av vurdering av operative velferdsindikatorer på nylig død rensefisk vil være en ny metode til vurdering.

Halefinneslitasje er vanlig i sjøfasen, og kan føre til infeksjoner av opportunistiske patogener. Ved sykdom eller håndtering av rognkjeks kan det tydelig observeres halefinneslitasje gradert til score 3 (Austad, Boissonnot, Stensby-Skjærvik, & Sakariassen, 2021). Tidlig i utsett av

rognkjeks kan fullstendig erosjon av halefinnen forekomme, da halebiting i settefiskanlegget ikke er uvanlig (Austad, Boissonnot, Stensby-Skjærvik, & Sakariassen, 2021).

Misdannelser på rognkjeks kan oppstå som følge av feilutvikling, og skyldes ikke klemskader eller håndtering av rognkjeks under utsett. De vanligste misdannelsene hos rognkjeks er i ryggrad og sugekopp, men det kan også forekomme andre typer misdannelser. Før utsett i sjø blir det gjort en kvalitetskontroll i produksjonsfasen, der blir rognkjeks som har avvikende ytre misdannelser eller andre lyter destruert (Espmark et al., 2019).

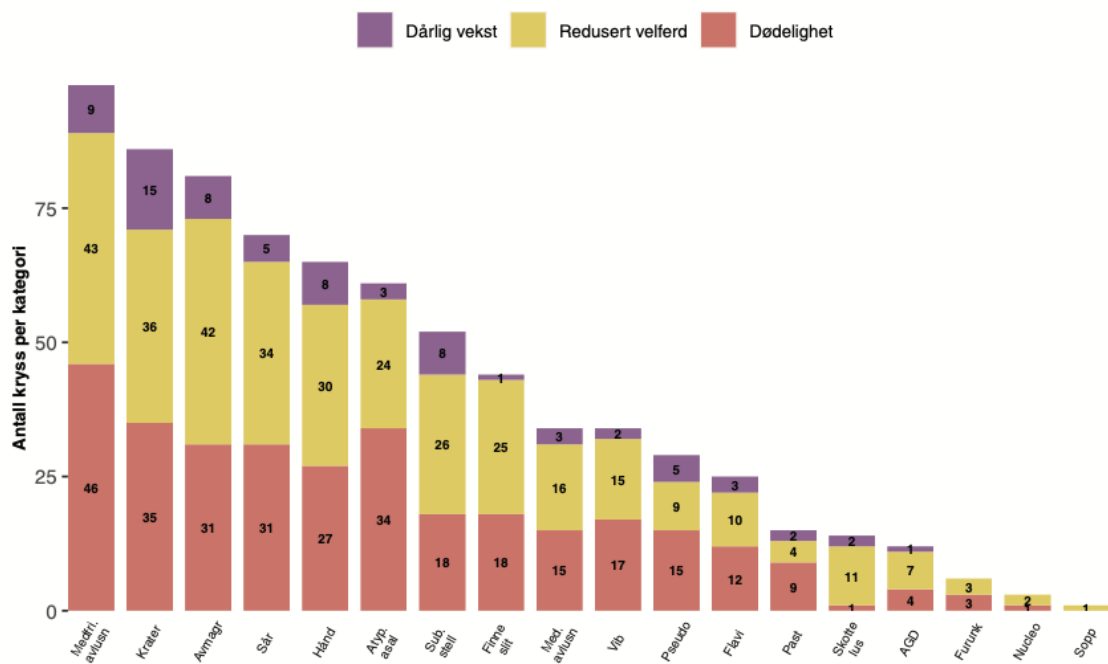
Lever og leverfarge

Oppdrettet rognkjeks kan ha store variasjoner i leverfarge. I en fargeskala der leverfargen scores fra 1 til 6, regnes 1-2 som blek lever, 3-4 regnes som sterk oransje, og 5-6 regnes som mørk rødbrun (Eliassen et al., 2020). I samme studie ble det funnet at lever med farge mellom 2-4 inneholdt mer astaxanthin enn farge 1 og 5. Mørk lever kan være et tegn på utilstrekkelig fôringsregime, og forandringer fra sterk oransje til blek lever kan indikere problemer med immunforsvaret, f.eks. i sammenheng med sykdom. Studien demonstrerte at leverfarge kan brukes som en pålitelig velferdsindikator for rognkjeks. Derfor er dette en potensiell kvalitetsparameter å inkludere når en undersøker døde rognkjeks i lakseoppdrett (Eliassen et al., 2020). Blødninger og fargeforandringer kan finne sted. Ved fargescoring noterer man hovedfargen til leveren, og ikke fargeforandringene. Marmorert lever, stuvningslever og blødninger kan oppstå som følge av sirkulasjonsforstyrrelser (Austad, Boissonnot, Stensby-Skjærvik, & Sakariassen, 2021). Hepatosomatisk indeks (HSI) er et mål på hvor mye levervekten utgjør av individets totalvekt i prosent.

Velferdsutfordringer for rognkjeks

De største helse- og velferdsmessige utfordringene ved rognkjeks og generelt renseskjeks i Norge, er dødelighet eller skader som er relatert til ulike former for håndtering, bakterielle sykdommer og sårutvikling. Rognkjeks er en av artene som har vist seg å være mottagelige for en rekke forskjellige sykdomsfremkallende agens, noe som fremkaller dødelighet blant fisken (Sommerset et al., 2022).

I en spørreundersøkelse hos fiskehelsepersonell i Mattilsynet, ble respondenter bedt om å sette kryss på de viktigste problemene angående dødelighet, vekst og velferd hos rognkjeks. I figur 1 kan man se at det var 68 respondenter som svarte på dødelighet, 66 svarte på redusert velferd, og 32 svarte dårlig vekst.



Figur 1. Resultater fra spørreundersøkelse der respondenter ble spurt om å sette kryss på de viktigste problemene angående dødelighet, vekst og velferd hos rognkjeks (Sommerset et al., 2022).

Hvordan vi fikk interesse for tema

Ved arbeid på oppdrettsanlegg ble det prøvd ulike fôringsstrategier, samt at det ble observert flere døde rognkjeks ved dødfiskopptak. Det ble derfor interessant å undersøke fôringsvaner og om det har en sammenheng med beiting på lus. Det ble også fundert på om velferden til rognkjeks har en sammenheng med dødelighet, og hvordan rognkjeks faktisk har det i merda. Gjennom studiet ble vi oppmerksomme på høy dødelighet og dårlig velferd blant rensefisk. Bakgrunnen for valg av oppgave ble derfor et ønske om å få mer kunnskap knyttet

til tema rognkjeks i merd, og skrive en oppgave som forhåpentligvis kunne bidra til å forbedre rognkjeksens velferd.

Formål med oppgaven

Formålet med oppgaven var å følge opp et utsett av rognkjeks i flere uker gjennom ytre og indre undersøkelser av død rognkjeks, samle inn driftsdata, observere den levende rognkjeksens atferd i merden, og undersøke et prøveuttak av avlivede rognkjeks for å verifisere funnene. Dette ble gjort for å finne ut av om undersøkelser av dødfisk gir et godt nok bilde på den resterende rognkjeksens helsetilstand i matfiskanlegg til å kunne unngå inngripende prøveuttak og unødig avlivning av rognkjeks i oppdrettsnæringen. Oppgaven vil fokusere på mageinnhold, leverfarge, levervekt og indre og ytre velferdsindikatorer, hva dette gir kunnskap om, og sammenligne disse parametrene med et prøveuttak på avlivet fisk. Oppgaven ble ikke gjennomført tilknyttet helsepersonell, og har ikke som formål å utføre diagnostikk for dødelighet.

Problemstilling

Gjennom oppfølging av rognkjeks på et kommersielt oppdrettsanlegg, vil ulike indre- og ytre velferdsparametre utviklet til bedøvede og avlivede rognkjeks bli benyttet på død rognkjeks for å vurdere om metoden kan brukes som et ikke-inngripende alternativ til å følge opp et utsett.

2 MATERIAL OG METODER

2.1 Lokalitet og drift

Det ble gjennomført et forsøk på kommersielt anlegg med 6 merder i 14 uker vinteren 2022. Merdene hadde en omkrets på 157 meter, og en dybde på 30 meter.

Rognkjeksene ble føret hver dag fra klokken 9 til 17 med en rognkjeksautomat. Automaten med fôr var plassert på fôrflåten, der det gikk fôrslanger fra flåte og ut til hver merd.

Automaten ble fylt opp med Biomar sitt renseskjeksfôr med pelletsstørrelse 1,1 mm og 1,5 mm hver morgen, og var tidsinnstilt slik at den føret ut på dagtid. I tillegg til automaten hadde rognkjeksene tilgang til VAP fôrblokker. Fôrblokkene ble byttet ut etter behov, og varte som regel i 2-3 dager.

Etter laksen på oppdrettsanlegget ble satt ut i mai/juni 2021, ble det satt ut rognkjeks to ganger. Rognkjeksene i første levering ble syke, og alt ble avlivet for å gjøre klart til nytt utsett av rognkjeks i starten av 2022. I uke 1 og uke 3 i 2022 ble det satt ut nye rognkjeks. I uke 1 ble det satt ut rognkjeks i M3, M4 og M5, og i uke 3 ble resten satt ut i M6, M7 og M8.

Rognkjeksene som ble satt ut, kom fra Lerøy Midt sin avdeling på Skårild i Trøndelag. De ble fraktet med bil til Molde, der de deretter ble fraktet med en brønnbåt til oppdrettsanlegget. Ved levering ble fisken sluppet ut fra båten ved en slange fra båt og ned til merd. Det er viktig at rognkjeksene kommer inn i skjulet ved utslipp av fisken, så den har et trygt sted å holde seg til ved nye omgivelser. For å sørge for at fisken ble sluppet ut på riktig sted, ble det laget en tarestrimle som ble festet i håndlisten og gikk ut til skjulet. Slangen fra båten ble plassert i tarestrimlen, så rognkjeksene fant veien ut til skjulet på en trygg måte.

Det ble ikke utført noen form for behandling på anlegget i den perioden hvor registreringene ble gjort, så rognkjeksene har ikke blitt utsatt for håndtering.

2.2 Forsøksmerdene

Laksen i merdene ble satt ut i mai/juni 2021. Laksen i M3 og M4 kommer fra settefiskanlegget i Lensvik, M8 og M7 kommer fra settefiskanlegget Laksefjord, mens laksen i M5 og M3 kommer fra settefiskanlegget Belsvik. Tabell 1 viser beholdning av laks og rognkjeks, samt snittvekt og biomasse hos laks.

Tabell 1. *Oversikt over beholdning i merder ved oppstart av forsøket*

	Beholdning 24.01.22	Beholdning 21.01.22		
Merdnr.	Rognkjeks	Antall laks	Snittvekt laks	Biomasse laks
M3	19 476	173 008	1 671 g	289 114 kg
M4	18 867	177 419	782 g	138 799 kg
M5	18 863	192 636	1 508 g	289 262 kg
M6	18 520	190 142	880 g	167 344 kg
M7	18 868	189 106	1 410 g	266 801 kg
M8	18 517	194 440	2 286 g	222 560 kg

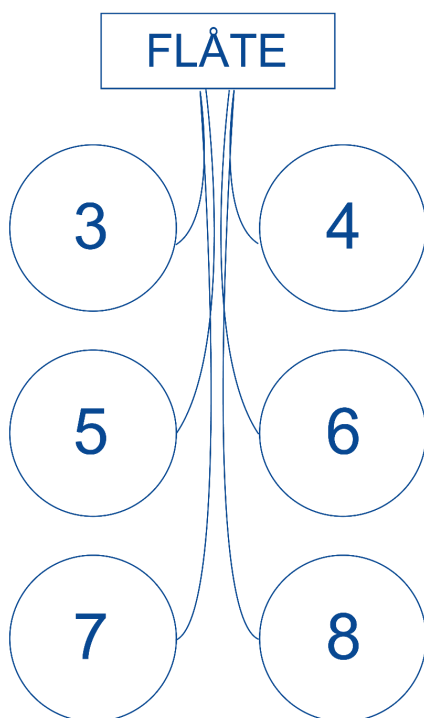
Alle merdene hadde 5 meter dype luseskjørt som lå på utsiden av merden. Det var to luseskjørt som gikk rundt og møttes i endene for å dekke rundt hele merden. I hver merd var det en miljøsensor som målte temperatur hver dag.

I hver merd var det fire sett med skjul, som dannet to horisontale rekker i den ene siden i merden. Skjulene var beregnet på både rognkjeks og leppefisk, og hadde en lengde på 10 meter, og en bredde på 10 meter. Ved rengjøring av skjul ble skjulene hengt opp i et system kalt davidt, der skjulene er knytt i stolper og henger langs håndlisten. Ved skifting av skjul ble et skjul fra davidten løsnet og satt ut i merden, og det som lå i merden ble knytt opp i davidten for tørk. På vinteren ble ikke skjulene byttet, men om vår/sommer ble det byttet 1 gang per uke.

Om vinteren ble laksen fôret en gang om dagen, der fôret kom via fôrslange fra fôrflåte, og ut gjennom sprederen som lå i merden. Til fôring av rognkjeks lå det tynnere slanger ut i

skjulområdet i merden, der fôret til rognkjeksen kom fra en automat som ble fylt opp hver dag på fôrflåten. Det lå ca 5-6 meter med slange ut i merden, som fôret ut 30 kg hver dag. Rognkjeksen fikk i tillegg VAF blokker, som var beregnet på både rognkjeks og leppefisk. Leppefisken ble fôret med fôrposer som var fylt med pellets. Posene lå 1-2 meter under overflaten tre ulike steder i merden, og ble skiftet etter behov.

Merdene var nummerert 3, 4, 5, 6, 7 og 8, og det lå to tomme bur (1 og 2) over merd 3 og 4. Figur 2 viser oversikt over merdene. Videre i oppgaven vil merdene bli referert til som M3, M4, osv.



Figur 2. *Illustrasjon av merdene brukt i forsøket*

2.3 Innhenting av driftsdata

Dataprogrammet Fishtalk ble brukt til å registrere all driftsdata, og ga en oversikt over den biologiske statusen for produksjonen fra stamfisk til slakting (Akva Group). I programmet ble det registrert daglig dødelighet på laks og rensefisk, antall laks, vekt på laks, antall rensefisk, mengde utfôret fôr til laks og rensefisk, miljødata i merd (temperatur, oksygen) og ukentlig lusenivå (FiskTalk, Akva Group).

- Ved utsett ble totalt antall fisk av hver art registrert, og korrigert etter hvert som det blir tatt dødfisk
- Røktene registrerte daglig mengde utfôret rognkjeksfôr
- Vekt på laks ble registrert ut i fra fôringsmengde og gjennomsnittsvekten av laksen i merden
- Lusetall ble registrert hver uke
- Miljødata ble registrert fra to miljøsensorer som var plassert i merden

2.4 Prosedyre for innsamling av død rognkjeks

Det ble samlet inn død rognkjeks ukentlig med følgende prosedyre. Det ble dratt dødfisk som normalt med liftup, der fem av rognkjeksene som kom opp i silkassen ble plukket ut til undersøkelse og lagt i poser. De som så ut til å være nylig avdød og i best forfatning ble valgt ut fra hver av de 6 merdene, og tatt med inn til undersøkelse. Om levende rognkjeks som kom opp med liftupen hadde skader som gikk utover velferden, ble den avlivet med Benzoak og regnet som dødfisk.

2.5 Undersøkelser av død rognkjeks

Det ble tatt undersøkelser av dødfisk én gang i uka. Dette foregikk fra uke 4-14, med opphold i uke 9 og 10 grunnet covid. Undersøkelsene i partallsuker ble utført på lab ved NTNU Ålesund. Undersøkelsene i oddetallsukene ble utført på anlegget.

Tabell 2. Oversikt over ukenummer og datoer for undersøkelser på lab og anlegg

Ukenummer	Dato	Beskrivelse
4	24.01	Måling på lab
5	01.02	Måling på anlegg
6	7.02	Måling på lab
7	15.02	Måling på anlegg
8	21.02	Måling på lab
9		<i>Avlyst pga. covid</i>
10		<i>Avlyst pga. covid</i>
11	15.03	Måling på anlegg
12	21.03	Måling på lab
13	29.03	Måling på anlegg
14	04.04	Måling på lab

I partallsukene ble posene med dødfisk fraktet fra anlegget til NTNU, der undersøkelsen ble foretatt på kveldstid. Det ble tatt en rask visuell kontroll av hver rognkjeks løst vurdert etter operative velferdsindikatorer (OVI) fra *RENSVEL* (Espmark et al., 2019), og det ble tatt notat om avvik som skader og sår. (F.eks halefinneslitasje, feilutviklet gjellelokk, sår på huden og lignende.) Informasjon om hver rognkjeks ble registrert i et skjema. Registreringen i skjemaet inneholdt dato, merdnummer, og fiskenummer. Vekt, lengde, høyde og omkrets ble målt for hvert individ. Lengde og høyde ble målt med linjal, og omkrets ble målt ved å surre hyssing rundt det bredeste punktet på fisken, for å så måle hyssingen med linjal.

Etter å ha undersøkt den ytre delen av rognkjeksken ble den åpnet for en innvendig undersøkelse, der følgende parametre ble notert:

- Levervekt
- Leverfarge
- Mageinnhold
- Mageinnhold-score
- evt. kommentarer om indre blødning etc.

Det ble tatt bilder av flere fiskers ytre og indre for hver merd under hver undersøkelse. Undersøkelsene på anlegget ble gjort på samme måte, bortsett fra at fiskevekten ble målt med en kjøkkenvekt med mindre presisjon, og levervekten ble ikke målt.


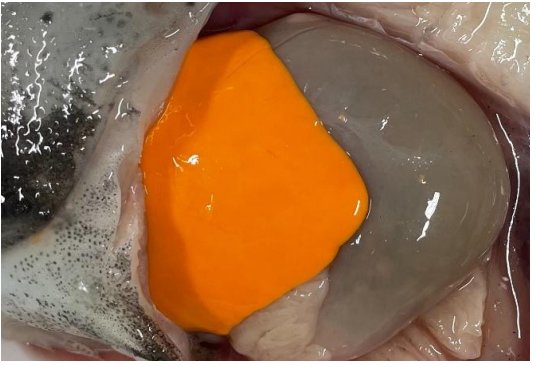
Lever

Leverfarge ble beskrevet ved hjelp av leverfargeskala (Eliassen et al., 2020) med score fra 1-6 (figur 3). Bildeeksempler på leverfarge 2 og 4 er presentert i tabell 3.



Figur 3. Fargeskala for lever (Eliassen et al., 2020).



Tabell 3. Bildeeksempler på leverfarger

	
<p>Eksempel på blek lever med leverindeks score 2</p>	<p>Eksempel på klar oransje lever med leverindeks score 4</p>



Mageinnhold

Mageinnholdet ble notert ned, og mageinnhold-score ble gitt på en skala fra 0-2, der 0 står for tom magesekk, 1 for noe innhold, og 2 for full magesekk. Ved tilfeller der magesekken kun inneholdt klar væske eller slim, ble dette registrert som 0. Tabell 4 og tabell 5 viser eksempler på score for mageinnhold. Tarminnhold ble også registrert hos enkelte fisk der funnene var interessante.

Tabell 4. *Eksempel på mageinnhold score 2*

	
Eksempel på mageinnhold score 2 .	Mageinnhold score 2 , her vist med åpnet magesekk.

Tabell 5. *Eksempel på mageinnholds score 1*

	
Eksempel på magesekk med noe innhold, score 1 .	Score 1 magesekk, her åpnet.

Etter de ytre og indre undersøkelsene ble all data fra skjemaene lagt inn i et samlet Excel-dokument.

Utvalg av kriterier ved undersøkelser av dødfisk

Undersøkelsene av rognkjeks ble gjennomført basert på scoringssystemet i *RENSVEL* (Espmark et al., 2019). *RENSVEL* tar i bruk et scoringssystem på flere ulike velferdsparametre. Siden død rognkjeks ikke er helt fersk, satte dette begrensninger for hvor grundig undersøkelsene kunne være, og OVI-score ble ikke registrert utenom leverfarge.

Det ble ikke tatt notat om tilstand til fiskens øyne, da det er vanskeligere å kunne gjøre en vurdering av øyne til dødfisk. Avmagring og ascites (væskeansamling) ble heller ikke vurdert da fisken kan trekke til seg vann etter død og gi utydelige resultater. Indre parametre som granulomer, svullen nyre, blødninger på hjerte, koagel i hjertehule, og blødninger i magesekk/tarm ble ikke undersøkt.

Kondisjonsfaktor

For å regne ut kondisjonsfaktor, ble det brukt Fultons formel.

$$K = \frac{100 \cdot V}{L^3}$$

Kondisjonsfaktoren er K, V er vekten av fisken i gram, og L er lengden i centimeter.

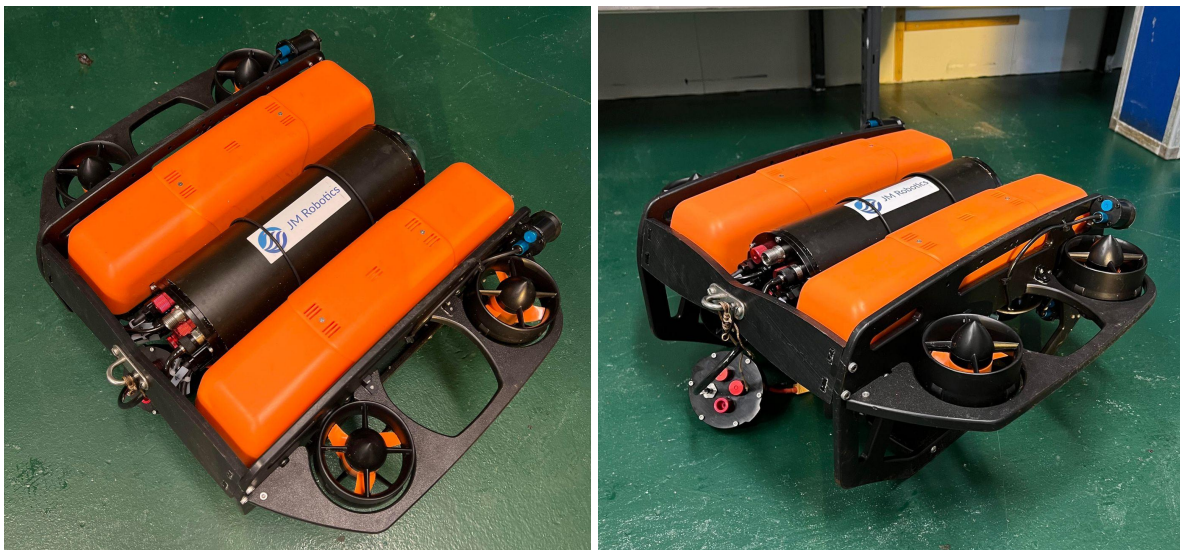
2.6 Undersøkelse av avlivet rognkjeks

Det ble tatt undersøkelser av 10 avlivede rognkjeks, der det ble tatt ut 5 rognkjeks fra hver av M5 og M6 mandag 4. april.

Den levende rognkjeks ble håvet opp fra merden, før den ble plassert i en bøtte med benzoak på båten. Da rognkjeks var avlivet, ble den lagt i plastposer og tatt med til lab ved NTNU etter endt arbeidsdag. På laben ble den undersøkt og det ble tatt bilder av hver fisk på utvendig og innvendig. I tillegg til parametrene som ble brukt for dødfisk, ble det registrert OVI-score av den avlivede rognkjeks for hud, sår, halefinne, andre finner, øyeskade, katarakt, snute- og munnskade og underkjevedeformitet basert på velferdsindikatorerne fra *RENSVEL* (Espmark et al., 2019).

2.7 Dokumentasjon av atferd i merd

For å dokumentere atferden og tilholdsstedet til rognkjeksen, ble det benyttet ROV (Remotely Operated Vehicle) som ble kjørt rundt i merden for å observere rognkjeksen. Den ble kjørt på 2 ulike dager, der hver video varte i ca 12 min. ROV brukt i forsøket var BlueROV2 av JM Robotics som vist i figur 4. Opptakene med ROV ble utført på dagtid, der de fleste opptakene ble tatt rundt skjul og føringsautomatene. Opptakene ble senere analysert for å se på rognkjeksens inntak av føde og hvordan rognkjeksen oppførte seg i merden. Det ble gjennomført en deskriptiv analyse av filmene.



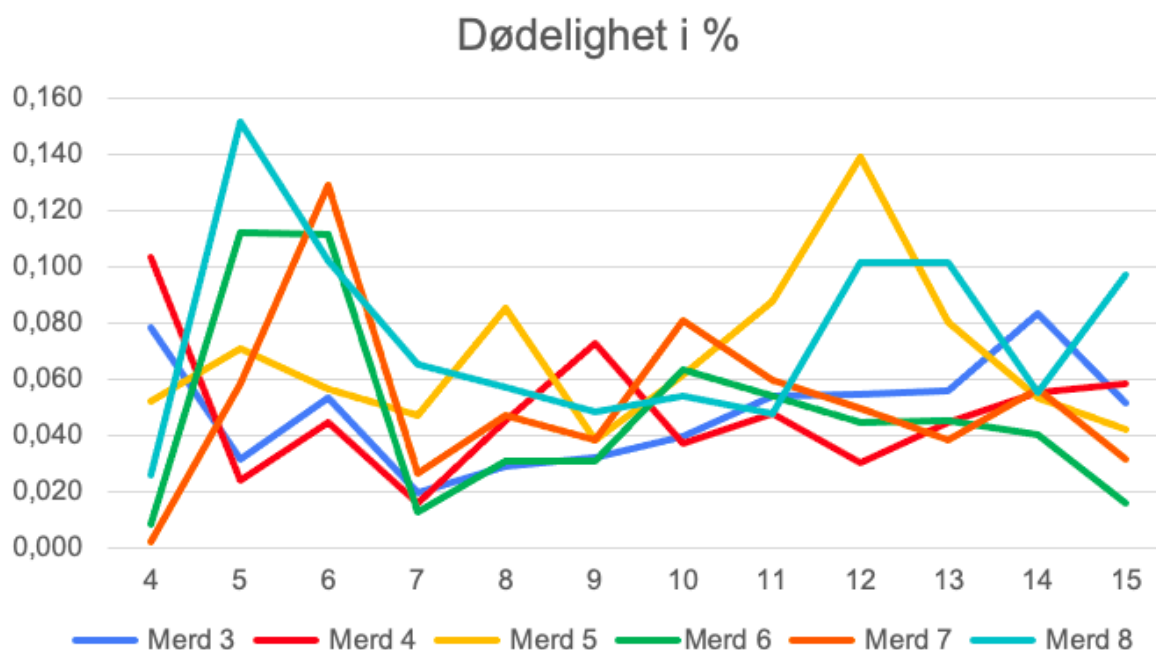
Figur 4. ROV brukt i forsøket

3 RESULTATER

3.1 Driftsdata

Registrert dødelighet

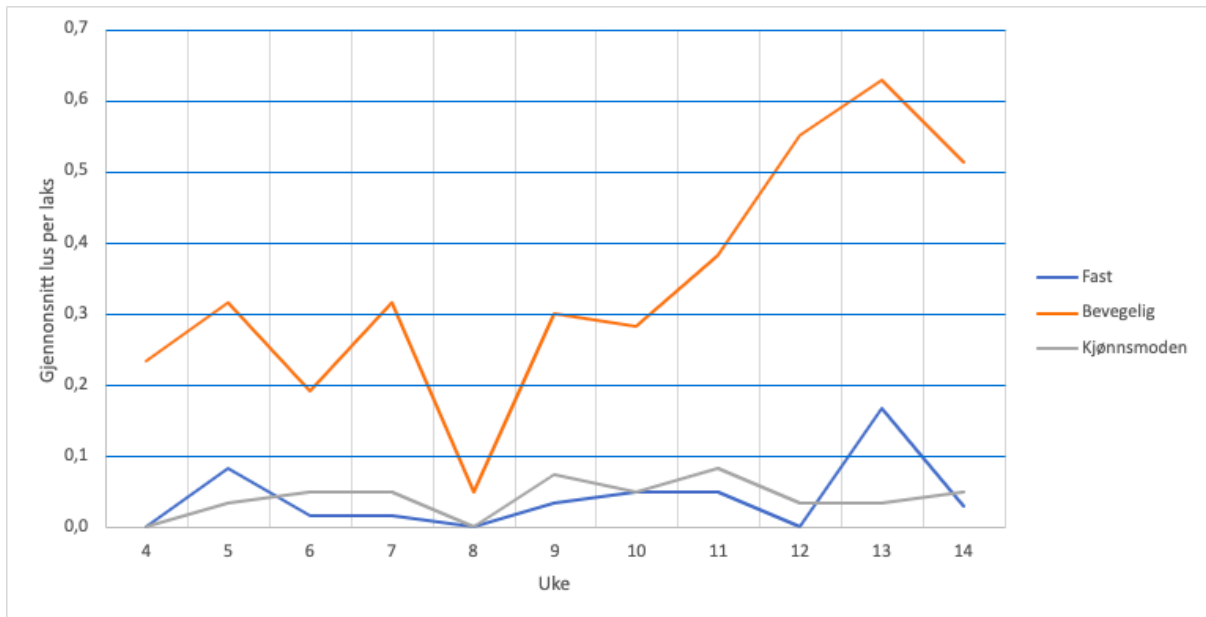
Dødeligheten av rognkjeks var generelt lav gjennom hele perioden (figur 5), og økte ikke ved for eksempel notvask. Dødeligheten var høyest i M8 og M4 gjennom perioden, og M7 og M6 hadde litt høyere dødelighet i starten. M3 og M4 hadde generelt lav dødelighet gjennom hele perioden.



Figur 5. Daglig dødelighet i prosent

Lusetall

Figur 6 viser registrerte lusetall for perioden, var forholdsvis lave gjennom hele perioden. Fastsittende lus og kjønnsmodne lus holdt seg under 0,2 under hele forsøksperioden, mens den bevegelige lusa økte i de siste ukene. Se vedlegg 1 for lusetall registrert i tabell.



Figur 6. Gjennomsnittlig lus per laks gjennom forsøksperioden

Miljøforhold

Temperaturen varierte mellom 5,1 til 6,9 gjennom hele perioden, og var altså stabil.

Fôring

Ved å ha fôring nær skjulene, holdt rognkjeks seg i området rundt og i skjulene.

Ved ROV opptak og observasjon fra merdkanten, ble det ikke observert rognkjeks rundt og under fôrsprederen til laksen.

3.2 Undersøkelser av død rognkjeks

3.2.1 Ytre og indre velferdsindikatorer dødfisk

Det ble gjort innvendig og utvendig undersøkelser av 251 døde rognkjeks. Ved ytre undersøkelse ble det observert sår og hudskader hos minst 12 fisk, det ble også observert ulike finneskader hos minst 63 av fiskene som ble undersøkt. De mest alvorlige finneskadene ble funnet i løpet av de første par ukene. Det ble hos flere rognkjeks observert fargeforandringer i leveren, samt indre blødninger. Hos minst 8 fisk ble det observert sår ved gattåpningen. Det ble også observert bakterieinfeksjon, misdannede gjellelokk og blødninger i hud. Et par fisk hadde en ukjent tekstur rundt magesekken og andre innvoller. Det ble ikke observert merkbare forskjeller mellom merdene. Det ble tatt bilder av flere fisk i hver merd

under alle undersøkelsene, som ga en bildebank på hundrevis av bilder. Resultater for ytre og indre velferdsindikatorer er sortert i tabell 6.

Tabell 6. *Eksempler på funn ved utvendig og innvendig undersøkelse*



Hudskader og sår

Observert hos minst 12 fisk.



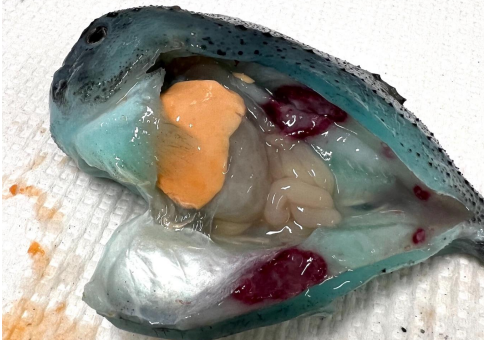
Finneslitasje og splittede finner

Hyppig observert blant uttakene, slitasje og/eller splittede finner ble observert blant minst 63 fisk, der de mest alvorlige tilfellene ble funnet blant de første uttakene.



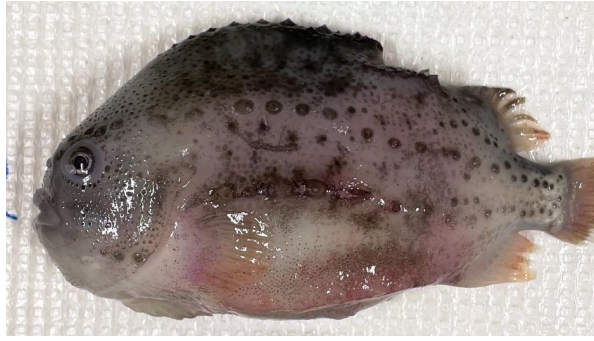
Misdannet hode

Observert hos én fisk.



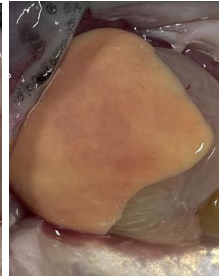
Indre blødning

Observert blant minst 6 fisk.



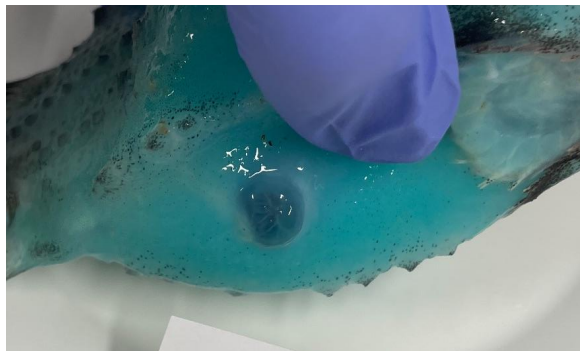
Blødninger i hud

Observert hos flere fisk.



Fargeforandringer i leveren

Blødning i lever, marmorert lever, og stuvningslever ble observert hos flere rognkjeks.



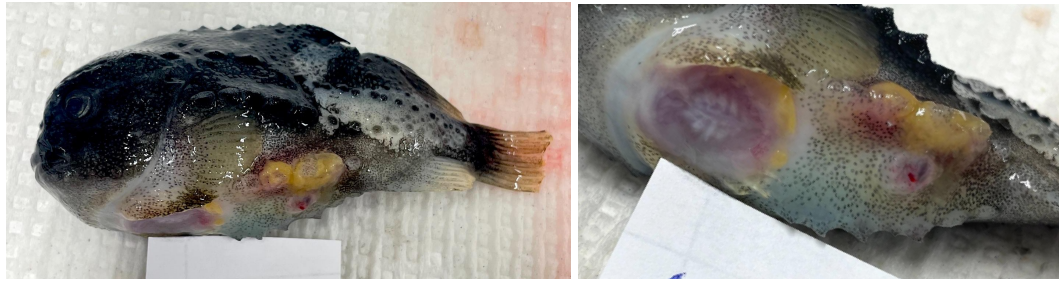
Sår gattåpning

Ble observert blant minst 8 fisk.



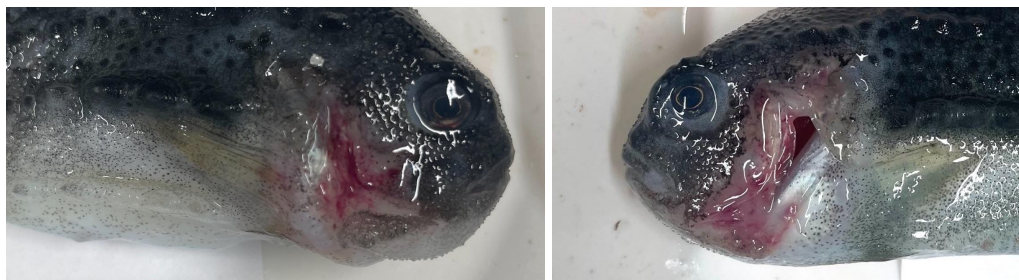
Ukjent tekstur rundt magesekk og involler

Funnet i 3 fisk, M5, uke 12.



Bakterieinfeksjon

Funnet hos én fisk i M6, uke 8.



Misdannet gjellelokk

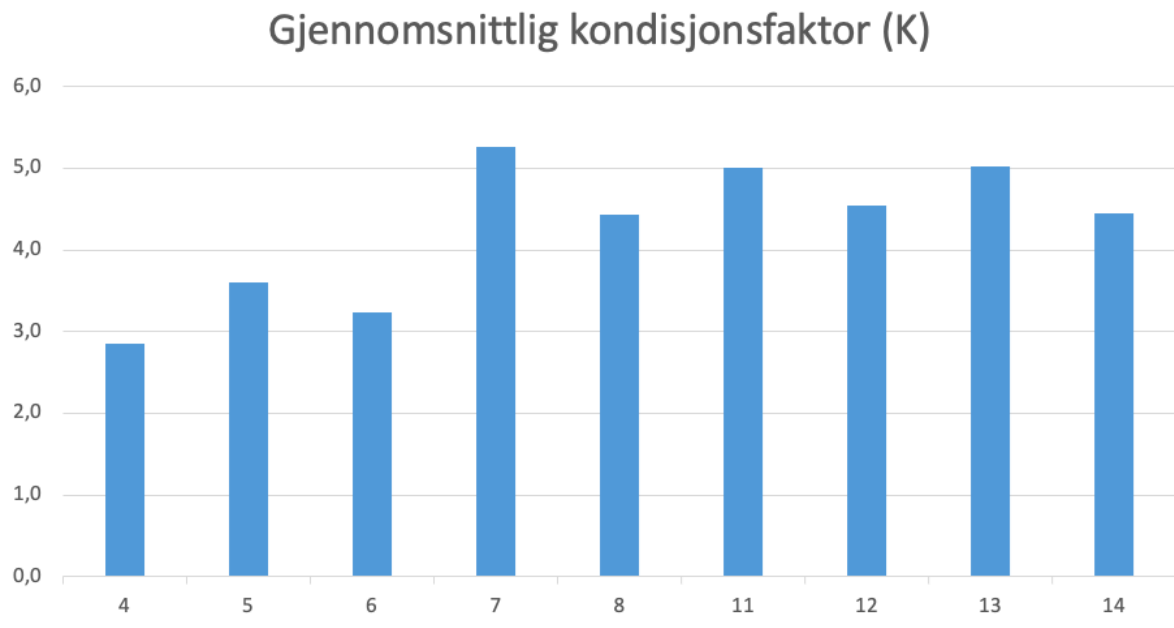
Funnet hos 4 fisk i uke 6.

3.2.2 Kondisjonsfaktor

Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor utregnet med Fultons formel økte gjennom ukene (figur 7).

Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor var litt under 3 i uke 4, og endte på ca 4,5 i uke 14.

Kondisjonsfaktor nådde over 5 i uke 7.

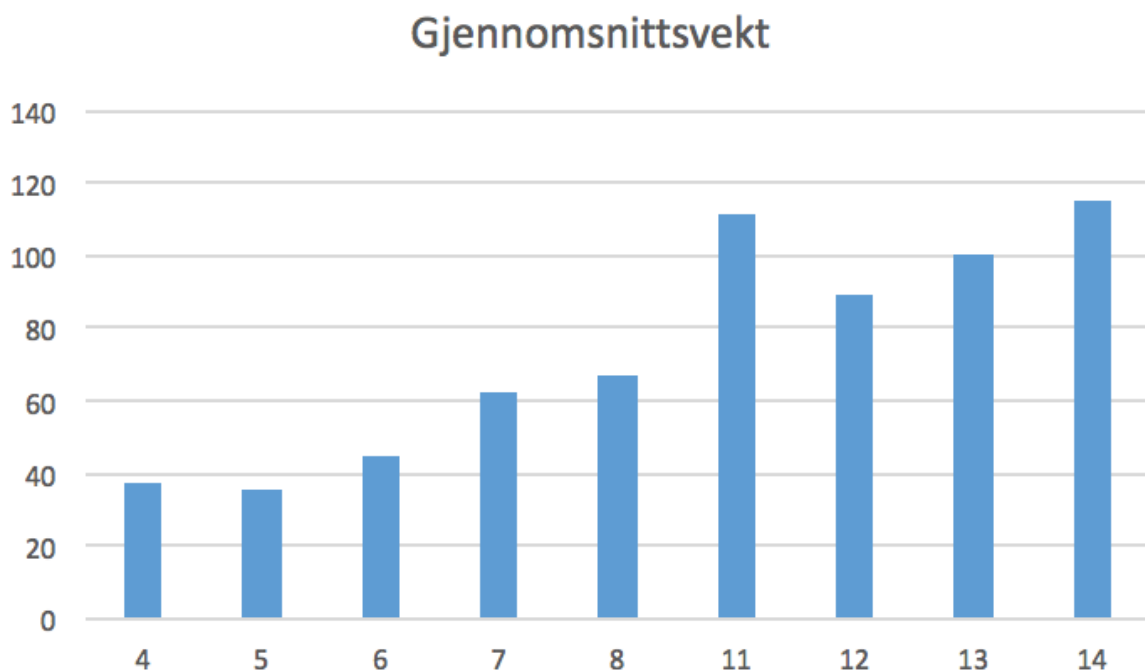


Figur 7. Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor gjennom ukene

Kondisjonsfaktoren var lavest ved starten, og økte utover i perioden.

3.2.3 Gjennomsnittsvekt

Gjennomsnittsvekten for hvert prøveuttak økte relativt jevnt gjennom ukene, og det ble observert en stor vekst fra uke 4 til uke 14 (figur 8).



Figur 8. Gjennomsnittsvekt gjennom ukene

Gjennomsnittsvekten startet på 40 gram den første uka, og økte jevnt utover perioden. I uke 5 var det en liten nedgang på vekten, før den gikk opp igjen.

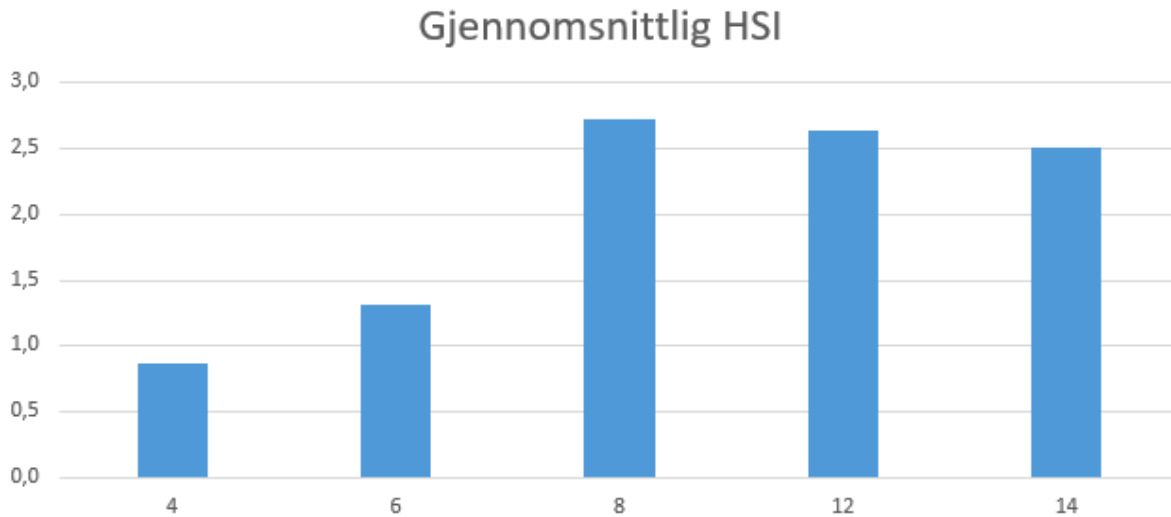
3.2.4 Leverfarge og HSI

Leverfarge ble registrert for 221 av 251 fisk. Som dokumentert i tabell 6 ble det observert mange lever med fargeforandringer i form av blødninger, stuvningslever og marmorert lever. Det ble observert lever i fargene 1-4. Det ble ikke funnet lever med farge 5 eller 6. Fargene 2 og 3 ble funnet hyppigst (tabell 7).

Tabell 7. Antall funn av hver leverfarge

Leverfarge	1	2	3	4	5	6
Antall	24	73	88	36	--	--

Den gjennomsnittlige HSI (hepatosomatisk indeks) økte gjennom forsøksperioden, og gikk fra litt under 1 til nesten 3 fra uke 4 til uke 8 (figur 9).



Figur 9. Gjennomsnittlig HSI

Ved utsett var leveren liten, men utover i forsøket utgjorde leveren 2% av kroppssvekten.

3.2.5 Mageinnhold dødfisk

Det ble funnet mageinnhold i 123 av 251 fisk. Av disse hadde 91 fisk fulle magesekker (mageinnhold score 2) og 32 fisk hadde noe innhold i magesekken (mageinnhold score 1) Rognkjeksfôr var det mest hyppig observerte mageinnholdet, og ble funnet i 110 fisk. I tillegg til rognkjeksfôr ble det observert grønn væske, lakseskjell og alger. Det ble funnet bendelorm i tarmen til et par fisk. Det ble ikke funnet lakselus. Funn av mageinnhold med tilhørende bilder er presentert i tabell 8.

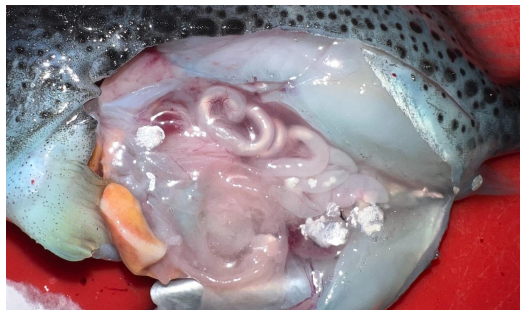
Tabell 8. *Eksempler på funn ved undersøkelse av mage- og tarminnhold*



Rognkjeksfôr ble hyppig funnet, som regel i form av pellets, og ble observert i 110 av 251 fisk.



Grønn væske/innhold. Observert i minst 5 fisk.



Lakseskjell
Funnet i 2 fisk



Alger

Funnet i én fisk fra M6, uke 8.



Bendelorm funnet i tarmen hos et par fisk.

3.3 Undersøkelser av avlivede rognkjeks

3.3.1 Ytre og indre velferdsindikatorer avlivet rognkjeks

Ved ytre og indre undersøkelse av de avlivede rognkjeksene, var fiskene i generelt bedre stand enn de naturlig døde, og hadde bl.a. mindre halefineslitasje enn det som ble observert blant død rognkjeks i tidligere undersøkelser. Alle de 10 avlivede rognkjeksene hadde fargeforandringer i leveren. Det ble også observert blødninger i hud og finner hos flere, samt sår gattåpning hos én fisk. Se tabell 10 for bildeeksempler på disse funnene.

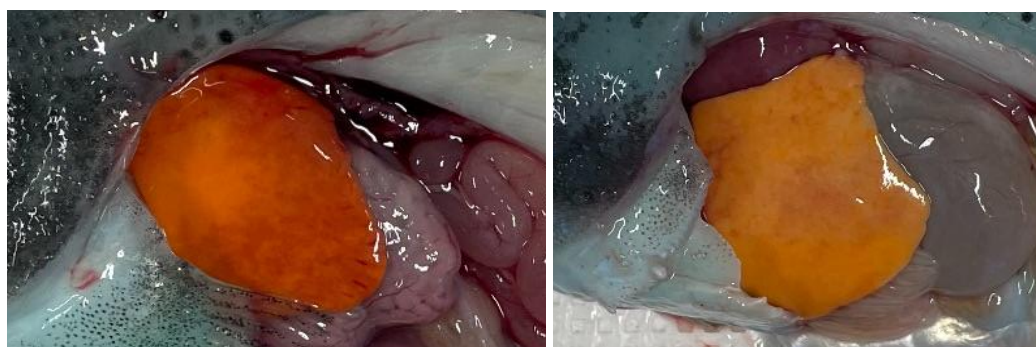
Vedrørende OVI for de avlivede rognkjeksene, ble det ikke observert sår, øyeskade, katarakt, snute- og munnskade eller underkjevedeformitet hos noen fisk. Det ble registrert scoringer fra 0-3 for hud, halefinne og andre finner for noen fisk (tabell 9).

Tabell 9. Oversikt over OVI-scoring for avlivede rognkjeks

	Hud 0-3	Sår 0-3	Halefinne 0-3	Andre finner 0-3	Øyeskade 0-3	Katarakt 0-4	Snute-og munnskade 0-3	Underkjeve- deformitet 0-3
M5	2	0	2	1	0	0	0	0
	0	0	3	1	0	0	0	0
	2	0	1	0	0	0	0	0
	0	0	1	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0
M6	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	3	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabellen viser at det var få avvik, og generelt god kvalitet på de avlivede (tabell 9).

Tabell 10. Oversikt over observasjoner ved indre og ytre undersøkelse av avlivede rognkjeks



Fargeforandringer av lever

Alle de 10 avlivede rognkjeksene hadde fargeforandringer i leveren, enten i form av marmorert lever, stunningslever, eller blødninger.



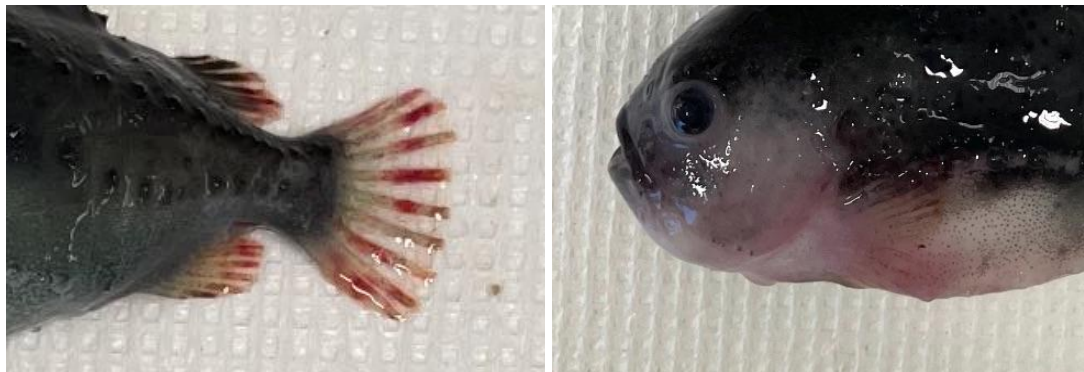
Sår gattåpning

Funnet hos én fisk i M5.



Finnestlitasje

Observert hos flere fisk. Bildet viser det mest alvorlige tilfellet som ble funnet blant de avlivede. De andre fiskene hadde slitasje i mindre grad enn dette tilfellet.





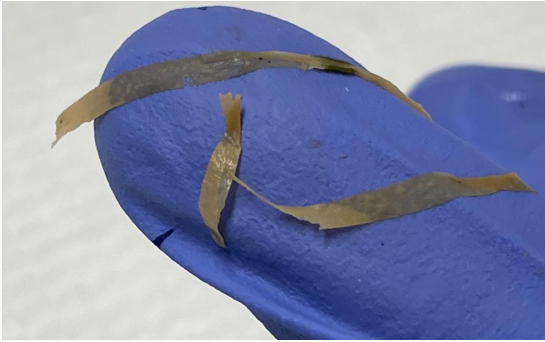

Blødning i hud og finner



Det ble observert blødninger i hud eller finner blant 4 fisk, 2 med blødninger i huden og 2 med blødninger i finnene.

3.3.2 Mageinnhold avlivede rognkjeks

Ved undersøkelsen av de avlivede rognkjeksene, ble det funnet mageinnhold hos 7 av 10 fisk, der 3 av de inneholdt rognkjeksfor og 4 inneholdt ribbemaneter. Det ble også funnet små mengder alger. Av tarminnhold ble det funnet bendelorm og ukjent innhold som kan være spøkelseskreps og larver. Mage- og tarminnhold er presentert i tabell 11.

Tabell 11. Oversikt over mage- og tarminnhold ved innvendig undersøkelse av avlivet rognkjeks

Kommentar	Bilde
<p>Rognkjeksfôr Funnet hos 3 fisk.</p>	
<p>Ukjent krepsdyr Rosa innhold observert blant fôr i magesekken til én fisk. Antakeligvis krepsdyr, f.eks raudåte.</p>	
<p>Alger Funnet i magesekken til én fisk.</p>	
<p>Ribbemaneter Lys beige innhold ble funnet hos 4 fisk. Innholdet var lysere i virkeligheten enn det fremstår på bildet. Antakeligvis ribbemaneter.</p>	

Kommentar	Bilde
<p>Ukjent innhold Funnet i tarmen til én fisk. Sannsynligvis spøkelseskreps. Det gule innholdet kan være larver.</p>	
<p>Bendelorm Hvitt innhold funnet i tarmen til én fisk. Sannsynligvis bendelorm.</p>	

3.4 Forskjeller mellom død- og avlivet rognkjeks uke 14

De avlivede rognkjeksene var i generelt bedre stand enn de døde fra samme undersøkelse, men forskjellen for ytre velferdsparametre var ikke spesielt stor. Det var f.eks omtrent lik forekomst av finneslitasje, hudtilstand og sår. Gjennomsnittsvekten for det avlivede og døde uttaket var omtrent det samme, med 135,8 gram for de avlivede, og 133,0 gram for de døde.

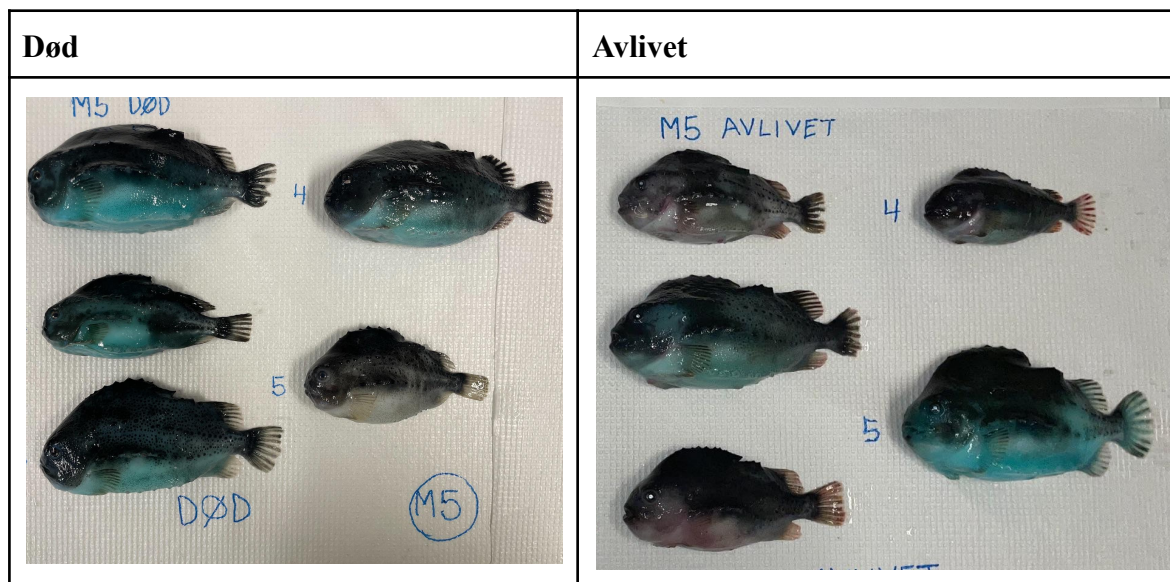
Som tidligere skrevet hadde alle 10 avlivede rognkjeks fargeforandringer i leveren. De fleste døde hadde noen fargeforandringer, men i mye mindre grad enn de avlivede. Blant de døde var flere helt uten fargeforandringer, og hadde en jevn og klar farge i leveren. Tabell 13 har sammenlignende bilder som viser fargeforskjellene mellom død og avlivet rognkjeks i M5. Leverfargene var mellom fargeindeks 1-4. Det ble ikke observert lever med farge 5 og 6. Antall av hver leverfarge for M6 og M5, både død og avlivet er sortert i tabell 12.

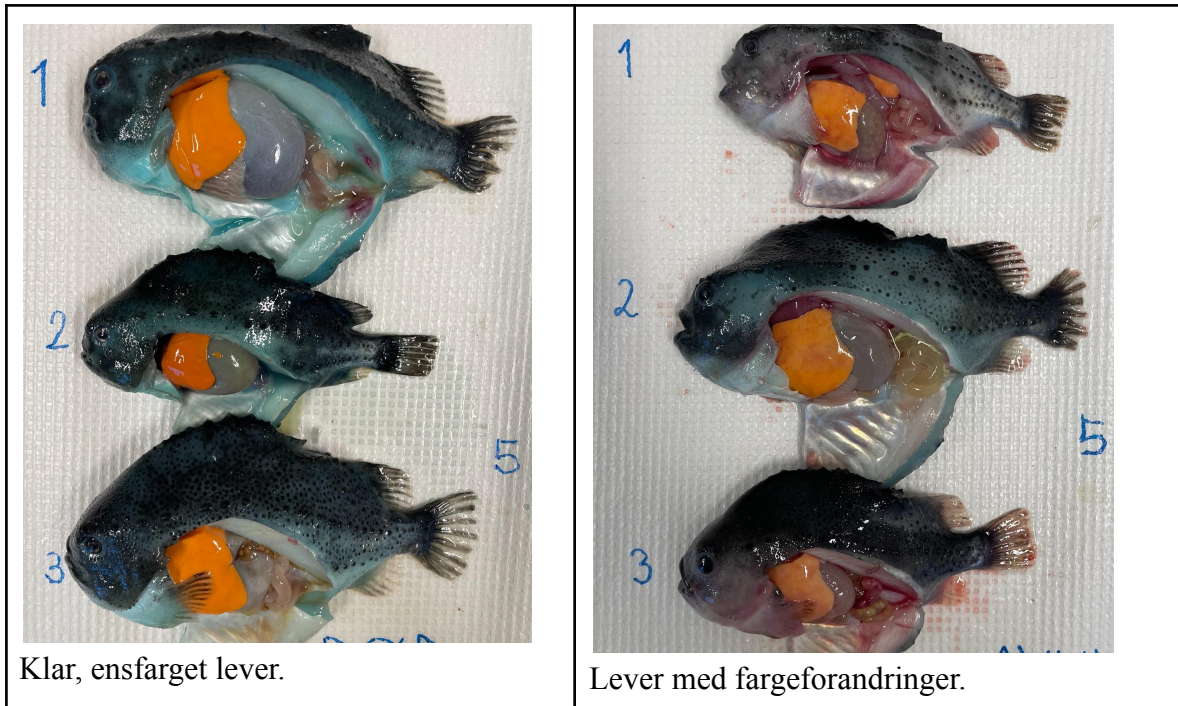
Tabell 12. Antall individer med spesifikk leverfarge sortert etter merd og uttak

Leverfarge	1	2	3	4	5	6
M5 Avlivet	-	2	2	1	-	-
M5 Død	-	1	-	4	-	-
M6 Avlivet	-	-	-	5	-	-
M6 Død	1	-	-	2	-	-

Ved undersøkelser av mageinnhold ble det observert store forskjeller mellom død og avlivet rognkjeks. Av de 8 døde fiskene fra M5 og M6 ble det funnet fôr magesekken til 7 fisk, og grønt innhold i den siste. Krepsdyr, ribbemaneter og det som antakeligvis er spøkelseskreps som ble funnet blant de 10 avlivede fiskene har ikke blitt observert blant noen av de 251 døde rognkjeksene i løpet av forsøksperioden.

Tabell 13. Oversiktsbilder av død og avlivet rognkjeks ved M5 til sammenligning, samt. bilde av lever





3.5 Atferd til rognkjeks i merd

Fra merdkanten kunne man se at rognkjeks oppholdt seg rundt fôringsområdet og skjulene. Det var ofte observert store klynger med rognkjeks under fôringsslangen.

Ved kjøring av ROV ble det ikke observert særlige atferdsendringer blant fisken. På opptakene kunne man se at rognkjeks oppholder seg ved fôringsområdet og i skjulene. På opptakene var det flere rognkjeks som oppholder seg under fôringsslangen og fôrkanen. Ved en fôrkanne ble det observert rognkjeks som en søyle i vannet, som samlet seg for å få tilgang på fôr.

Tabell 14. *Oversikt over bilder tatt med ROV i merd*

	
<p>Samling av rognkjeks ved fôrbløkk.</p>	<p>Stor samling av rognkjeks under fôringslange. Tarebit i slangen for å lede rognkjeksene mot fôret. Rognkjeksene gikk flere meter ned og bredte seg utover hvor slangen lå.</p>
	
<p>Samling av rognkjeks i skjulkorridor.</p>	<p>Rognkjeks samlet under fôrkanne. Selv om rognkjeksene sto tett og ventet på fôr, var det ingen tegn til aggresjon eller annen aggressiv atferd blant rognkjeksene.</p>
	
<p>Både rognkjeks og leppefisk i skjulkorridor.</p>	<p>Stor samling av rognkjeks under utløpet til fôrslange for rognkjeksfôr, i området rundt skjulet.</p>



Eksempel på skjulkorridor i merd.
Lite rensefisk observert på dette tidspunktet.

4 DISKUSJON

Observasjonene ble på et nytt utsett med rognkjeks, og det vil ikke bli diskutert hvordan rognkjeks er i andre tider av året. Miljøforhold, strøm, røkting og størrelse på fisken vil gjøre at atferd og velferd varierer fra anlegg til anlegg.

4.1 Registrert dødelighet

Den lave, stabile temperaturen under forsøksperioden på mellom 5,1 og 6,9 grader har nok vært en av hovedårsakene til den lave dødeligheten, da rognkjeks trives best ved temperaturer godt under 10 grader, som f.eks 6-7 grader (Mortensen, Johansen, Hansen, & Puvanendran, 2020). En annen viktig faktor er at rognkjeks ikke ble utsatt for behandling eller andre operasjoner på anlegget. Økt dødelighet er forventet ved slike operasjoner, og det er sannsynlig at registrert dødelighet vil øke senere i utsettet med høyere temperaturer på sommerhalvåret og ved behandling og operasjoner som f.eks avlusning (“Avlusning Kan Føre Til Økt Dødelighet Hos Rognkjeks,” 2020).

4.2 Lusenivå

De lave lusetallene gjennom perioden kan skyldes den lave sjøtemperaturen, og det forventes at lusetallene vil øke etter forsøksperioden etterhvert som temperaturen øker, da lakselusa formerer seg raskere i høyere sjøtemperaturer (Sandvik, Dalvin, Skern-Mauritzen, & Skogen, 2021). En annen årsak til lave lusetall kan være at rensefisken har vært en effektiv lusespiser i perioden. Det at rognkjeks var nylig satt ut ved starten av forsøksperioden, og hadde en gjennomsnittsvekt på 133 gram i uke 14, betydde at den var i ideell størrelse til å spise lakselus (Imslund et al., 2014). Det ble ikke funnet lakselus i magen til den døde rognkjeks, men det utelukker ikke at den overlevende rognkjeks spiser lus. Tidligere studier viser at rognkjeks foretrekker kjønnsmodne hunnlus (Imslund et al., 2014). Antallet kjønnsmodne hunnlus var lavt, som kan bety at rensefisken i merda har spist kjønnsmodne hunnlus og holdt antallet nede, eller at det lave antallet med kjønnsmodne hunnlus gjorde at rognkjeks ikke spiste lus, og det derfor ikke ble funnet lakselus i magesekkene. Det er også mulig at leppefisken i merda spiste mer lakselus enn rognkjeks i perioden, som bidro til å holde lusetallene lave. Luseskjørt var den eneste forebyggende metoden som var i merda, som også kan ha bidratt med å holde lusetallet lavere.

4.3 Utvalg av metode og kriterier

4.3.1 Uttak av dødfisk

For å kunne undersøke den døde rognkjeks uten at nedbrytning forstyrret resultatene, ble individene i best forfatning ved dødfiskopptak valgt ut til undersøkelse. Individene som hadde dødd for lang tid siden ville kommet for langt i nedbrytningsprosessen og kunne ikke blitt undersøkt. På grunn av den lave dødeligheten på anlegget var det i flere tilfeller kun fem eller færre døde rognkjeks i merden, slik at utvalgelse ikke var mulig, og alle de døde rognkjeksene ble med i undersøkelsene. Ingen av individene under forsøksperioden var for gamle, så de kunne bli undersøkt normalt.

4.3.2 Utvalg av kriterier for død rognkjeks

Siden undersøkelsene ble gjort mer forenklet enn i *Oppfølging av rognkjeks i sjø* (Austad, Boissonnot, Stensby-Skjærvik, & Sakariassen, 2021) og *RENSVEL* (Espmark et al., 2019) ble ikke resultatene like detaljerte. For et mer nøyaktig resultat, kunne scoringer på hud, sår, halefinne, andre finner, snute- og munnskade, og underkjevedeformitet blitt gjort. F.eks. ble 63 rognkjeks registrert med finneslitasje og finnesplitt, men i realiteten var nok antallet mye høyere. Hvis score for finner hadde blitt registrert ved undersøkelsene kunne sluttresultatet blitt mer korrekt, og gitt et mer nøyaktig bilde på hvor alvorlig finneslitasjene var.

På grunn av varierende kunnskapsbakgrunn og ulik oppfattelse av fisken, vil OVI-undersøkelser ofte kunne gi varierende resultater basert på hvem som utfører undersøkelsen. Det som én kan oppfatte som en halefinne med slitasje, kunne blitt oppfattet som en finne i god stand av en annen. Måling av parametre som lengde og vekt er objektive, mens parametrene med score gir rom for mer subjektivitet. Dette bør tas hensyn til ved utførelse av undersøkelser, samt ved databehandling og lesing av resultater. For mindre subjektivitet bør de som kontrollerer få tilstrekkelig opplæring for å bli mer samkjørte, og unngå feilregistreringer.

Ved undersøkelse av magesekk ble det benyttet et eget scoringssystem for oppgaven for å beskrive mengde mageinnhold. Rammene for de ulike scoringene (0-2) kunne blitt bestemt bedre for å lettere skille mellom hva som regnes som tom, noe innhold og full magesekk.

Mageinnholdet ble undersøkt og notert ned for å undersøke hva rognkjeksen har spist, og for muligheten til å observere forandringer gjennom forsøksperioden.

Den store bildebanken som ble opparbeidet gjennom undersøkelsene på både død og avlivet rognkjeks, gjorde det lettere å se rognkjeksen vokse og forandre seg gjennom forsøksperioden, samt å studere leverfarger og fargeforandringer, ytre og indre velferdsparametre, og sammenligne fiskene.

4.3.3 Utvalg av kriterier for avlivet rognkjeks

Siden de avlivede fiskene var nyligere avdød enn de naturlig døde, åpnet det for grundigere undersøkelser med OVI-score for hud, sår, halefinne, andre finner, øyeskade, katarakt, snute- og munnskade og underkjevedeformitet (Espmark et al., 2019). Siden uttaket av avlivet rognkjeks ble gjort for kontroll og sammenligning med de døde, var det ikke nødvendig å se på andre velferdsparametre til f.eks. hjerte og nyre da disse ikke ble studert blant de døde rognkjeksene.

4.4 Undersøkelser av død rognkjeks

Hudskader og sår kan skyldes fysisk skade gjennom håndtering (Gutierrez Rabadan, Spreadbury, Consuegra, & Garcia de Leaniz, 2020). Det reelle tallet for skader og sår er antakeligvis høyere enn det som ble registrert, men da med lavere alvorlighetsgrad. Alle større sår og skader ble notert ned og telt opp, men siden rognkjeks i best forvaltning ble valgt ut der dødeligheten var høy nok til dette, kan fisk med større sår blitt valgt vekk, og har derfor ikke blitt observert.

Finneslitasje og splittede finner ble registrert hos 63 av 251 fisk, men det reelle tallet er trolig enda høyere, da mindre alvorlige tilfeller (tilsvarende OVI score 1) kan ha blitt oversett i flere tilfeller da sjekk av finner ikke var en eksplisitt del av undersøkelsene. Individuer med finneslitasje eller splittede finner, hadde som oftest slitasje og splitt i mer enn én finne. De mest alvorlige tilfellene var observert i løpet av de første ukene, trolig fordi de alvorlige finneskadene var en signifikant del av dødsårsaken til disse individene, slik at de ikke levde lenge. Finneskade kan skyldes aggresjon og stress som kan reduseres med riktig bruk av skjul og regelmessig sortering. Forbedringer i dietten, on-demand fôringssystem, og

stressreducerende røkting har vist seg til å være effektivt hos andre fiskearter, og kan trolig være gunstig hos rognkjeks (Gutierrez Rabadan, Spreadbury, Consuegra, & Garcia de Leaniz, 2020).

Det ble ikke registrert deformert sugekopp for mer enn et par rognkjeks. De fleste deformiteter blir oppdaget før rognkjeks settes ut i merd, så det er ikke forventet høy forekomst av sugekoppdeformitet eller andre deformiteter for rognkjeks i merd. Tallet kan likevel være lavere enn realiteten på grunn av kunnskapsmangel på hvordan en velutviklet sugekopp skal se ut, samt at kontroll av sugekopp var ikke en eksplisitt del av undersøkelsene.

4.4.1 Kondisjonsfaktor

Kondisjonsfaktor ble regnet ut med Fultons formel da det foreløpig er den mest brukte formelen for kroppskondisjon. Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor var litt lav i uke 4, men økte etter en periode i merd. Den holdte seg relativt stabil fra uke 7 til 14. Fultons formel for kondisjonsfaktor er omdiskutert til bruk for rognkjeks, da rognkjeksens form blir rundere etterhvert som den vokser, og Fultons formel passer bedre til fiskearter som holder en relativt lik kroppsform gjennom livet. Noen velger heller å regne ut relativ vekt (W_r) som et mål på kroppskondisjon (Gutierrez Rabadan, Spreadbury, Consuegra, & Garcia de Leaniz, 2020), men formelen for dette er mer avansert enn Fultons formel og er vanskeligere å bruke.

4.4.2 Leverfarge og HSI

Leverfarge 5-6 kan være en indikasjon på lavt innhold av fett, og kan tyde på at rognkjeksen har redusert velferd og dårligere fôringsbetingelser. Farger fra 1-4 indikerer gode fôringsbetingelser (Eliassen m. fl., 2020). Siden det ble observert lever i fargene 1-4, men ingen i farge 5 eller 6, tyder dette på et godt fôringsregime. Marmorert lever kan oppstå på grunn av perfuksjonsavvik, og kan gjennom hindret venøst avløp utvikle seg til stuvningslever. Petekkier skyldes skade på karveggen (Austad, Boissonnot, Stensby-Skjærvik, & Sakariassen, 2021).

Gjennom ukene var det tydelig at leveren vokste. Undersøkelsene i de første par ukene var utfordrende siden de små leverene var vanskelig å ta ut for å veies. Leveren gikk lett i

oppløsning ved forsøk på fjerning, og det kunne være igjen små biter. Den registrerte vekten kunne derfor være noe lavere enn den reelle levervekten. I de senere ukene var leveren flere ganger større enn før, og var mye lettere å fjerne og veie. Det ble også lettere å observere fargeforandringer.

HSI økte gjennom forsøksperioden, som forteller at leveren var større i forhold til vekt senere i forsøket sammenlignet med første uke, og kan indikere at individene hadde spist godt.

4.4.3 Mageinnhold og fôringsvaner

Observasjoner gjort i magesekken tyder på at rognkjeksen spiser godt med fôr fra fôringsautomatene. Det ble ikke funnet laksefôrpelletts i magesekkene, men det kan være en mulighet for at rognkjeksen kunne ha spist noe av fragmentene av laksefôret som hadde løsnet fra selve pelleten, eller at rognkjeksen spiste pellet fra laks som var gått i oppløsning på bakgrunn av overføring. Funn av laksefôrpelletts blir mer sannsynlig senere i utsettet når rognkjeksen blir store nok til å kunne bite over pelleten. Et fåtall av den døde rognkjeksen hadde spist alger og naturlig føde fra vannmassene, men de aller fleste med innhold i magesekken hadde spist rognkjeksfôr.

I videoopptaket som ble tatt i merden ble det observert større grupper av rognkjeks under og i nærheten av fôringen. På opptakene kunne man tydelig se at rognkjeksen hadde funnet ut hvor fôret kom fra, og når de ble fôret (tabell 14). Det var lettere å observere rognkjeks fra merden når fôringen gikk, da rognkjeks trakk seg opp og nærmere utløpet til fôrslangen. Fôringsslangen var plassert mellom skjulkorridorene, noe som samsvarer med anbefalingene om å begrense fôring av rognkjeks til avlusningsområdet (Maroni & Sigstadstø, 2015). På opptakene kan man tydelig se store samlinger av rognkjeks under fôringsslangen, det at rognkjeks holder seg i skjulområdet er et tegn på at den muligens beiter etter lakselus. Det ble observert rognkjeks rundt fôrblokkene nær notveggen, noe som kan ha negativ innvirkning på lusebeitingen. Når rognkjeks trekker ut mot notveggen, vil færre rognkjeks holde seg i skjulområdet for å beite lus. Rognkjeks som trekker ut fra skjulene, kan også endre beiteområde og finne annen føde i organismer i groe på notveggen som blir byttet ut med lus. Det vil derfor være viktig å gjennomgå notspyling gjenvlig, så nota holdes ren og fri fra groe (Eliassen, Danielsen, Johannesen, Joensen, & Patursson, 2018).

Det at det ble funnet mange fulle magesekker med fôr, viser at rognkjeksene spiser fram til den dør, og slutter ikke å spise til tross for dårligere helse.

4.5 Forskjeller mellom død og avlivet rognkjeks

Til tross for scoringer over 0 på noen OVI, var de avlivede individene i generelt bedre stand enn de døde, spesielt sammenlignet med døde fisk fra tidligere undersøkelser. De mest alvorlige scoringene var score 3 for halefinne for to individer, men selv ved det mest alvorlige tilfellet av halefinneslitasje, var ikke halefinnen helt slitt vekk, og de andre finnene hadde liten grad slitasje. For ytre velferdsparametre som sår og hud, var resultatene omtrent like blant de avlivede og naturlig døde fra samme undersøkelse, som kan indikere at den tilstanden til den døde rognkjeksene kan si noe om tilstanden til den resterende rognkjeksene i merda, men prøveuttaket var lite, og et større prøveuttak måtte blitt gjort for å kunne sammenligne bedre.

Den hyppige forekomsten av fargeforandringer i de avlivede individenes lever sammenlignet med de døde kan være tilfeldig da det var et lite utvalg av levende fisk som ble plukket ut til avlivning og undersøkelse. Det er likevel interessant å se så mørke og tydelige fargeforandringer blant avlivet rognkjeks, når store deler av den døde rognkjeksene hadde ensfarget eller tilnærmet ensfarget lever. Uttaket er for lite til å kunne si noe om den resterende rognkjeksens generelle tilstand basert på fargeforandringene i de avlivede rognkjeksenes lever.

Mageinnholdet til de avlivede individene hadde stor diversitet, og viste at den levende rognkjeksene beiter på naturlige organismer i merden. Dette støtter litteratur om at rognkjeksene er opportunist. På grunn av de store forskjellene i mageinnhold mellom død og avlivet, kan det tyde på at rognkjeksene som overlever er bedre tilpasset et liv i merda, og forsyner seg av mer av det omgivelsene tilbyr, og ikke bare rognkjeksfôr. Kanskje den overlevende rognkjeksene har større interesse for å spise lus, og bidrar til å holde lusetallene nede, i motsetning til den døde som stort sett spiste rognkjeksfôr. Dette kan gi en forklaring på at det ikke ble funnet lus i magesekken på en eneste død rognkjeks. Det ble heller ikke funnet lus i magen på de avlivede, men uttaket var lite, og et større uttak av avlivede rognkjeks kunne gitt tydeligere svar.

4.6 Atferd hos rognkjeks i merd

Bruk av ROV i merd gjorde det mulig å observere rognkjeksens atferd. Opptakene gjorde det mulig å se hvor de oppholdt seg, og det var mulig å observere fôringsvaner. Det ble observert rognkjeks i rensefiskskjulene. Rognkjeks ser på rensefiskskjulene som et trygt oppholdssted, da det dekker behovet for å ha et skjul mot predatorer (Johannesen, Joensen, & Magnussen, 2018). Rognkjeksens bruk av rensefiskskjulet som oppholdssted kan også ha sammenheng med tilgang til fôret i dette området. På opptakene var det flere rognkjeks som kretset rundt rensefiskskjulene, og rognkjeks som svømte i rekker under fôringslange.

Lignende atferd i de ulike merdene på opptakene gjør at resultatene kan sees på som relativt pålitelige, selv om ROV ble ikke brukt over flere dager eller timer. Likevel kan ikke bildene i oppgaven vise mer enn akkurat hva som hendte i øyeblikket de ble tatt, som gjør resultatene fra opptakene noe tilfeldige.

4.7 Vurdering om metoden kan benyttes på død rognkjeks

Nylig avdøde rognkjeks kan måles for lengde, høyde, omkrets, og vekt uten utfordringer. På grunn av mulig opptak av vann etter dødsfall kunne det bli antatt at rognkjeks ville få vektforandring etter død, men resultatene tyder på at de døde var representative når det kommer til vekt, og fulgte samme vekstkurve som de levende frem til de dør. Metoden kan forenkles ved å la være å måle høyde og omkrets, da dette er tidkrevende og i mange tilfeller unødvendig.

Nylig avdøde rognkjeks er i god nok forfatning til å kunne undersøkes for ytre velferdsindikatorer med score som hud, sår, halefinne, andre finner, snute- og munnskade og underkjevedeformitet, og kan sammenlignes med bedøvet rognkjeks. Øyne antas å ikke kunne bli undersøkt for død rognkjeks.

Resultatene tyder på at indre undersøkelser av død rognkjeks for mageinnhold, levervekt, leverfarge og observasjoner av indre blødning kan gjøres på lik linje som på avlivet rognkjeks. Observasjoner av ascites (væskeansamling) og avmagring kan ikke gjøres på død rognkjeks på grunn av mulig væskeopptak etter død. Ved å bruke nylige døde rognkjeks til undersøkelser, kan unødig avlivning av friske rognkjeks reduseres.

4.8 Konklusjon

- Nyelig avdøde rognkjeks kan vurderes etter operative velferdsindikatorer, med unntak av scoringer for øyne, avmagring, og ascites. Scoringer for ytre velfersparametre som hud, sår, halefinne, andre finner, snute- og munnskade og underkjevedeformitet kan undersøkes likt på nyelig avdød rognkjeks som bedøvet eller avlivet rognkjeks.
- Undersøkelsesmetoden gjort i oppgaven kan gjøres enklere ved å kun måle vekt og lengde som størrelsesmål, og la være å måle individenes høyde og omkrets.
- Den døde rognkjeksens vekt følger samme vekstkurve som den overlevende rognkjeksens, og vekten til død rognkjeks kan brukes til å dokumentere utsettets vekstkurve.
- Mageinnholdet til dødfisk ga informasjon om at rognkjeks spiser inntil den dør.
- Det varierte mageinnholdet til avlivet rognkjeks bekreftet at rognkjeksens er opportunist.
- Den lave dødeligheten under forsøksperioden bekrefter at rognkjeks trives i temperaturer på rundt 6-7 grader.

REFERANSER

Austad, M., Boissonnot, L., Stensby-Skjærvik, S., & Sakariassen, T. E. (2021). *Oppfølging av rognkjeks i sjø*. Aqua Kompetanse.

Avlusing kan føre til økt dødelighet hos rognkjeks. (2020). Hentet 19. Mai, 2022, fra Aqua

Kompetanse AS:

<https://aqua-kompetanse.no/avlusing-kan-fore-til-okt-dodelighet-hos-rognkjeks/>

Berg, T. (31. Mai, 2017). Slik fungerer avlusninga - og så mye koster den å utføre. Hentet 14.

Mai, 2022, fra iLaks:

<https://ilaks.no/slik-fungerer-avlusninga-og-sa-mye-koster-den-a-utfore/>

Eliassen, K., Danielsen, E., Johannesen, Á., Joensen, L. L., & Patursson, E. J. (2018). The cleaning efficacy of lumpfish (*Cyclopterus lumpus* L.) in Faroese salmon (*Salmo salar* L.) farming pens in relation to lumpfish size and seasonality. *Aquaculture*, 488, 61–65. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.01.026>

Eliassen, K., Patursson, E. J., McAdam, B. J., Pino, E., Morro, B., Betancor, M., ... Rey, S. (2020). Liver colour scoring index, carotenoids and lipid content assessment as a proxy for lumpfish (*Cyclopterus lumpus* L.) health and welfare condition. *Scientific Reports*, 10(1), 8927. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-65535-7>

Er det mulig å bruke rensfisk på en etisk og velferdsmessig forsvarlig måte i norske oppdrettsanlegg? (31. Desember, 2020). Hentet 18. Mai, 2022, fra Rådet for

dyreetikk:

https://www.radetfordyreetikk.no/er-det-mulig-a-bruke-rensefisk-pa-en-etisk-og-velferdsmessig-forsvarlig-mate-i-norske-oppdrettsanlegg/?fbclid=IwAR0pWGuLBcMw5__AyswdjOSPZGN4SLKa1Qd1Roh5QhF--uTyEEgAxiTdjJY

Espmark, Å. M., Noble, C., Kolarevic, J., Berge, G. M., Aas, G. H., Tuene, S., ... Lein, I. (2019). Velferd hos rensefisk - operative velferdsindikatorer (OVI) - RENSVEL. I *Nofima*. Nofima. Hentet fra Nofima:

<https://nofimaas.sharepoint.com/sites/public/Cristin/Rapport%2012-2019.pdf?ga=1>

Forskrift om bekjempelse av lakselus i akvakulturanlegg. (2012) Grenser for lakselus og tiltak m.v. (LOV-2012-06-17) Hentet fra

<https://lovdata.no/forskrift/2012-12-05-1140/§9>

Gutierrez Rabadan, C., Spreadbury, C., Consuegra, S., & Garcia de Leaniz, C. (2020).

Development, validation and testing of an Operational Welfare Score Index for farmed lumpfish *Cyclopterus lumpus* L. *Aquaculture*, 531(735777), 735777.

<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735777>

Hjelvik, C. V. (2019). *Rognkjeks i fullskala laksemerder* (Bacheloroppgave). NTNU.

Hva er rensefisk? | BioMar. (n.d.). Hentet 16. Mai, 2022, fra www.biomar.com:

<https://www.biomar.com/no/norway/produkter-og-arter/rensefisk/>

Imslund, A. K. D., Hanssen, A., Nytrø, A. V., Reynolds, P., Jonassen, T. M., Hangstad, T. A.,

... Mikalsen, B. (2018). It works! Lumpfish can significantly lower sea lice

infestation in large-scale salmon farming. *Biology Open*, 7(9), bio036301.

<https://doi.org/10.1242/bio.036301>

Imslund, A. K., Reynolds, P., Eliassen, G., Hangstad, T. A., Foss, A., Vikingstad, E., &

Elvegård, T. A. (2014). The use of lumpfish (*Cyclopterus lumpus* L.) to control sea

lice (*Lepeophtheirus salmonis* Krøyer) infestations in intensively farmed Atlantic

salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture*, 424-425, 18–23.

<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.12.033>

Imslund, A. K., Reynolds, P., Eliassen, G., Hangstad, T. A., Nytrø, A. V., Foss, A., ...

Elvegård, T. A. (2015). Feeding preferences of lumpfish (*Cyclopterus lumpus* L.)

maintained in open net-pens with Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture*, 436,

47–51. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.10.048>

Jensen, P. M. (6. Mars, 2018). Med ett grep kan du få betydelig bedre effekt av rognkjeksen -

Kyst.no. Hentet 16. Mai, 2022, fra www.kyst.no:

<https://www.kyst.no/article/med-ett-grep-kan-du-faa-betydelig-bedre-effekt-av-rognkjeksen/>

Johannesen, A., Joensen, N. E., & Magnussen, E. (2018). Shelters can negatively affect

growth and welfare in lumpfish if feed is delivered continuously. *PeerJ*, 6, e4837.

<https://doi.org/10.7717/peerj.4837>

Kristoffersen, A. N. (16. Oktober, 2019). Slik får du rensefisken til å levere optimalt. Hentet

14. Mai, 2022, fra blog.akvagroup.com:

<https://blog.akvagroup.com/no/slik-far-du-rensfisken-til-a-levere-optimalt>

Lilleholt Kraugerud, R. (14. Mars, 2022). Verdt å vite om rensefisk. Hentet 14. Mai, 2022, fra

Nofima: <https://nofima.no/fakta/verdt-a-vite-om-rensfisk/>

Lusespisere trenger mer enn lus. (2022). Hentet 14. Mai, 2022, fra Skretting:

<https://www.skretting.com/no/nyheter/lusespisere-trenger-mer-enn-lus/>

Maroni, K., & Sigstadstø, E. (2015). Rensefisk Nytt fra FHF. *Fiskeri- Og*

Havbruksnæringens Forskningsfond, (1).

Mortensen, A., Johansen, R. B., Hansen, Ø. J., & Puvanendran, V. (2020). Temperature preference of juvenile lumpfish (*Cyclopterus lumpus*) originating from the southern and northern parts of Norway. *Journal of Thermal Biology*, 89, 102562.

<https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2020.102562>

Patel, D. M., Bhide, K., Bhide, M., Iversen, M. H., & Brinchmann, M. F. (2019). Proteomic and structural differences in lumpfish skin among the dorsal, caudal and ventral regions. *Scientific Reports*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-43396-z>

Program rensefisk: Bruk av rognkjeks i merd. (1. Juni, 2017). Hentet 14. Mai, 2022, fra

[www.fhf.no: https://www.fhf.no/prosjekter/prosjektbasen/900979/](https://www.fhf.no/prosjekter/prosjektbasen/900979/)

Risikorapport norsk fiskeoppdrett 2021 - risikovurdering. (2. September, 2021). Hentet 16.

Mai, 2022, fra Havforskningsinstituttet:

<https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-2021-8>

Rognkjeks/rognkall. (28. Mars, 2019). Hentet fra Havforskningsinstituttet:

<https://www.hi.no/hi/temasider/arter/rognkjeks-rognkall>

Sandvik, A. D., Dalvin, S., Skern-Mauritzen, R., & Skogen, M. D. (2021). The effect of a warmer climate on the salmon lice infection pressure from Norwegian aquaculture.

ICES Journal of Marine Science, 78(5), 1849–1859.

<https://doi.org/10.1093/icesjms/fsab069>

Sommerset I, Walde C S, Bang Jensen B, Wiik-Nielsen J, Bornø G, Oliveira VHS, Haukaas A og Brun E. Fiskehelse rapporten 2021, Veterinærinstituttets rapportserie nr. 2a/2022, utgitt av Veterinærinstituttet 2022

Stien, L., Kristiansen, T., Waagbø, R., Saele, Ø., Sandlund, N., & Nilsson, J. (2019).

Risikorapport norsk fiskeoppdrett. Hentet fra

https://www.hi.no/resources/kunnskapsstatus-risikorapportar/2019/Kap_7_Dyrevelferd-i-norsk-fiskeoppdrett.pdf

VEDLEGG

Dato		Merd 3	Merd 4	Merd 5	Merd 6	Merd 7	Merd 8
24.01.2022	Bevegelig	0,3	0,8	0,1			0,2
24.01.2022	Skotte	0,1		0,1	0,3	0,3	0,4
24.01.2022	Kjønnsmoden						
24.01.2022	Fast						
31.01.2022	Bevegelig	0,1	0,4	0,1	0,1	0,6	0,6
31.01.2022	Skotte				0,2	0,2	0,2
31.01.2022	Kjønnsmoden	0,1	0,1				
31.01.2022	Fast	0,1				0,2	0,2
07.02.2022	Bevegelig	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,15
07.02.2022	Skotte		0,1	0,1	0,3		
07.02.2022	Kjønnsmoden		0,1	0,2			
07.02.2022	Fast		0,1				
14.02.2022	Bevegelig	0,4	0,3	0,4	0,2	0,3	0,3
14.02.2022	Skotte	0,1	0,3	0,1	0,2	0,1	0,1
14.02.2022	Kjønnsmoden		0,2	0,1			
14.02.2022	Fast		0,1				
21.02.2022	Bevegelig	0,1			0,2		
21.02.2022	Skotte		0,4	0,4	0,1	0,6	0,6
21.02.2022	Kjønnsmoden						
21.02.2022	Fast						
28.02.2022	Bevegelig	0,2	0,3	0,5	0,2	0,3	0,3
28.02.2022	Skotte	0,05			0,05		
28.02.2022	Kjønnsmoden	0,1	0,15	0,15	0,05		
28.02.2022	Fast			0,1	0,1		
07.03.2022	Bevegelig	0,2	0,5	0,3	0,5	0,1	0,1
07.03.2022	Skotte		0,1	0,1	0,1		
07.03.2022	Kjønnsmoden		0,1	0,1	0,1		
07.03.2022	Fast		0,2		0,1		
14.03.2022	Bevegelig	0,6	0,2	0,3	0,3	0,2	0,7
14.03.2022	Skotte	0,1		0,1	0,1		
14.03.2022	Kjønnsmoden		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
14.03.2022	Fast	0,1	0,1				0,1
21.03.2022	Bevegelig	0,8	0,8	0,8	0,1	0,4	0,4
21.03.2022	Skotte	0,7	0,4	0,4	0,2	0,1	0,1
21.03.2022	Kjønnsmoden	0,2					
21.03.2022	Fast						
28.03.2022	Bevegelig	1		1,3	0,5	0,67	0,3
28.03.2022	Skotte	0,2	0,3				
28.03.2022	Kjønnsmoden			0,2			
28.03.2022	Fast	0,1	0,8				0,1
04.04.2022	Bevegelig	0,9	0,6	0,4	0,6	0,48	0,1
04.04.2022	Skotte	0,09	0,2			0,1	
04.04.2022	Kjønnsmoden		0,2			0,1	
04.04.2022	Fast	0,09		0,09			

Vedlegg 1. Lusetall gjennom forsøksperioden

