



## Bruk av rognkjeks i merd



Akvaplan-niva AS Rapport: 6839 - 1

**This page is intentionally left blank**

<b>Rapporttittel:</b> Bruk av rognkjeks i biologisk avlusning i semi-kommersiell og produksjonsskala	
<b>Forfattere</b> Albert Imsland, Ane V. Nytrø	<b>Akvaplan-niva rapport nr / report no</b> 6839 - 1
	<b>Dato / Date</b> 06.07.2017
	<b>Antall sider / No. of pages</b> 73
	<b>Distribusjon / Distribution</b> Åpen
<b>Prosjektgruppe:</b> Akvaplan-niva: Ane Nytrø, Albert Imsland Gifas: Patrick Reynolds, Gerhard Eliassen NIFES: Kristin Hamre Nordlaks: Tor Anders Elvegård, Bjarne Johansen, Tommy Hansen Lerøy Aurora: Anna Hanssen, Bjørn Mikalsen Engesund fiskeoppdrett: Svein-Eivin Gilje, Lisa Instefjord Gilje	
<b>Oppdragsgiver / Client</b> FHF	<b>Oppdragsg. referanse / Client's reference</b> 900979
<p>Denne rapporten er sluttrapport for FHF-prosjektet " Bruk av rognkjeks i merd" (FHF-prosjekt 900979) med hovedmål å optimalisere bruken av rognkjeks som biologisk avlusningmetode i merd. Prosjektet har foretatt omfattende registreringer og uttestinger av rognkjeksens egenskaper i laksemerd, med fokus på fôring, miljø, begroing av not, innblandingsprosent av rognkjeks, rognkjeksens evne til å "lære" å spise lus og adferdssamspill mellom rognkjeks og bergnebb. I tillegg er det rapportert om erfaringer fra bruk av rognkjeks i kombinasjon med andre ikke-medikamentelle metoder.</p>	
<b>Faglig ansvarlig</b>	<b>Prosjektleder/Kvalitetskontroll</b>
	
Ane Vigdisdatter Nytrø	Albert Imsland
_____	_____

## INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Bakgrunn og målsetting .....	6
2	Introduksjon.....	7
	SAMMENDRAG FRA PROSJEKTET .....	8
	VEDLEGG: .....	13
	AP 1. OPPSUMMERENDE RAPPORT (BASERT PÅ TIDLIGERE FORSØK).....	14
	AP 2 UTVIKLING AV BIOLOGISKE OG TEKNOLOGISKE DRIFTSPROTOKOLLER FOR AVLUSNING MED ROGNKJEKS I MERD .....	25
	AP 2.1: Rognkjeksstørrelse og beiteeffektivitet .....	25
	AP 2.2: Begroing av not og beiteeffektivitet .....	32
	AP 2.3: Karlegging av døgn- og miljøvariasjon i predasjonsaktivitet .....	37
	AP 2.4: Læringseffekt hos rognkjeks og sameksistens med bergnebb.....	43
	AP 3: STORSKALAFORSØK MED ROGNKJEKS I MERD .....	50
	AP 3.1 og 3.2 Innblandingsprosent av rognkjeks og kombinasjonsbruk med rognkjeks og luseskjørt.....	52
	AP3.1 og 3.3 Forskjellig innblanding av rognkjeks, overvintring av rognkjeks i merd. ....	63
	AP 3.2 Kombinasjonsbruk av rognkjeks og luseskjørt (pilotforsøk hos Engesund Fiskeoppdrett).....	73

© 2016 Akvaplan-niva AS. Rapporten kan kun kopieres i sin helhet. Kopiering av deler av rapporten (tekstutsnitt, figurer, tabeller, konklusjoner, osv.) eller gjengivelse på annen måte, er kun tillatt etter skriftlig samtykke fra Akvaplan-niva AS.

# 1 Bakgrunn og målsetting

Denne rapporten er sluttrapport for FHF-prosjektet " Bruk av rognkjeks i biologisk avlusning i semi-kommersiell og produksjonsskala" FHF prosjektnummer 900979 med Eirik Sigstadstø som faglig ansvarlig hos FHF. Prosjektet ble gjennomført av Akvaplan-niva v/ Albert Imsland som prosjektleder og Ane Vigdisdatter Nytrø som faglig ansvarlig i samarbeid med Gifas v/ Patrick Reynolds og Gerhard Eliassen og NIFES v/ Kristin Hamre. I tillegg har det vært samarbeid med flere kommersielle lakseoppdrettere i prosjektperioden inkludert: Nordlaks v/ Bjarne Johansen og Tommy Hansen, Lerøy Aurora v/ Anna Hanssen og Bjørn Mikalsen og Engesund fiskeoppdrett v/ Svein-Eivin Gilje, Grethe Adoff.

Styringsgruppen for prosjektet bestod av Tor Anders Elvegård, Nordlaks Oppdrett AS, Lisa Instertfjord, Engesund fiskeoppdrett AS og Anna Hanssen fra Lerøy Aurora AS.

Prosjektet tok for seg fire arbeidspakker (AP):

AP 1: Gjennomgang av resultater og observasjoner fra tidligere prosjekt som legges til grunn for videre forsøksvirksomhet.

AP 2: Gjennomføring av fire småskalaforsøk som tar for seg forskjeller mellom lusespising avhengig av rognkjeksstørrelse, begroing av nøter og fôrpreferanser i merd, sammen med muligheten for å "lære" rognkjeks å spise lus før utsett.

AP 3: Storskalaforsøk i merd med laks hvor hovedmålet var å følge opp grupper med forskjellige innblandingsprosent av rognkjeks gjennom en produksjonssyklus med jevnlig lusetellinger og vekstundersøkelser. I tillegg foretok en registreringer under overvintring av rognkjeks i laksemerd og undersøkte kombinasjonsdrift med rognkjeks og luseskjørt.

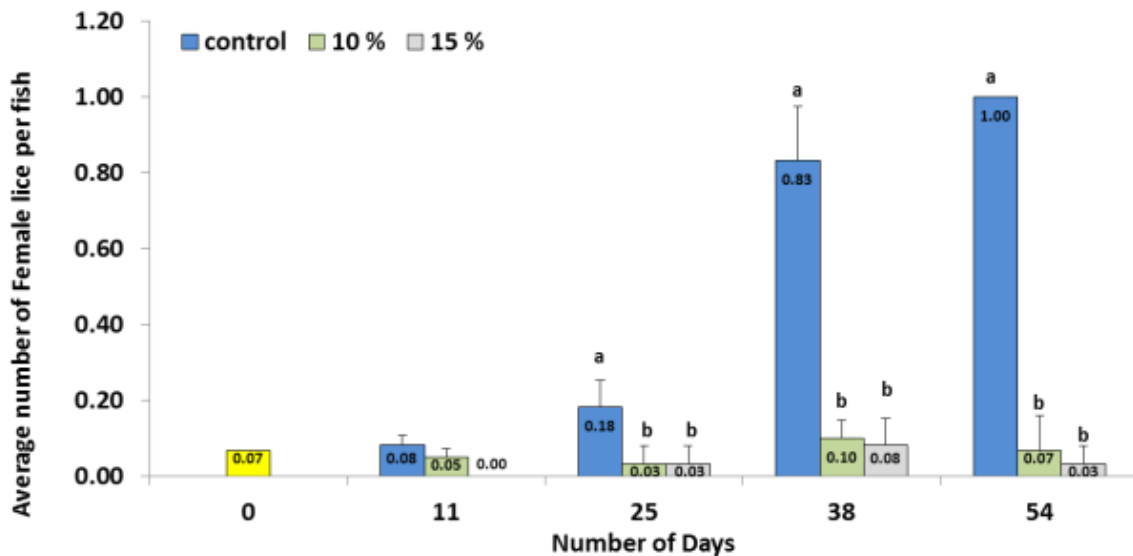
AP 4: Koordinering av prosjektet, møter med styringsgruppen, dialogkonferanser og kunnskapsspredning gjennom møter, konferanser og publisering.

Hovedmålet med prosjektet var å utvikle en fullskala protokoll for bruk av rognkjeks som biologisk avlusningsmetode, som en viktig del av en helhetlig bekjempelsesstrategi mot lakselus. Prosjektet hadde følgende delmål:

- Å foreta en grunnleggende gjennomgang av tidligere forsøk for å undersøke effekten av forskjellige innblandingsprosenter av rognkjeks i merd med laks og status i bruk av rognkjeks i merd.
- Å kartlegge beiteeffektiviteten hos rognkjeks i tre størrelsesgrupper (20, 50 og 100 g). Kartlegging av adferd i merd.
- Å undersøke samspill mellom ulike rensefiskarter.
- Kartlegging av døgn- og miljøvariasjon i lusebeiteaktivitet hos rognkjeks.
- Tilvenning av rognkjeks under tidlig juvenil fase og effekt på senere lusespising.
- Utprøve kombinasjonsbruk av luseskjørt og rognkjeks.
- Gjennomføre storskalaforsøk for å undersøke effekten av forskjellige innblandingsprosenter av rognkjeks i merd under kommersielle forhold.
- Undersøke overvintring av rognkjeks i merd.
- Å formidle resultater i åpen sluttrapport, samt protokoller for bruk ved oppdatering av rensefiskveiledere. Formidling av resultater på rensefiskmøter og aktuelle workshops (AP 1-4).

## 2 Introduksjon

Rensefisk er et viktig alternativ eller supplement til medikamentelle eller mekaniske avlusningsmetoder av laks i merd, og har vist seg å være effektiv lusespiser også ved lave temperaturer. NFR-prosjektet NORDLUS (187291/E40) ga meget lovende resultater for arten som oppdrettsfisk og lusespiser (Imsland et al. 2014a-c; 2015a-b). Det ble i prosjektet vist markante forskjeller i lusepålegg mellom merd med og uten rognkjeks (Fig. 1). Dette gjaldt for alle lusestadiene, men spesielt for de voksne stadier. Det er behov for mer kunnskap for å utvikle en mer fullstendig protokoll for bruk av rognkjeks til avlusning, og uttesting av slike protokoller i fullskala samarbeid med industrien.



**Fig. 1.** Antall voksne hunnlus på laks (gjennomsnittsvekt 600 g) oppdrettet i merd uten rognkjeks (blå søyler), og med 10 % (grønne søyler) og 15 % (grå søyler) innslag av rognkjeks i merden. Signifikante forskjeller finnes fra dag 25 og ved slutt er det 90-97 % mindre lus på laks i merder med rognkjeks (Imsland et al. 201a).

Rognkjeks er allsidig i matfatet og de første observasjonene gjort av oppdrettere og i tidlige forsøk allerede i 2001 (Willumsen, 2001) tydet på at rognkjeks spiste lus fra oppdrettslaks. Til tross for relevansen for industrien, finnes det veldig lite vitenskapelig begrunnet publisert kunnskap rundt bruken av rognkjeks til biologisk avlusning. Innføring av en bedre praksis for kontroll med lus vil sannsynligvis føre til store økonomiske gevinster i form av bedre vekst og redusert nedgradering av laks. I tillegg vil redusert antall lus føre til redusert stress hos laksen i oppdrettsmerdene, med positive effekter på fiskevelferd og bedre omdømmet for oppdrettsnæringen.

Dokumentasjon på rognkjeksens funksjon som lusespiser under fullskala produksjonsforhold er svært begrenset og fragmentert. Tidligere forsøk (NORDLUS, 187291/E40 NFR) har indikert store forskjeller på lusenivå i grupper ved innblanding av rognkjeks på henholdsvis 3,75 og 7 %. Tilsvarende forsøk med berggyllt (900482) har vist gode resultater. Etterspørselen fra lakseoppdrettere om dokumentasjon og kunnskap om egenskapene hos rognkjeks som lusespiser og protokoller for optimalt hold i merd blir stadig viktigere.

# Sammendrag fra prosjektet

---

Prosjektet har gått over tre år fra 2014 til 2017 og omfatter en lang rekke forsøk med rognkjeks og oppfølging av fullskala lakseoppdrett hvor rognkjeks har blitt brukt i bekjempelse og kontroll av lakselus. Leveransene i prosjektet er derfor omfattende. Hovedleveransen er en protokoll publisert på "lusedata.no" for fullskala bruk av rognkjeks som biologisk avlusningsmetode basert på kunnskapen generert i prosjektet. Resultatene fra prosjektet er ellers publisert i egne rapporter og publikasjoner i Norske bransjetidsskrift og internasjonale vitenskapelige tidsskrift. Oversikt over leveranser er oppgitt nedenfor.

## Oversikt over alle leveranser i prosjektet:

<i>Veileder for bruk og hold av rognkjeks i merd (se også <a href="http://www.fhf.no/prosjektdetaljer/?projectNumber=901258">http://www.fhf.no/prosjektdetaljer/?projectNumber=901258</a>)</i>
<i>Peer review publikasjoner</i>
Imsland, A.K., Reynolds, P., Eliassen, G., Mortensen, A., Hangstad, T.A., Jónsdóttir, Ó.D.B., Emaus, P.A., Elvegård, T.A., Lemmens, S.C.A., Rydland, R., Nytrø, A.V., Jonassen, T.M. 2016. Effects of lumpfish size on foraging behaviour and co-existence with sea lice infected Atlantic salmon in sea cages. <i>Aquaculture</i> <b>465</b> , 19-27.
Imsland, A.K., Reynolds, P., Eliassen, G., Hangstad, T.A., Jónsdóttir, Ó.D.B., Elvegård, T.A., Lemmens, S.C.A., Rydland, R., Nytrø, A.V., 2016. Investigation and quantification of behavioural interactions between lumpfish ( <i>Cyclopterus lumpus</i> ) and Goldsinny ( <i>Ctenolabrus rupestris</i> ) under controlled conditions. <i>Aquaculture International</i> <b>24</b> , 1509-1521.
Powell, A, Treasurer, J.W., Pooley, C.L., Keay, A.J., Lloyd, R., Imsland, A.K., Garcia de Leaniz, C. Cleaner fish for sea-lice control in salmon farming: challenges and opportunities using lumpfish. <i>Reviews in Aquaculture</i> (in press).
<i>Populærvitenskapelige publikasjoner</i>
Nytrø, A.V., Foss, A., Imsland, A.K. 2015. Rognkjeks: den perfekte lusekjemperen? <i>Norsk Sjømat</i> 5-2015, 12-14.
Reynolds, P., Imsland, A.K., Eliassen, G., Mortensen, A., Hansen, Ø.J., Puvanendran, V., Hangstad, T.A., Jónsdóttir, Ó.D.B., Emaus, P.A., Elvegård, T.A., Lemmens, S.C.A., Rydland, R., Nytrø, A.V., Jonassen, T.M. 2016. Bruk av rognkjeks og bergnebb samtidig. <i>Norsk fiskeoppdrett</i> nr. 8 2016, pp. 74-77.
Reynolds, P., Imsland, A.K., Eliassen, G., Mortensen, A., Hansen, Ø.J., Puvanendran, V., Hangstad, T.A., Jónsdóttir, Ó.D.B., Emaus, P.A., Elvegård, T.A., Lemmens, S.C.A., Rydland, R., Nytrø, A.V., Jonassen, T.M. 2016. Infeksjonsnivåer av lakselus og fôringspreferanser hos rognkjeks. <i>Norsk fiskeoppdrett</i> nr. 11 2016, pp. 40-43.
Reynolds, P., Imsland, A.K., Eliassen, G., Mortensen, A., Hansen, Ø.J., Puvanendran, V., Hangstad, T.A., Jónsdóttir, Ó.D.B., Emaus, P.A., Elvegård, T.A., Lemmens, S.C.A., Rydland, R.,



Nytrø, A.V., Jonassen, T.M. 2016. Effekter av størrelsen på rognkjeks på beiteatferd og sameksistens med lakselusinfisert laks i merder. <i>Norsk fiskeoppdrett</i> nr. 8 2016, pp. 44-47.
<i>Bok kapitler</i>
Imslund, A.K. and Reynolds, P. 2017. Chapter 9 – Lumpfish deployment. In: <i>Cleaner Fish Biology and Aquaculture Applications</i> . (ed. Treasurer, J), 2 <sup>nd</sup> ed. 5M publishing, Oxford.
<i>Presentasjoner på møter</i>
Reynolds, P., Imslund, A.K., Eliassen, G., Hangstad, T.A., Nytrø, A.V., Foss, A., Vikingstad, E., Elvegård, T.A., 2014. The use of lumpfish ( <i>Cyclopterus lumpus</i> L.) to control sea lice ( <i>Lepeophtheirus salmonis</i> Krøyer) infestations in intensively farmed Atlantic salmon ( <i>Salmo salar</i> L.). 10 <sup>th</sup> International Sea Lice Conference 2014. Portland Maine USA, 1-5 September 2014 (poster and oral).
Imslund, A.K. 2014. Nytt fra forskningsfronten på rognkjeks. Sats Marint, Bergen 12 February 2014.
Imslund, A.K. 2014. Nytt fra forskningsfronten på rognkjeks. FHF cleanerfish workshop, Gardermoen 3-4 March 2014.
Reynolds, P., Imslund, A.K., Eliassen, G., Hangstad, T.A., Nytrø, A.V., Foss, A., Vikingstad, E., Elvegård, T.A. 2014. The use of lumpfish ( <i>Cyclopterus lumpus</i> L.) to control sea lice ( <i>Lepeophtheirus salmonis</i> Krøyer) infestations in intensively farmed Atlantic salmon ( <i>Salmo salar</i> L.). 10 <sup>th</sup> International Sea Lice Conference 2014. Portland Maine USA, 1-5 September 2014 (poster and oral).
Imslund, A.K. 2014. Bruk av rognkjeks i merd. FHF dialog meeting, Trondheim 18-19 November 2014.
Imslund, A.K. 2015. Bruk av rognkjeks i merd. FHF cleanerfish workshop, Oslo 28 April 2015.
Nytrø, A.V. 2016. Protokoll for bruk av rognkjeks i merd. Presentert på FHF rensefiskkonferansen 8. februar 2016, Gardermoen, Oslo.
Nytrø, A.V. 2016. Lumpfish: the road to successful deployment. Presented at Aquaculture Europe 16, Edinburgh, Scotland, 21 September 2016.

Sammenfattende rapporter for Arbeidspakkene i prosjektet (AP1, AP2 og AP3) er gitt som vedlegg, og en sammenfatning av de viktigste hovedfunnene i prosjektet er oppsummert her:

#### Innblanding av rognkjeks:

Prosjektet var det først til å dokumentere effekten av rognkjeks som lusespiser i fullskala laksemerder. Rognkjeks holdt nede nivået av kjønnsmodne hunnlus til nivåer lik eller lavere enn tellingen ved forsøksstart. Det ble vist at 10% og 15% innblanding ga den samme avlusningseffekten for bevegelige og kjønnsmodne hunner. Forsøket ga grunnlag for de første anbefalingene om innblandingsprosent. Det ble foreslått at kommende studier med rognkjeks burde teste lavere innblanding.

Oppfølgingsforsøk dokumenterte beiteaktivitet under fullskala produksjonsforhold samt effekten av ulike årstider, tetthet og størrelse på laks på lusebeiting hos rognkjeksene ved 3,75 og 7,5 % innblanding. Det oppsto i forsøket problemer med dødelighet, som generelt har vært et problem for rensefisk i merd, men til tross for stor dødelighet kunne en i gruppen på 3,75 % innblanding se en klar reduksjon i lusepåslag med ca. 50% mindre lus sammenlignet med kontroll gruppen. Dette ga grunnlag for anbefalinger om ytterligere reduksjon av innblandingsprosent, men forutsetter gode driftsforhold hvor rognkjeksene holdes i god kondisjon.

#### Variasjon i fødevalg:

Det kan være stor variasjon i hvor effektiv rognkjeks spiser lus og andelen fisk som spiser lus kan i noen tilfeller være lav. I noen tilfeller relaterer en dette til at det er andre typer mat for rognkjeksene som den foretrekker når denne er lett tilgjengelig. Rognkjeks regnes for å være opportunistisk i matveien, det betyr at den spiser det meste, men gjør valg (har preferanser) dersom den har valgmuligheter. En hypotese er at rognkjeksene blir mindre interessert i lus når det er mye raudåte i sjøen. I noen forsøk overtok raudåte som hovedføde når det var mye av den i sjøen. I andre tilfeller spiste rognkjeksene utelukkende glassmaneter. Dette var mest vanlig i større fisk. En hypotese er at rognkjeksene blir mindre interessert i lus når tilgangen på andre næringsorganismer er god. Dette gjør effekten en får av rognkjeksene uforutsigbart. Det må forskes mer på hav som styrer fødevalget til rognkjeksene og hvordan dette kan påvirkes.

#### Betydning av driftsforhold og tilrettelegging for rognkjeks i merd:

Innarbeidede protokoller for hold av rensefisk i merd legger vekt på renhold av merd. Merden bør være nyvasket når fisken overføres, og det legges opp til regelmessig notspyling for å minimalisere groe. Prosjektet fant ikke at groe påvirket hvor effektive lusespisere rognkjeksene var eller at groe endret preferansen for lakselus.

Det ble derimot funnet negative effekter av et restriktivt rengjøringsregime med spyling av nøtene der fisk i nærheten av notveggen fikk sår og slimtap som medførte stor dødelighet. Det foreslås at protokollene rundt spyling og vedlikehold av merder må forbedres og unngås dersom det får negative følger for fisken.

#### Effekt av størrelse:

Beiteeffektivitet på lakselus ble undersøkt for tre størrelsesklasser av rognkjeks med start gjennomsnittsvekt på hhv. ca 20, 70 og 100 g. Den minste rognkjeks hadde størst opptak av naturlig fôrorganismer, inkludert lakselus, sammenlignet med de andre to størrelsesgruppene som foretrakk fôrpellets. Rognkjeks fra de to største vektgruppene konkurrerte i noe større grad med laksen om fôrpellets, og svømmete mer blant laksen sammenlignet med den minste fisken. Det anbefales derfor i dag utsett av rognkjeks på 20-30 g. Vaksinerings og sein utvikling av immunkompetanse (500 dg) påvirker i dag denne strategien.

I ettertid har en rekke forsøk understøttet observasjonen at liten rognkjeks er mer effektiv mot lusa enn stor rognkjeks. Årsakene til dette bør undersøkes nærmere. Det spekuleres i om dette kan ha sammenheng med kjønnsmodning (spesielt rognkallen modner tidlig), habituerling (at rognkjeks som settes ut når den er stor er mer spesialisert på tørrfôr), eller at det er en naturlig furasjeringsstrategi (valg av mat og spisemetode) hvor høyt energiinntak prioriteres. I sommermånedene med gode veksttemperaturer kan rognkjeks doble veksten sin på en måned (fra 70 til 150 g fra juli til august). Rask vekst er problematisk dersom dette fører til tidlig kjønnsmodning eller at rognkjeksens av andre grunner mister appetitten på lus når den oppnår denne størrelsen.

#### Adferd i merd:

Adferdsstudier i merd har dannet grunnlag for anbefalinger for bruk og plassering av skjul og fôringsstrategi, og beskrevet interaksjon med laks. Kartlegging av aktivitetsmønsteret gjennom døgnet, som viser at rognkjeksens festet seg til forskjellige overflater når dagslyset forsvant og ble aktiv igjen når det ble lyst. Det var antydning til litt høyere aktivitet (søken etter mat) tidlig om morgenen, med en reduksjon utover dagen. Kunnskap om aktivitetsmønster og adferd kan ha betydning for prøvetaking og valg av strategier for håndtering av rognkjeksens og andre inngrep i merden.

#### Sameksisten med bergnebb:

Bergnebb ble holdt sammen med rognkjeks av forskjellige størrelser for å se om en slik kombinasjon av rensefisk kunne gi synergier i avlusningseffekten og stimulere rognkjeksens til økt beiteeffektivitet på lus (kan den lære av bergnebb?). Bergnebb (70 g) viste ikke aggressjon overfor verken liten (32 g) eller stor (70-110 g) rognkjeks. Det ble funnet størrelsesavhengige aggresjonen mellom rognkjeks og bergnebb. Mindre rognkjeks (32 g) kan fungere sammen med bergnebb, mens stor rognkjeks (her 110 g) har mer aggressiv adferd mot bergnebb. Muligens reduseres problemet ved bruk av større leppefiskarter, eller ved at artene lærer å tilpasse seg hverandre før størrelsesforskjellen blir problematisk. Dette bør testes.

#### Rognkjeks i kombinasjon med luseskjørt:

I disse forsøkene oppsto en rekke problemer med sykdom og dødelighet på rognkjeksens som en spekulerte i kunne være forårsaket dårlige miljøforhold. Mens laksen hadde stor grad av vertikalvandring under luseskjørtet hvor vanngjennomstrømmingen var bedre viste ikke rognkjeksens slik vertikalvandring og oppholdt seg innenfor luseskjørtet mesteparten av tiden. Luseskjørt ble ikke ansett som gunstig for rognkjeksens, men det er sannsynligvis et stort potensiale i optimalisering av en slik driftstrategi.

#### Sesongmessige variasjoner og overvintring av rognkjeks:

Overvintring av rognkjeks viste seg å gå bra forsøket og fisken vokste i snitt fra 15 g til 73 g ved slutten av februar. Det ble med få unntak funnet lus i magen hos rognkjeks gjennom hele vinteren. Eksempelvis varierte andelen rognkjeks med lus i magen midtvinters fra 27 - 38%. Dødeligheten gjennom vinteren varierte fra 0,5 til 1,5 per uke, noe som er uakseptabelt høyt, men ikke dramatisk. En bør undersøke nærmere hva som påvirker overlevelsen gjennom vinteren.

## **Vedlegg:**

---

# AP 1. Oppsummerende rapport (basert på tidligere forsøk)

---

<b>Fagansvarlig:</b>	Akvaplan-niva (APN) v/ Albert Imsland
<b>Prosjektgruppe:</b>	Albert Imsland, Erik Vikingstad, Ane V. Nytrø (APN); Patrick Reynolds (GIFAS)
<b>Sammendrag:</b> <p>Innledende forsøk med innblandingsprosent av rognkjeks i merd ble gjennomført i regi av NORDLUS-prosjektet (187291/E40 NFR), både i kommersiell og semi-kommersiell skala. Ved oppstart av dette prosjektet fantes det kun en publisert artikkel (Imsland, et al., 2014) som presenterte resultatene fra ett av de gjennomførte prosjektpakkene i NORDLUS som tok for seg småskala merdforsøk med kartlegging av preferanser for lusestadier hos rognkjeks. I tillegg forelå det i 2014 resultater fra ett stor-skala forsøk hos Nordlaks AS. Hovedfunn fra disse er gjengitt nedenfor i denne rapporten. Begge er av stor betydning for dokumentasjon av rognkjeksens potensiale som lusespiser. I denne delen av FHF prosjektet har en ferdig analysert, og publisert, alle datasett fra NORDLUS.</p> <p>Disse publikasjonene legges ved som vedlegg til sluttrapporten. I tillegg er det skrevet et eget bokkapittel om bruk av rognkjeks i merd (Imsland and Reynolds, 2017) samt del-kapittel i en review artikkel om bruk av rognkjeks til biologisk avlusing (Powell et al., 2017).</p>	

## Publikasjoner som inngår i AP1

*Peer review publikasjoner (prosjektdeltagere uthevet)*

1. **Imsland, A.K., Reynolds, P., Eliassen, G., Hangstad, T.A., Nytrø, A.V., Foss, A., Vikingstad, E., Elvegård, T.A.** 2014. Notes on behaviour of lumpfish in sea pens with and without Atlantic salmon. *Journal of Ethology* 32, 117-122.
2. **Imsland, A.K., Reynolds, P., Eliassen, G., Hangstad, T.A., Nytrø, A.V., Foss, A., Vikingstad, E., Elvegård, T.A.** 2014. Assessment of growth and sea lice infection levels in Atlantic salmon stocked in small-scale cages with lumpfish. *Aquaculture* 433, 137-142.
3. **Nytrø, A.V., Vikingstad, E., Foss, A., Hangstad, T.A., Reynolds, P., Eliassen, G., Elvegård, T.A., Falk-Petersen, I.B and Imsland, A.K.** 2014. The effect of temperature and fish size on growth of juvenile lumpfish (*Cyclopterus lumpus* L.). *Aquaculture* 434, 296-302.
4. **Imsland, A.K., Reynolds, P., Eliassen, G., Hangstad, T.A., Nytrø, A.V., Foss, A., Vikingstad, E., 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.
5. **Imsland, A.K., Reynolds, P., Eliassen, G., Hangstad, T.A., Nytrø, A.V., Foss, A.,**

- Vikingstad, E., Elvegård, T.A.** 2015. Assessment of suitable substrates for lumpfish in sea pens. *Aquaculture International* 23, 639-645.
6. Powell, A, Treasurer, J.W., Pooley, C.L., Keay, A.J., Lloyd, R., **Imsland, A.K.** and Garcia de Leaniz, C. Cleaner fish for sea-lice control in salmon farming: challenges and opportunities using lumpfish. *Reviews in Aquaculture* (in press).

*Populærvitenskapelige artikler (Norsk Fiskeoppdrett, Norsk Sjømat)*

1. **Reynolds, P., Imsland, A.K., Eliassen, G., Hangstad, T.A., Nytrø, A.V., Foss, A., Vikingstad, E., Elvegård, T.A.** Kontroll av lakselus med bruk av rognkjeks (*Cyclopterus lumpus* L.) i åpne merder. Norsk fiskeoppdrett Nr 5 June. 2014.
2. **Reynolds, P., Imsland, A.K., Eliassen, G., Hangstad, T.A., Nytrø, A.V., Foss, A., Vikingstad, E., Elvegård, T.A.** Merknader om oppførselen til rognkjeks (*Cyclopterus lumpus* L.) i merder med laks. Norsk fiskeoppdrett Nr 6 July. 2014.
3. **Reynolds, P., Imsland, A.K., Eliassen, G., Hangstad, T.A., Nytrø, A.V., Foss, A., Vikingstad, E., Elvegård, T.A.** Vekst av laks i småskala merder med rognkjeks laks. Norsk fiskeoppdrett Nr 7 August. 2014.
4. **Reynolds, P., Imsland, A.K., Eliassen, G., Hangstad, T.A., Nytrø, A.V., Foss, A., Vikingstad, E., Elvegård, T.A.** Fôring preferanser rognkjeks (*Cyclopterus lumpus* L.) i åpne merder med atlantisk laks. Norsk fiskeoppdrett Nr 8 September. 2014.
5. **Reynolds, P., Imsland, A.K., Eliassen, G., Hangstad, T.A., Nytrø, A.V., Foss, A., Vikingstad, E., Elvegård, T.A.** Merknader om krav til dyrehold for rognkjeks (*Cyclopterus lumpus* L.) i merder med laks. Norsk fiskeoppdrett Nr 8 September. 2014.
6. Nytrø, A.V., Foss, A., **Imsland, A.K.** 2015. Rognkjeks: den perfekte lusekjemperen? (Lumpfish: the perfect delouser?). Norsk Sjømat 5-2015, 12-14.
7. **Reynolds, P., Imsland, A.K., Eliassen, G.,** Mortensen, A., Hansen, Ø.J., Puvanendran, V., **Hangstad, T.A., Jónsdóttir, Ó.D.B., Emaus, P.A., Elvegård, T.A., Lemmens, S.C.A., Rydland, R., Nytrø, A.V., Jonassen, T.M.** 2016. Bruk av rognkjeks og bergnebb samtidig. Norsk fiskeoppdrett nr. 8 2016, pp. 74-77.
8. **Reynolds, P., Imsland, A.K., Eliassen, G.,** Mortensen, A., Hansen, Ø.J., Puvanendran, V., **Hangstad, T.A., Jónsdóttir, Ó.D.B., Emaus, P.A., Elvegård, T.A., Lemmens, S.C.A., Rydland, R., Nytrø, A.V., Jonassen, T.M.** 2016. Infeksjonsnivåer av lakselus og fôringspreferanser hos rognkjeks. Norsk fiskeoppdrett nr. 11 2016, pp. 40-43.
9. **Reynolds, P., Imsland, A.K., Eliassen, G.,** Mortensen, A., Hansen, Ø.J., Puvanendran, V., **Hangstad, T.A., Jónsdóttir, Ó.D.B., Emaus, P.A., Elvegård, T.A., Lemmens, S.C.A., Rydland, R., Nytrø, A.V., Jonassen, T.M.** 2016. Effekter av størrelsen på rognkjeks på beiteatferd og sameksistens med lakselusinfisert laks i merder. Norsk fiskeoppdrett nr. 8 2016, pp. 44-47.

*Bokkapittel*

1. **Imsland, A.K.** and **Reynolds, P.** 2017. Chapter 9 – Lumpfish deployment. In: Cleaner Fish Biology and Aquaculture Applications. (ed. Treasurer, J), 2<sup>nd</sup> ed. 5M publishing, Oxford.

Nedenfor gjennomgår vi to forsøk fra 2012-13 som ser på ulik innblandingsgrad av rognkjeks. Det første forsøket (Imsland et al. 2014a) er forsøk gjort i små-skala som viser at 10% innblanding av rognkjeks gir like god resultat som 15% innblanding. Det andre forsøket er det første stor-skala forsøket APN gjennomførte hos Nordlaks i 2013 der vi undersøkte avlusningseffekt ved 3,75% og 7,5% innblanding. Uheldigvis ble dette forsøket avbrudd p.g.a. sykdom slik at vi ikke har gode nok forutsetninger for å konkludere, men uti fra data som foreligger ser vi en klar avlusningseffekt allerede ved 3,75% innblanding.

***Basert på disse forsøkene antar vi at innblanding mellom 4-8% vil gi en god effekt. Nedenfor gjengir vi hovedtrekkene fra disse to forsøkene som ligger til grunn for arbeidet som ble gjort i AP3.***



## Kontrollavlakselusmedbruk av rognkjeks i åpne merder

Det finnes ingen publiserte arbeider som beskriver bruk av rognkjeks som biologisk avluser, til tross for at en slik praksis mest sannsynlig vil føre til store økonomiske gevinster gjennom økt vekst og kvalitet på slaktet fisk. Målet med denne studien var å vurdere beitepotensialet til rognkjeks på de ulike livsstadiene av lakselus hos



Atlantisk laks i merder. Resultatene viser at rognkjeks har et potensial for å kontrollere lakselus infeksjoner hos atlantisk laks.

Resultatene i denne studien viser at rognkjeks har et potensial for å kontrollere lakselus infeksjoner hos atlantisk laks

FOTO: ARCTICCLEANERFISH

Patrick Reynolds; Gerhard Eliassen: Gildeskål Forskningsstasjon, Tor Anders Elvergård: Nordlaks AS, Thor Arne Hangstad; Atle Foss; Erik Vikingstad og Albert K. Imslund: Akvaplan Niva.  
pat.reynolds@gifas.no

Infeksjoner av lakselus (*Lepeophtheirus salmonis* Krøyer) hos laks er en av de største helseproblemer lakseindustrien står overfor, som har innvirkning på økonomien til fiskeoppdrettere på grunn av kostbare behandlinger, redusert vekst, økt forspill og redusert kvalitet på det endelige produktet.

Havbruksnæringen har i mange år hovedsakelig vært avhengige av å bruke kjemoterapeutiske behandlinger. Men antall tilgjengelige stoffer mot lakselus er begrenset, og den kontinuerlige og hyppige bruken kan potensielt føre til utvikling av resistent lus. Følgelig er et kostnadseffektivt og miljømessig bærekraftig alternativ til kjemoterapeutiske behandlinger av høy prioritet for oppdrettsnæringen.

Biologisk kontroll av lakselusinfeksjoner gjennom bruk av "rensefisk" har nylig blitt et mulig alternativ med bakgrunn av den

økte forekomsten av resistent lus, redusert offentlig aksept av kjemoterapeutisk bruk i matproduksjon og det presserende behovet for en effektiv og bærekraftig metode for å kontrollere parasittinfeksjoner hos atlantisk laks.

Leppefisk brukes hos en del oppdrettere for å hjelpe til med å kontrollere avlusenivå. Men leppefiskartene som brukes er temperaturfølsomme, noe som gjør dem uegnet for bruk ved lave temperaturer, mindre enn 6 °C. Rognkjeks (*Cyclopterus lumpus* L.) har blitt foreslått som et alternativ ved lave temperaturer. Det finnes imidlertid ingen publiserte arbeider som beskriver bruk av rognkjeks som biologisk avluser, til tross for at en slik praksis mest sannsynlig vil føre til store økonomiske gevinster gjennom økt vekst og kvalitet på slaktet fisk.

Målet med denne studien var å vurdere beitepotensialet til rognkjeks på de ulike livsstadiene av lakselus hos atlantisk laks i merder.

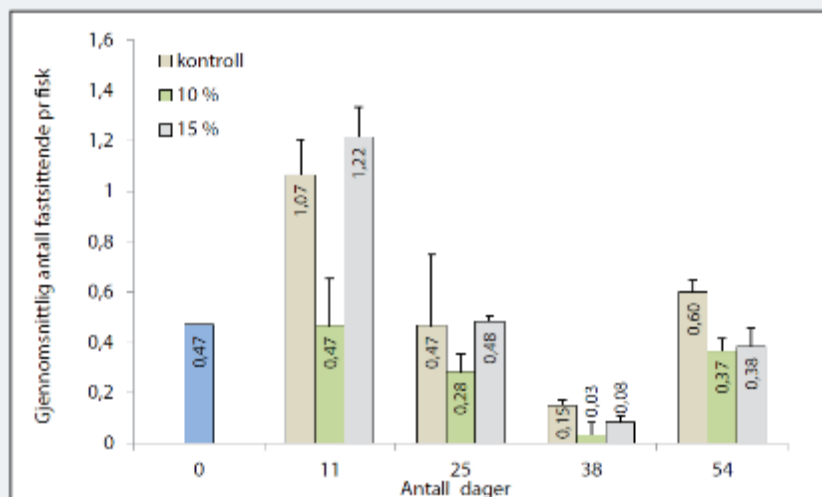
### Metode

For å vurdere hvor effektivt rognkjeks beiter på lakselus på atlantisk laks ble seks småskala merder (5 × 5 × 5 m) hver tilsatt 120 laks med en gjennomsnittlig vekt på 619 g. To av merdene ble ytterligere fylt med 12 rognkjeks (10% tetthet) og to merder med 18 rognkjeks (15% tetthet) som hadde en gjennomsnittlig vekt på 54,0 g. To merder uten rognkjeks fungerte som kontroll.

Ved oppstarten av forsøket ble det foretatt en lustelling når fisken ble overført til merdene, samt at det ble telt lus på fisken hver 14 dag gjennom hele forsøksperioden. Ved hver lustelling ble tretti fisk bedøvet og eventuelle lus på fisken ble registrert. Etter at tellingen var ferdig ble eventuelle lus liggende i bedøvelsesbeholderen også registrert. Lusene ble registrert i fire kategorier:

1. *L. salmonis*: voksen hunn
2. *L. salmonis*: voksen hann
3. *L. salmonis*: bevegelig
4. *L. salmonis*: fastsittende

FIGUR 1



Gjennomsnittlig antall fastsittende stadier av *L. salmonis* per fisk registrert for hver duplikat behandling ved hvert prøvetakingstidspunkt. Verdiene representerer gjennomsnitt  $\pm$  S.D.

Alle lakselus infeksjonene i dette forsøket kommer fra naturlige kilder i miljøet merdene står i og er ikke introdusert eksperimentelt.

## Resultater

### Fastsittende stadier av *L. salmonis*

Ved oppstart av forsøket hadde vi et

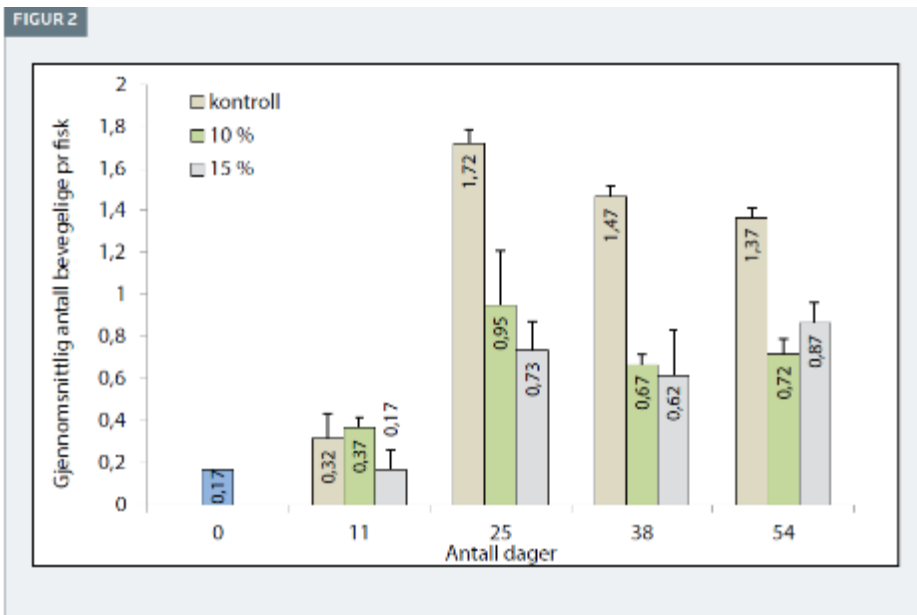
gjennomsnittlig antall på 0,47 fastsittende lus per fisk. På dag 11, hadde merdene med 10% rognkjeks signifikant lavere gjennomsnittlig antall fastsittende (0,47) sammenlignet med kontrollmerdene og merden med 15% rognkjeks (henholdsvis 1,07 og 1,22). En lignende trend ble observert på dag 38 (25. juli) ved at merden med 10%

rognkjeks hadde betydelig lavere gjennomsnittlig antall fastsittende lus (0,03 per fisk) sammenlignet med kontrollgruppen (0,5 per fisk).

### Bevegelige stadier av *L. salmonis*

Ved oppstart av forsøket hadde vi et gjennomsnittlig antall på 0,17 bevegelige lus per fisk. Ved alle prøvetakingstidspunkt etter dag 11 har merdene med både 10% og 15% rognkjeks lavere gjennomsnittlig antall bevegelige stadier sammenlignet med kontrollmerdene. Resultatene fra lusetellingen foretatt på dag 11 viste at merdene med

15 % rognkjeks (0,17 per fisk) var signifikant lavere sammenlignet med kontrollmerdene (0,32 per fisk). I merdene med 10% rognkjeks derimot fant man at gjennomsnittlige antall bevegelige lus var høyere (0,37 per fisk) sammenlignet med kontrollgruppen. På dag 25, var gjennomsnittlig antall bevegelige og kjønnsmodne hannlus per fisk signifikant lavere i både merdene med 10% og 15% rognkjeks (henholdsvis 0,96 og 0,73) sammenlignet med kontrollmerdene (1,72 per fisk). Denne trenden var den samme for dag 38 og dag 54. Fra dag 25 og fremover, hadde merdene med 10 % rognkjeks mellom 44,7% og



Gjennomsnittlig antall bevegelige stadier av *L. salmonis* per fisk registrert for hver duplikat behandling ved hvert prøvetakningstidspunkt. Verdiene representerer gjennomsnitt  $\pm$  S.D.

54,5% mindre bevegelige stadier sammenlignet med kontrollmerdene mens merden med 15% rognkjeks hadde mellom 36,6% og 58% mindre bevegelige lus sammenlignet med kontrollmerdene

#### Kjønnsmodne stadier av *L. salmonis*

Ved oppstart av forsøket hadde vi et gjennomsnittlig antall på 0,07 kjønnsmodne hunner per fisk. Ved alle prøvetakingspunkter fra dag 25 og fremover, hadde merdene med både 10% og 15% rognkjeks signifikant lavere gjennomsnittlig antall kjønnsmodne hunnlus sammenlignet med kontrollmerdene. På dag 54, hadde merdene med 10% og 15% rognkjeks hhv.

93% og 97% mindre kjønnsmodne hunnlus i forhold til kontrollmerdene. Ved slutten av forsøket var infeksjonsnivået i merdene med 10% og 15% rognkjeks på samme nivå som ved forsøksstart (hhv. 0,07 og 0,03), mens nivået i kontrollmerdene hadde steget til 1,00 og dermed overgått behandlingsnivået (0,5 kjønnsmodne hunner i snitt) i hht. Norsk lovgivning.

#### Oppsummering/konklusjoner

Sammensetningen av de forskjellige stadiene av *L. salmonis* populasjonen endret seg over tid med en naturlig suksessjon fra overveiende fastsittende til bevegelige og til voksne lus. På dag 11 av forsøksperio-

den, var det indikasjoner på at rognkjeks ble beitet på noen av stadiene av *L. salmonis*.

Videre utover i forsøket, ble bevisene for dette mer avgjørende. For fastsittende stadier av *L. salmonis*, var det ikke før dag 38 og utover at det var klare forskjeller mellom behandlingene, med mindre fastsittende lus på både merdene med 10% og 15% rognkjeks sammenlignet med kontrollmerdene.

For de bevegelige stadiene var det signifikant færre i merder med rognkjeks sammenlignet med kontrollmerdene. Det var klare bevis på beiting fra dag 11 og utover i forsøket.

Gjennomsnittlig antall kjønnsmodne hunnlus forble lavt gjennom hele studieperioden for merdene med både 10% og 15% rognkjeks. På dag 54, var gjennomsnittlige antall kjønnsmodne hunnlus per fisk.

øket til 1 per fisk i kontrollmerdene, mens merdene med 10% og 15% rognkjeks hadde hhv. 93% og 97% mindre kjønnsmodne hunnlus sammenlignet med kontrollmerdene.

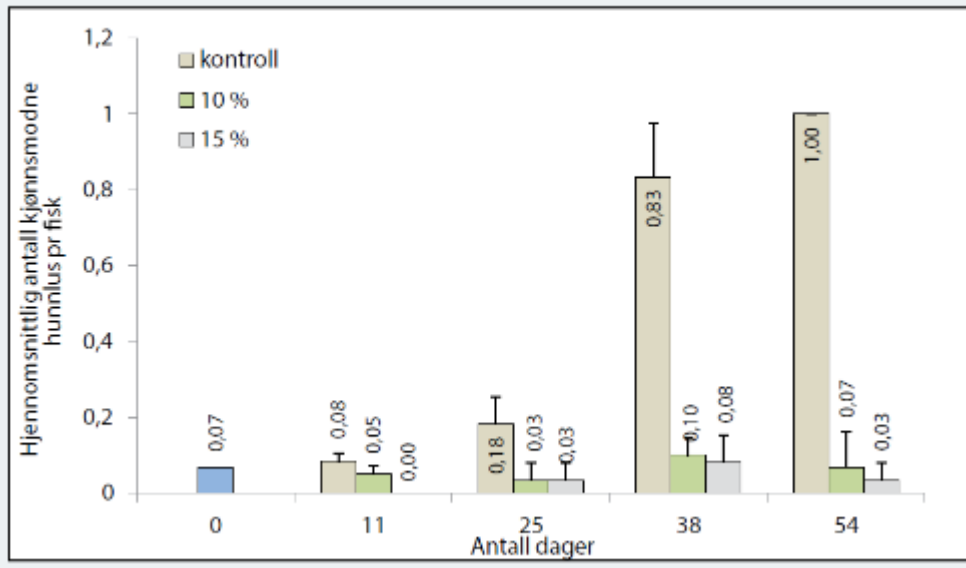
Pr i dag har fem arter av leppefisk (familie *Labridae*) blitt brukt som rensefisk, og en tetthet på ca. 5% er blitt foreslått for å gi gode resultater i å redusere antallet lakselus sittende på fisken. I foreliggende studie, gav 10% og 15% rognkjeks den samme avlusnings-effekten for bevegelige og kjønnsmodne hunner. Vi foreslår at kommende studier med rognkjeks bør fokusere på testing av effekter på lakselusinfeksjoner på laks ved hjelp av rognkjeks med en tetthet som er lavere enn 10%.

Lakselus ble aktivt beitet på, noe som resulterte i lavere gjennomsnittlig antall av *L. salmonis* pr. fisk av bevegelige stadier og kjønnsmodne hunner når rognkjeks var tilstede i merdene.

Rognkjeks holdt nede nivået av kjønnsmodne hunnlus av *L. salmonis* til nivåer lik eller lavere enn tellingen ved forsøksstart. Det var ingen signifikante forskjeller mellom behandlingene i beiteeffekt. ■

*Dette forsøket er en integrert del av et NFR finansiert prosjekt: Rognkjeks som biologisk avlusningsmetode for oppdrettslaks i Nord Norge (Prosjekt nummer 208614/S40) og FHF prosjekt nr. 900979*

FIGUR 3



Gjennomsnittlig antall kjønnsmodne hunner av *L. salmonis* per fisk registrert for hver duplikat behandling ved hvert prøvetakningstidspunkt. Verdiene representerer gjennomsnitt ±S.D.

## 2. Stor-skala forsøk med 3,75 og 7,5% innblanding

Hovedmålet i dette forsøket var å dokumentere beiteaktivitet under normale produksjonsforhold samt studere effekten av ulike årstider, tetthet og størrelse på laks på lusebeiting hos rognkjeks. Til dette formålet ble det gjennomført et kommersielt forsøk på Nordlaks sitt anlegg ved Toppsund (Troms), et rammeanlegg på 2 x 70 meter (Fig. 2). I forsøksperioden (mai – oktober, 2013) har fisken stått i 130 m (omkrets) storfiskposer, med en dybde på 45 m i bunnen av spissnoten.

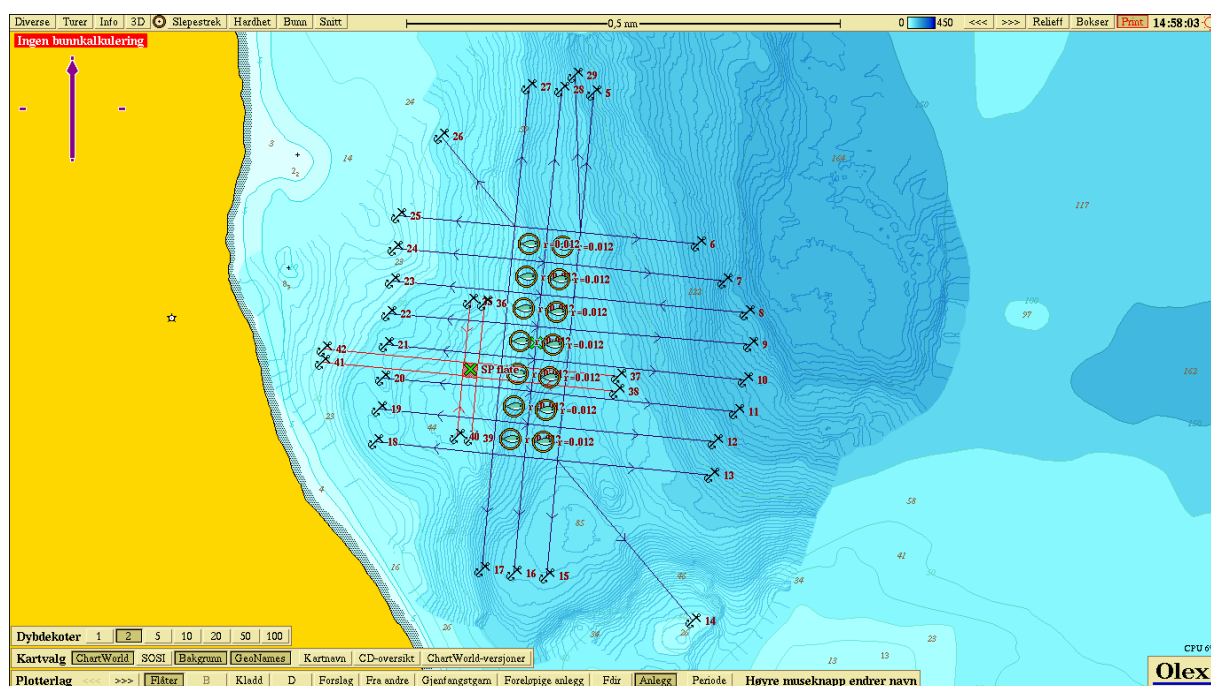


Fig. 2. Rammeanlegg hos Nordlaks Oppdrett AS ved Toppsund.

### Innblanding av rognkjeks:

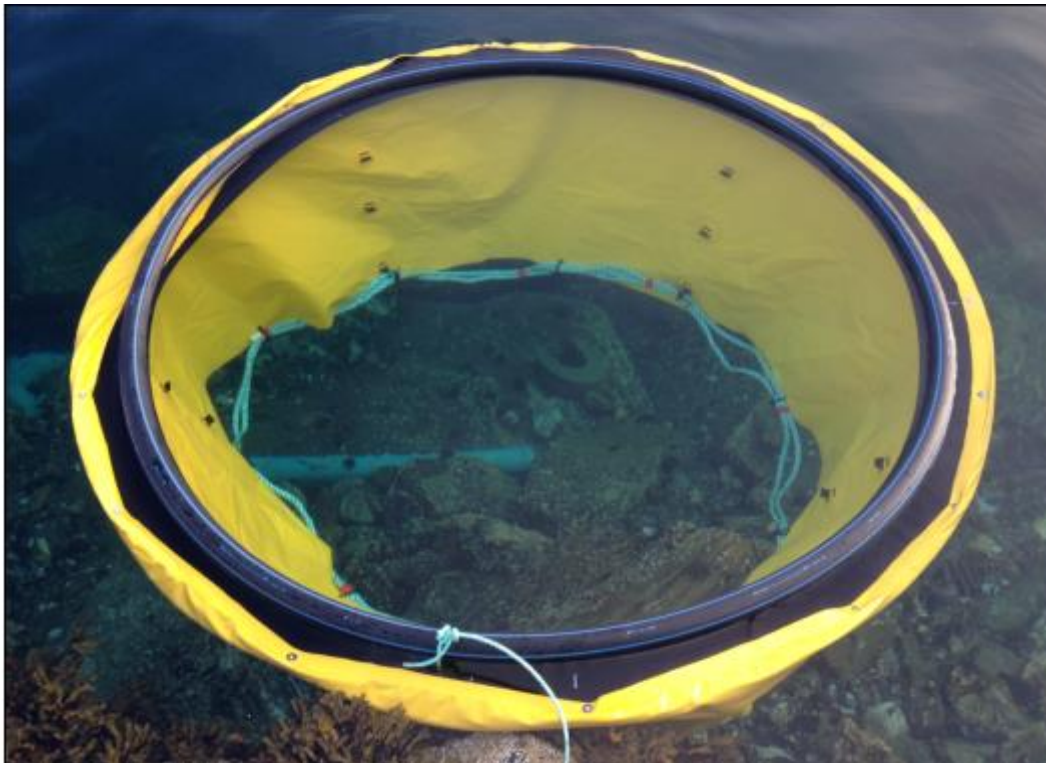
I slutten av mai 2013 ble ca. 25 000 rognkjeks mellom 10 og 50 g sendt med båt til oppdrettslokaliteten i Toppsundet, og utterlige ca. 18 000 fisk à 10-20 g ble levert i slutten av juni. Totalt ble 10 av 14 nøter benyttet i forsøket; 4 til kontroll (uten rognkjeks), 3 med en innblandingsprosent på 3,75 %, og 3 med en innblanding på 7,5 % (Tabell 1). Totalt antall rognkjeks per merd endte da opp med hhv. ca. 4 500 (3,75 %) og 9 000 (7,5 %). I nøtene med rognkjeks ble det lagt ut et "skjul" bestående av en flytende ring og plast duk (Ø400 x 3000 mm, Fig. 3). Basert på resultatene fra Arbeidspakke 2 og 3 i NORDLYS prosjektet ble det vurdert at rognkjeks ikke hadde behov for skjul, men trengte substrat for å feste seg på og hvile.

**Tabell 1.** Laks og rognkjeks tetthet i forsøkene hos Nordlaks ved Toppsund.

Merd	Laks (antall)	Laks (g)	% innblanding rognkjeks
2	118 942	2 088	3,75
3	118 737	1 601	0 (kontroll)
4	106 591	1 984	7,5
5	121 692	1 716	0 (kontroll)
6	106 626	1 941	0 (kontroll)
9	123 279	1 686	7,5
10	117 897	1 632	7,5
11	120 875	1 475	3,75
12	119 220	1 559	3,75
14	138 420	1 429	0 (kontroll)

Tilpasning i merd:

Skjulene ble trukket inn til merdkanten ved utsett, og det ble observert at store deler av rognkjeks trakk mot skjulet og mange sugde seg fast momentant. Selv om skjulene var fastmontert kunne det observeres at dagen etter utsett hadde rognkjeks fordelt seg rundt hele merden. Det var heller ingen tegn til at laksen var noe særlig interessert i rognkjeks, selv om det var gått noen timer siden fôringen ble avsluttet. Transporten av rognkjeks fra Tromsø til Toppsund virket heller ikke til å ha gitt negative effekter på rognkjeks. Kun 5 døde fisk ble hentet opp dagen etter transport.



**Fig. 3.** Skjul til rognkjeks brukt i forsøkene hos Nordlaks i 2013.

### Lusespising:

Uken etter transport ble det satt i gang systematisk lusetelling på 30 laks per merd. På dette tidspunktet var lusepresset ganske lav, med et snitt på kun ca. 0,1 lus i alle behandlingene. Lusetelling ble foretatt regelmessig med bistand fra Vesterålen Fiskehelsetjeneste. De første ukene av forsøket var lusepresset lav og det var heller ikke observert luselarver i havet. Etter to uker ble 4 rognkjeks avlivet og mageinnholdet undersøkt. Det ble observert mageinnhold, men det var ikke mulig å bekrefte om det var lus eller andre organismer. Etter 2 måneder i nøtene var tilveksten til rognkjeks bra og total dødelighet etter utsett var kun 17 rognkjeks. Lusetallene var lave i alle merdene (Fig. 4).

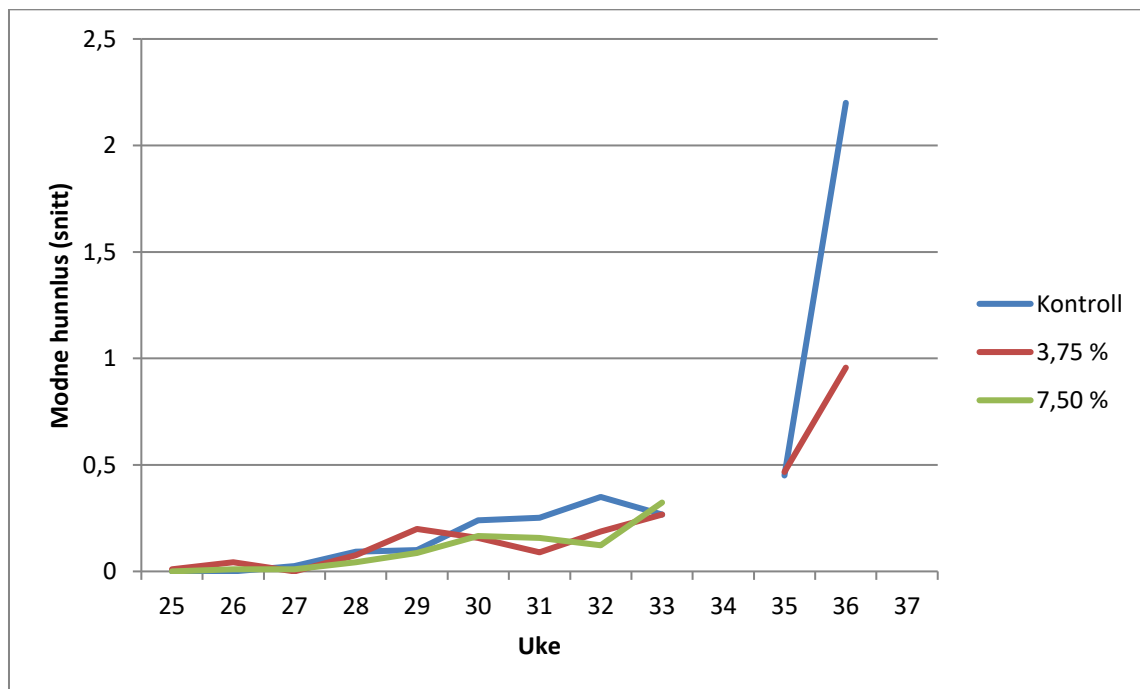


Fig. 4. Lusetall fra Toppsund sommer og høst 2013.

### Spyling av nøter:

Hovedutfordringen fra midtsommer og framover var tidspunkt og metode for spyling av nøtene. Det var kommet en del groe som forventet. Rognkjeks sto inntil notveggen og nappet på dette rundt hele merden. Siden lusepresset hadde begynt å ta seg opp og rognkjeks beitet ofte på merdveggen ble det bestemt å spyle nøtene i uke 34 i et forsøk på å få oppmerksomheten bort fra påvekstorganismene på notveggen slik at rognkjeks kunne konsentrere seg om lakselusa. Det ble brukt kamera under spylingen og det ble observert liten vilje hos rognkjeks til å unngå spyleenheten. Dette medførte sannsynligvis mekaniske skader og slimtap på rognkjeks som ble truffet av den kraftige vannstrålen siden det i ettertid ble det observert en del rognkjeks som svømte rundt med synlige mekaniske skader og sår. Det ble totalt tatt opp ca. 1000 døde rognkjeks etter spylingen, og lusetelling uken etter notspylingen var nedslående med høyt innslag av fast-sittende og kjønnsmoden lus som gjorde det nødvendig med medikamentell behandling mot lus. Tross stor dødelighet på rognkjeks kunne en i gruppen på 3,75 % innblanding se en klar reduksjon i lusepåslag med ca. 50% mindre lus sammenlignet med kontroll gruppen i uke 36. Data fra gruppen med 7,5 % innblanding var ikke tilgjengelig for samme uke.

## **Hovedfunn og konklusjoner fra stor-skala forsøk hos Nordlaks i 2013**

- Det ble fullført full-skala utsett av rognkjeks i oppdrettsmerder hos Nordlaks ved Toppsundet (Troms).
- Frakting av rognkjeks fra Tromsø til Toppsund hadde ingen negative effekter på rognkjeks og indikerer at rognkjeks tåler transport bra.
- Merder rognkjeks overføres til må være rene. Høytrykksspyling kan medføre stor dødelighet hos rognkjeks som ofte står langs notveggen.
- Den foreløpige konklusjonen er at rognkjeks bidrar til avlusing i store kommersielle merder, men at selve protokollene rundt spyling og vedlikehold av merder må forbedres.



## AP 2 Utvikling av biologiske og teknologiske driftsprotokoller for avlusning med rognkjeks i merd

---

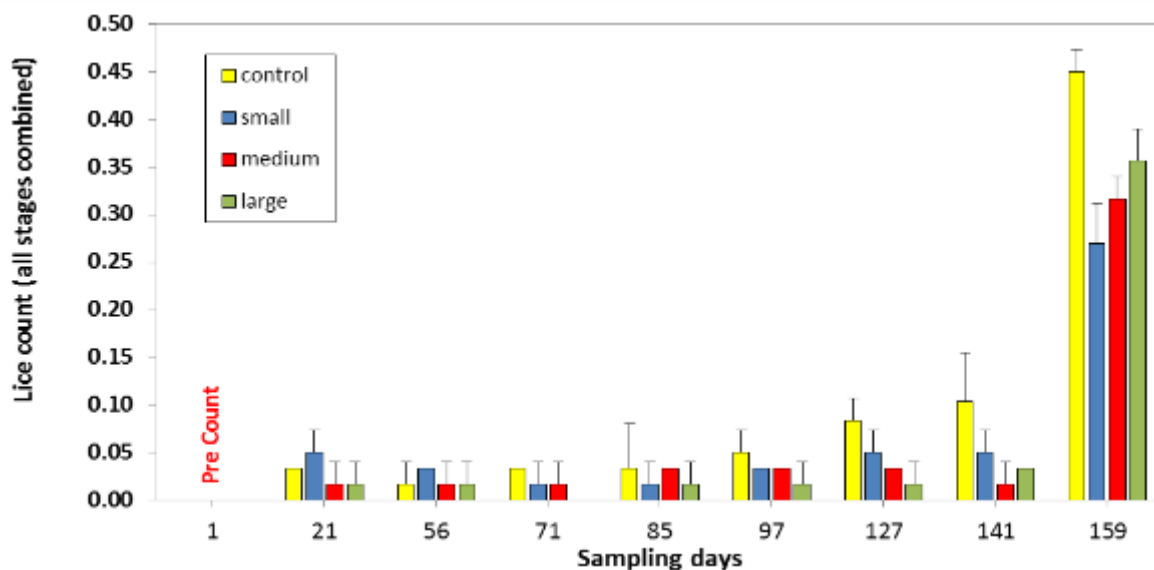
AP 2 omfatter en rekke småskalaforsøk som tar for seg forskjeller mellom lusespising avhengig av rognkjeksstørrelse, begroing av nøter og fôrpreferanser i merd. Fordøyelse og aktivitet hos rognkjeks på ulike tider av døgnet ble undersøkt og atferdssamspill mellom rognkjeks og leppefisk kartlagt.

### AP 2.1: Rognkjeksstørrelse og beiteeffektivitet

<b>Fagansvarlig:</b>	GIFAS v/ Pat Reynolds
<b>Prosjektgruppe:</b>	Gerhard Eliassen, Pat Reynolds (GIFAS), Albert Imsland (APN)
<b>Sammendrag:</b> Tidligere studier ved GIFAS har vist høye nivåer av beiteeffektivitet på lakselus hos små rognkjeks (50-180 g) men beiteaktiviteten på lus blir mindre vanlig ettersom fisken blir større (200-300 g). Dette er vanligvis som en direkte følge av kjønnsmodning. Beiteeffektivitet på lakselus ble undersøkt for tre størrelsesklasser av rognkjeks med start gjennomsnittsvekt på 22,6 g, 77,4 g og 113,5 g. Den minste rognkjeks hadde størst opptak av naturlig fôrorganismer, inkludert lakselus, sammenlignet med de andre to størrelsesgruppene som foretrakk fôrpellets. Rognkjeks fra de to største vektgruppene konkurrerte i noe større grad med laksen om fôrpellets, og svømmete mer blant laksen sammenlignet med den minste fisken.	

### Bakgrunn

Tidligere studier ved GIFAS har vist høye nivåer av beiteeffektivitet på lakselus hos små rognkjeks (50-180 g) men beiteaktiviteten på lus blir mindre vanlig ettersom fisken blir større (200-300 g). Dette er vanligvis som en direkte følge av kjønnsmodning. Beiteeffektivitet på lakselus ble undersøkt for tre størrelsesklasser av rognkjeks med start gjennomsnittsvekt på 22,6 g, 77,4 g og 113,5 g. Den minste rognkjeks hadde størst opptak av naturlig fôrorganismer, inkludert lakselus, sammenlignet med de andre to størrelsesgruppene som foretrakk fôrpellets. Rognkjeks fra de to største vektgruppene konkurrerte i noe større grad med laksen om fôrpellets, og svømmete mer blant laksen sammenlignet med den minste fisken.



**Fig. 5.** Gjennomsnittlig ( $\pm$  SE) lustellinger med totalt antall (alle stadier samlet) på atlantisk laks i de fire forsøksgruppene gjennom hele forsøksperioden.

#### *Formulert laksepellet*

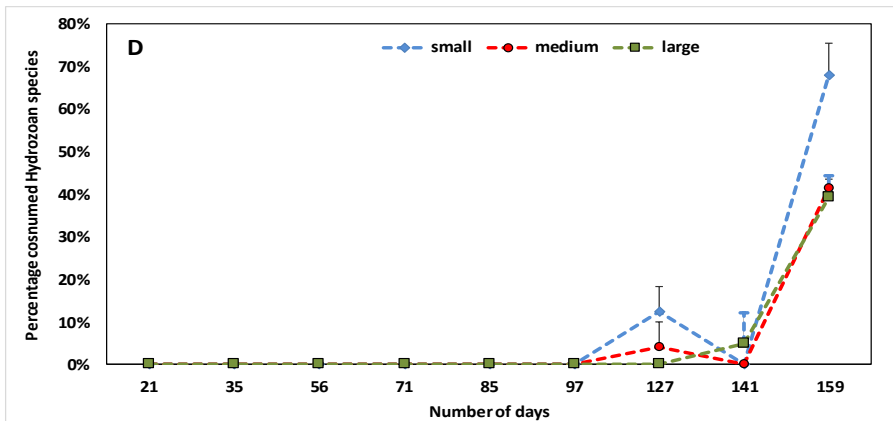
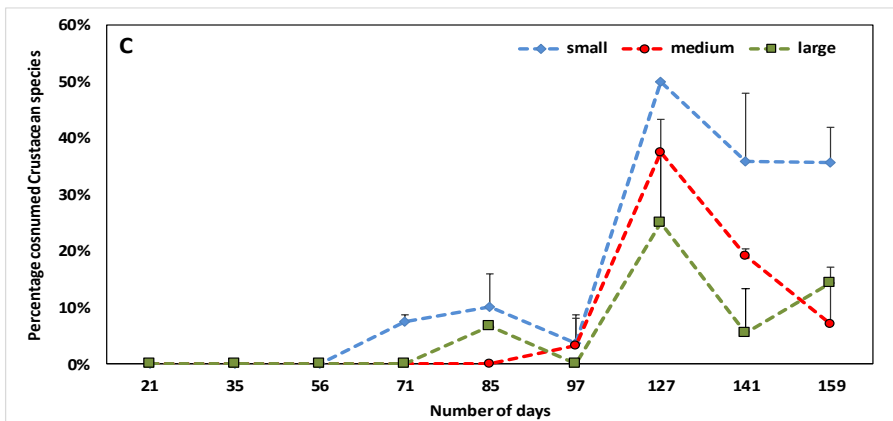
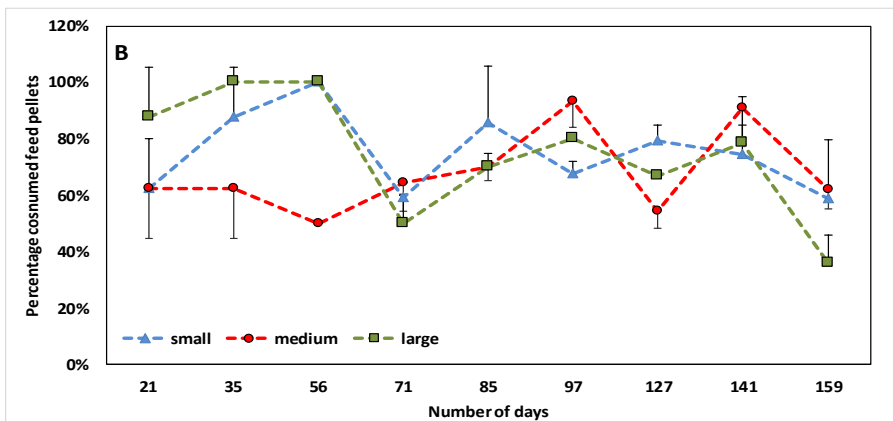
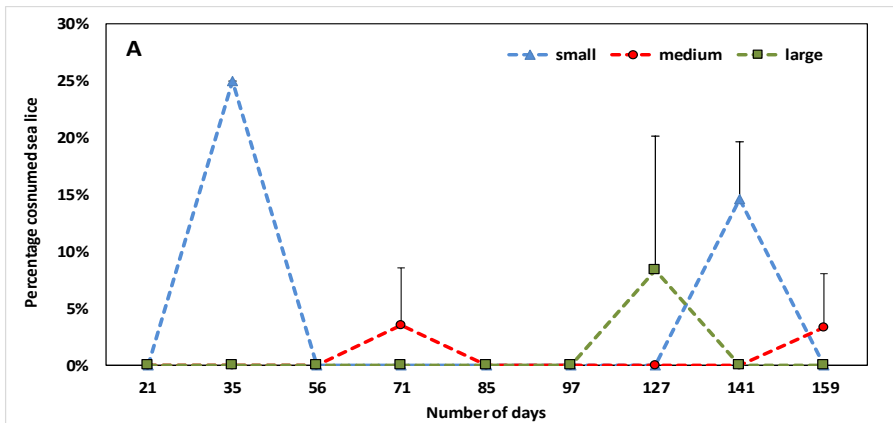
Totalt sett var det ingen signifikante forskjeller i prosentandelen av rognkjeks som hadde spist pellets for alle de tre størrelsesklassene gjennom hele forsøket (Fig. 6B). Ved dag 56, 97 og 127 varierte inntaket av pellets, men det ble ikke funnet noen konsistent trend. Den mellomstore fisken hadde spist mindre pellets ved dag 56 og 127, men hadde det høyeste opptaket ved dag 97.

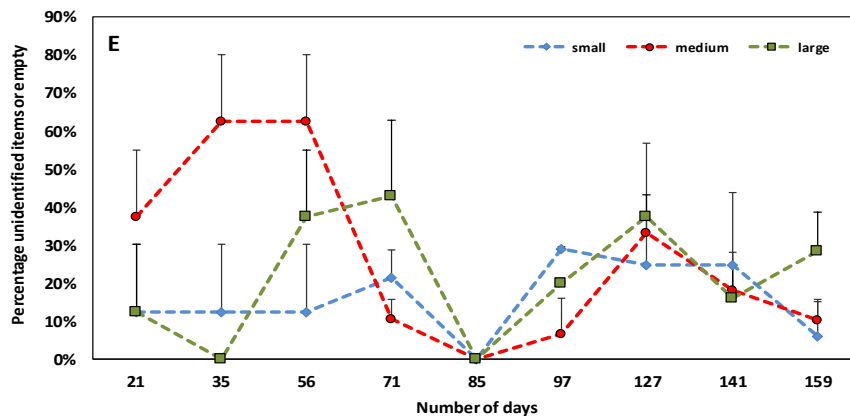
#### *Krepsdyr*

Inntaket av forskjellige arter krepsdyr varierte mellom de tre størrelsesklassene av rognkjeks (Fig. 6C). Blant den minste fisken ble det funnet en høyere andel som hadde spist krepsdyr ved dag 71 og 85 sammenlignet med de to andre størrelsesklassene. Tilsvarende ble det funnet en høyere andel (mellom 36 og 50%) krepsdyr i den minste fisken mellom dag 127 og 159 sammenlignet med de to andre størrelsesklassene (fra 7 og 38% for mellomstor fisk og mellom 6 og 25% for den største fisken).

#### *Hydrozoer*

Det ble ikke funnet noe inntak av hydrozoer mellom dag 21 og 97 (Fig. 6D), men hos den minste fisken var det en høyere andel som hadde spist hydrozoer ved dag 127 (13%) sammenlignet med både mellomstor (4%) og stor fisk (0%). Tilsvarende på dag 159 hadde 68% av den minste fisken spist hydrozoer mens hhv. 41% og 39% av mellomstor og stor fisk hadde spist hydrozoer.





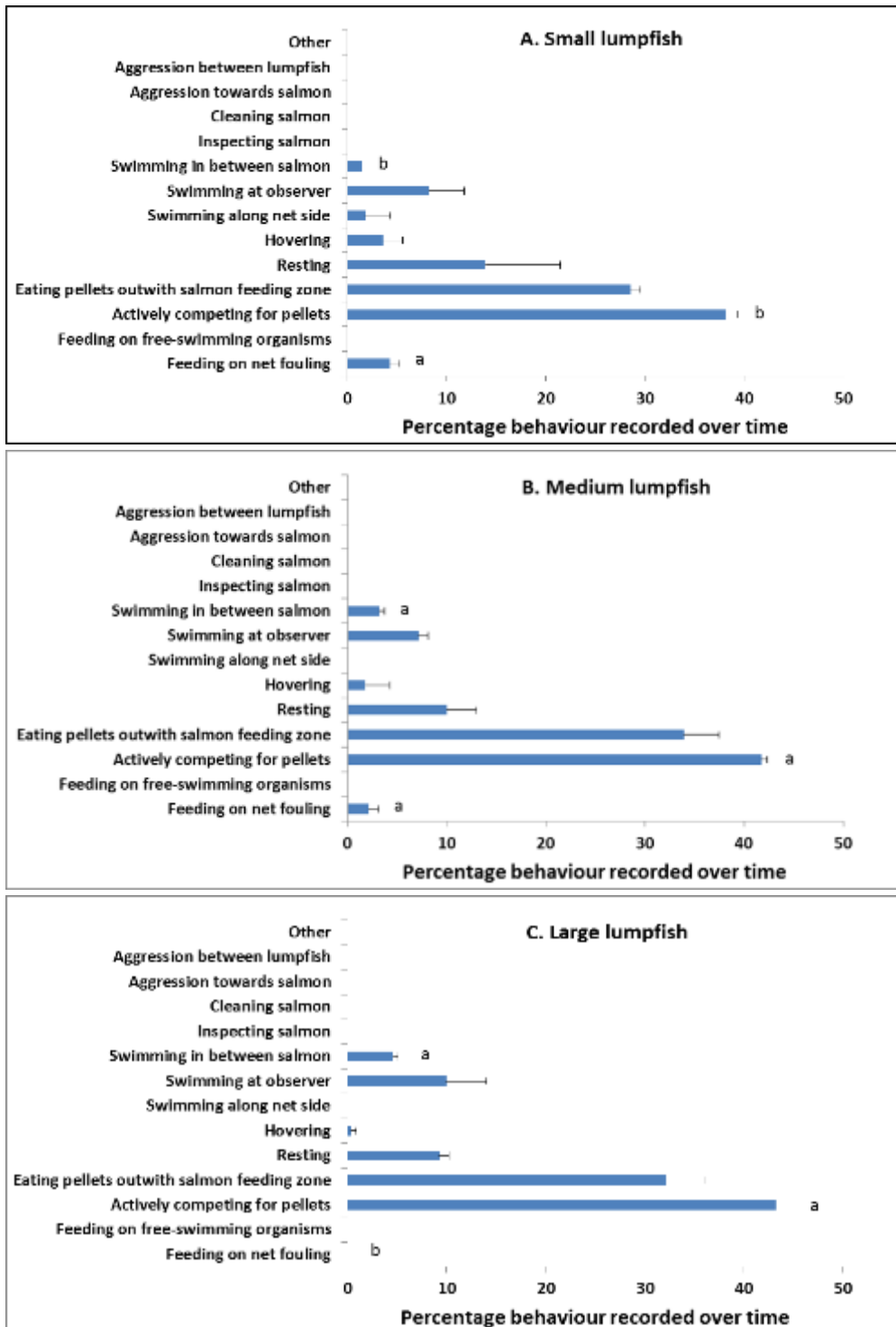
**Fig. 6.** Prosentverdier av matvalg for tre størrelser av rognkjeks samplet ved hvert prøvetakingstidspunkt. Verdiene er presentert som gjennomsnitt  $\pm$  S D. A: lakselus (alle stadier av *L. salmonis* og *Caligus elongatus*); B: laksefôr pellets; C: krepsdyrarter; D: hydrozoer; E: uidentifisert eller ingen mageinnhold. Merk at graderte linjer mellom datapunkter bare er for å trekke oppmerksomhet til formen på dataene, derfor er ikke linjene prediktive. Merk forskjellige y-skalaer.

#### *Uidentifisert eller ingen mageinnhold*

Det var ingen konsistent trender mellom størrelsesgruppene i forhold til andel med tomme mager eller mager med uidentifiserbart mageinnhold (Fig. 6E). Det ble funnet en høyere andel tomme mager eller mager med uidentifiserbart i den mellomstore gruppen ved dag 21, 35 og 56 sammenlignet med de to andre gruppene, og med signifikante forskjeller på dag 35 (Fig. 4E). I kontrast til dette ble det funnet høyere andel stor fisk uten mageinnhold eller med uidentifiserbart innhold ved dag 71 og 159.

#### *Adferd*

Det meste av den observerte adferden var relatert til fôring (Fig. 7), og det var en reduksjon i tiden hvor fisken hvilte (var fastsittende) med økende størrelse. Større rognkjeks benytter også fôringsstasjonene for marint fôr mer aktivt enn mindre fisk.



**Fig. 7.** Adferd hos tre størrelsesklasser av rognkjeks oppdrettet sammen med laks i forsøksmerder. Verdier er gitt som gjennomsnitt  $\pm$  SD. Ulike bokstaver indikerer signifikante forskjeller mellom størrelsesgrupper.

## Diskusjon

Data fra forsøket og tidligere studier (Imsland et al., 2014a-b, 2015) viser at spiseadferden til rognkjeks i merd er sterkt opportunistisk, dvs. rognkjeks spiser stort sett det som er tilgjengelig av fôr og fôrorganismer av passende størrelser. Endringer i fôrvalg over tid er også tilsynelatende knyttet til endringer i mattilbudet. Denne opportunistiske spiseadferden er tidligere observert hos vill rognkjeksyngel (Ingólfsson and Kristjánsson, 2002; Vandendriessche et al., 2007). Den høye andelen fisk fra alle tre størrelsesklasser med pellets i magesekken forekom da det var mangel på naturlig fôrorganismer. Tidligere studier har vist at rognkjeks utnytter alle tilgjengelige matkilder (både naturlige og kunstige, Imsland et al., 2015). I vinterperioden derimot vil merdmiljøet i en stor grad være fritt for naturlige matorganismer. For å holde populasjonen av rognkjeks frisk og aktiv gjennom vinteren bør en derfor tilby den pellets.

Det var få rognkjeks med lus i magen ved hvert av prøvetakingspunktene. Dette gjenspeilte sannsynligvis det lave infeksjonsnivåene på laksen gjennom hele forsøkt. Det ble likevel funnet forskjeller i opptak av lus mellom størrelsesklassene, med høyere opptak i den minste rognkjeks sammenlignet med de to andre størrelsesgruppene ved dag 35 og 141.

Flere arter av krepsdyr (f.eks. *caprella*) ble funnet i fiskemagene fra dag 71 og utover, med størst opptak i den minste størrelsesklassen. Dette tyder på at liten rognkjeks beiter mer på nøtene enn større fisk. At en fant opptak av krepsdyrarter først fra dag 71 kan være relatert til at nøtene var rene ved starten av forsøket og at krepsdyr først var å finne etter hvert som nøtene ble begrodd. Fra dag 71 begynte også sjøtemperaturen å stige (april), og kan ha påvirket forekomsten av dyreplankton. Tilsvarende ble det funnet at rognkjeks konsumerte hydrozoer fra dag 127 og utover, og også her var det oftest forekommende i den minste fisken. Dette understøtter hypotesen om at den minste fisken er oftest å beite på notveggen. Om dette har med næringsvalg å gjøre eller er et resultat av sosiale intraksjoner der den minste fisken blir presset ut i ytterkant av merden, er uvisst.

Stor og mellomstor rognkjeks hadde høyere preferanse for pellets, viste tendenser til større konkurrere med laksen om pellets og svømte oftere blant laksen sammenlignet med den minste fisken.

Liten rognkjeks hvilte mer sammenlignet med stor og mellomstor rognkjeks, og medfører energisparing som bidrar til raskere vekst. Det er vist at juvenile rognkjeks har to alternative strategier når den søker etter mat; enten aktivt søken etter bytte eller en 'sitte-og-vente' strategi (Killen et al., 2007). Teorier sier at fisk søker en optimal strategi for å redusere aktiviteten for dermed å utnytte mer energi til vekst, og atferdsmessige fleksibilitet er til stor nytte da den tillater unge individer å rette energi mot vekst i motsetning til aktivitet. Data fra den minste størrelsesgruppen er i tråd med disse teoriene. Generelt har også liten rognkjeks generelt et høyere relativt (%) vekstpotensiale enn stor rognkjeks (Nytrø et al., 2014) og modifisering av fôrings- og matsøkingsatferd kan være regulert for å optimalisere fôrintak og vekst.

## Konklusjon

Liten rognkjeks (opprinnelig størrelse ca. 20 g) har høyere preferanse for naturlige matorganismer, inkludert lakselus, sammenlignet med større fisk. Lusepåslaget på laksen ved slutten av forsøket var 40% lavere i merd med liten rognkjeks sammenlignet med kontrollgruppen uten rognkjeks.

## Referanser

- Imslund, A.K., Reynolds, P., Eliassen, G., Hangstad, T.A., Foss, A., Vikingstad, E., Elvegård, T.A. 2014a. The use of lumpfish (*Cyclopterus lumpus* L.) to control sea lice (*Lepeophtheirus salmonis* Krøyer) infestations in intensively farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture* 425-426, 18-23.
- Imslund, A.K., Reynolds, P., Eliassen, G., Hangstad, T.A., Nytrø, A.V., Foss, A., Vikingstad, E., Elvegård, T.A. 2014b. Assessment of growth and sea lice infection levels in Atlantic salmon stocked in small-scale cages with lumpfish. *Aquaculture* 433, 137-142.
- Imslund, A.K., Reynolds, P., Eliassen, G., Hangstad, T.A., Nytrø, A.V., Foss, A., Vikingstad, E., 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.
- Ingólfsson, A., Kristjánsson, B.K., 2002. Diet of juvenile lumpsucker (*Cyclopterus lumpus*) in floating seaweed: effect of ontogeny and prey availability. *Copeia* 2, 472–476.
- Killen, S.S., Brown, J.A., Gamperl, A.K., 2007. The effect of prey density on foraging mode selection in juvenile lumpfish: balancing food intake with the metabolic cost of foraging. *Journal of Animal Ecology*. 76, 814–825.
- Nytrø, A.V., Vikingstad, E., Foss, A., Hangstad, T.A., Reynolds, P., Eliassen, G., Elvegård, T.A., Falk-Petersen, I.B and Imslund, A.K. 2014. The effect of temperature and fish size on growth of juvenile lumpfish (*Cyclopterus lumpus* L.). *Aquaculture* 434, 296-302.
- Vandendriessche, S., Messiaen, M., O'Flynn, S., Vincx, M., Degraer, S., 2007. Hiding and feeding in floating seaweed: floating seaweed clumps as possible refuges or feeding grounds for fishes. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 71, 691–703

## AP 2.2: Begroing av not og beiteeffektivitet

<b>Fagansvarlig:</b>	Akvaplan-niva v/ Erik Vikingstad, NIFES v/Kristin Hamre
<b>Prosjektgruppe:</b>	Erik Vikingstad, Albert Imsland (APN), Kristin Hamre (NIFES), Pat Reynolds (GIFAS), Lisa Instefjord Engesund Fiskeoppdrett
<b>Sammendrag:</b> Oppfølging og dokumentasjon av effekten av rene nøter på rognkjeksens appetitt på lus ble undersøkt. Blodprøvetaking i samarbeid med NIFES ble gjort for å undersøke ernæringsvalg / fôrpreferanser ut i fra fettsyrer i blodplasma. Ingen effekt på lusebeiting eller mageinnhold ble observert. Mageinnhold og lusenivå som i kontrollgruppen uten paneler. Rognkjeks ble fanget fra flere steder i merden, men kun rognkjeks fanget i rognkjeksskjul hadde lakselus i magesekken.	

### Bakgrunn og målsetning

Dette forsøket undersøkte om rognkjeksens beitet mer groe i perioder med lavt lusepåslag, for dermed å kunne avgjøre behovet for tilleggsfôring i perioder med lite lus. Denne variasjonen ble undersøkt ved å analysere mageinnhold etter mageskylling av rognkjeksens.

### Gjennomføring

Rognkjeks på 12 g ved forsøksstart og innblandingsprosent på 15% ble plassert i triplikate grupper (merd 1, 2 og 3) med totalt 33 000 laks (200 g) per merd (24 x 24 x 12 m). Mageskylling og vektprøver av rognkjeks ble gjennomført på månedlig basis, men med økende hyppighet i med økende lusepåslag. Døgn- og sesongavhengige effekter (koordinert med arbeidspakke 2.3) ble dokumentert.

Paneler med not ble satt ut i merdene for å observere hvordan begroing på utstyr og not påvirket appetitt og fødevalg hos rognkjeksens. Notposen ble holdt ren til enhver tid, og rognkjeksens ble mageskyllt for å vurdere om tilgang på begrodde notstoff-paneler hadde påvirkning på rognkjeksens fødevalg og appetitt, samt effektivitet som lusespiser. Resultater fra forsøksgruppen ble sammenlignet med mageinnhold og lusetall i kontrollgrupper med rognkjeks og kontrollgrupper uten rognkjeks.

#### *Analyser av fettsyreprofiler*

På grunn av uforutsett sykdomsutbrudd og SLICE behandling av rognkjeks hos Engesund Fiskeoppdrett i 2014 var det ikke mulighet til å gjøre uttak av blodprøver til analyse. Denne delen av prosjektet ble i stedet koordinert med aktiviteter hos GIFAS i august 2015. Plasmaprøver ble frosset ned hos GIFAS og sent til NIFES for analyser. Fettsyreanalyser ble gjort i tråd med metoder beskrevet i Lie og Lambertsen (1999). I korte trekk, ble lipid ekstrahert v.h.a. kloroform metanol, saponisert og metylert med NaOH i metanol og BF<sub>3</sub>. Fettsyre metyl



esteres ble ekstrahert i heksan og analysert med GLC. Fettsyrene ble identifisert med sammenlikning med torsk lever olje blandet med kommersielle standarder (Sigma) og 19:0 brukt som indre standard.

PCA plot ble laget basert på standardiserte fettsyre sammensetning data fra 3 prøver fra lakselus, 3 prøver fra groe på merdene, 1 fôrprøve og 140 plasmaprøver fra rognkjeks og plottet i Sirius (v. 8.1, Pattern Recognition Systems AS, Bergen).

## Resultater

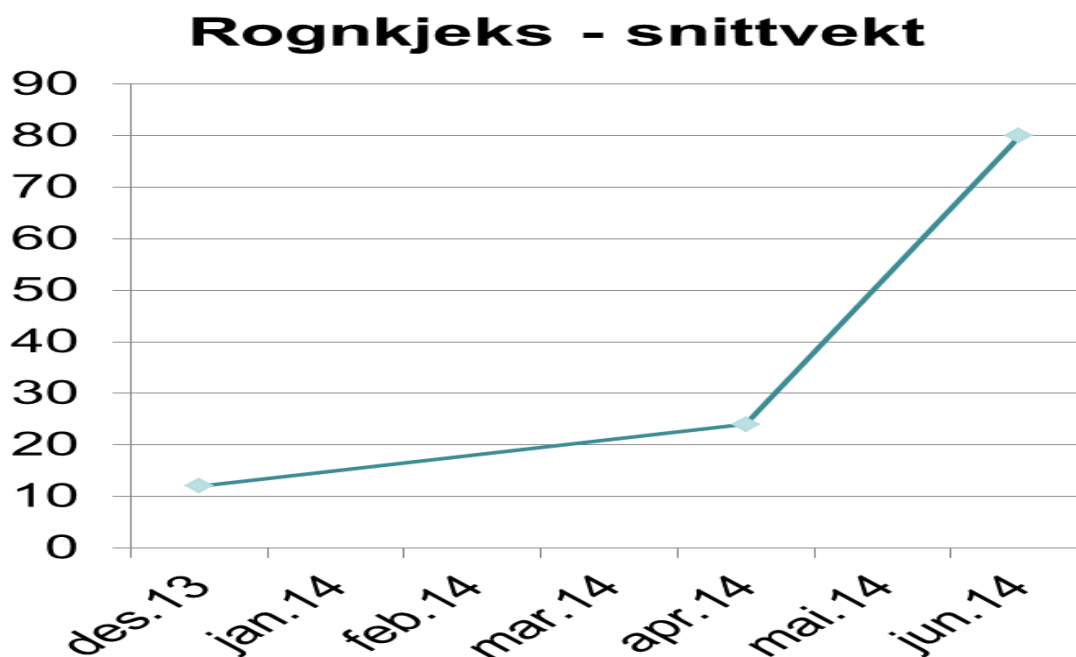
Mye raudåte (Fig. 8), noe spøkelseskreps, maneter og andre små krepsdyr ble observert i mageinnholdet, samt noe rester av laksepellets, samt fiskelarver. Hyppighet av mageskylling ble økt i takt med økende lusepress.



**Fig. 8.** Mageinnhold hos rognkjeks hos Engesund Fiskeoppdrett våren 2014. Innholdet består nesten utelukkende av raudåte.

Området i merden hvor rognkjeksen ble fanget for uttak til mageskylling ble registrert. Det ble kun registrert lus hos rognkjeks fanget i skjul.

Ingen sår eller andre tegn på symptom som kan indikere nedsatt fiskehelse ble observert gjennom forsøksperioden, og rognkjeksen viste svært god vekst og ingen tegn på avmagring på tross av at den ikke ble fôret. Snittvekten doblet seg fra utsett i desember til april 2014 og tredoblet seg fra april til juni 2014 (Fig. 9).



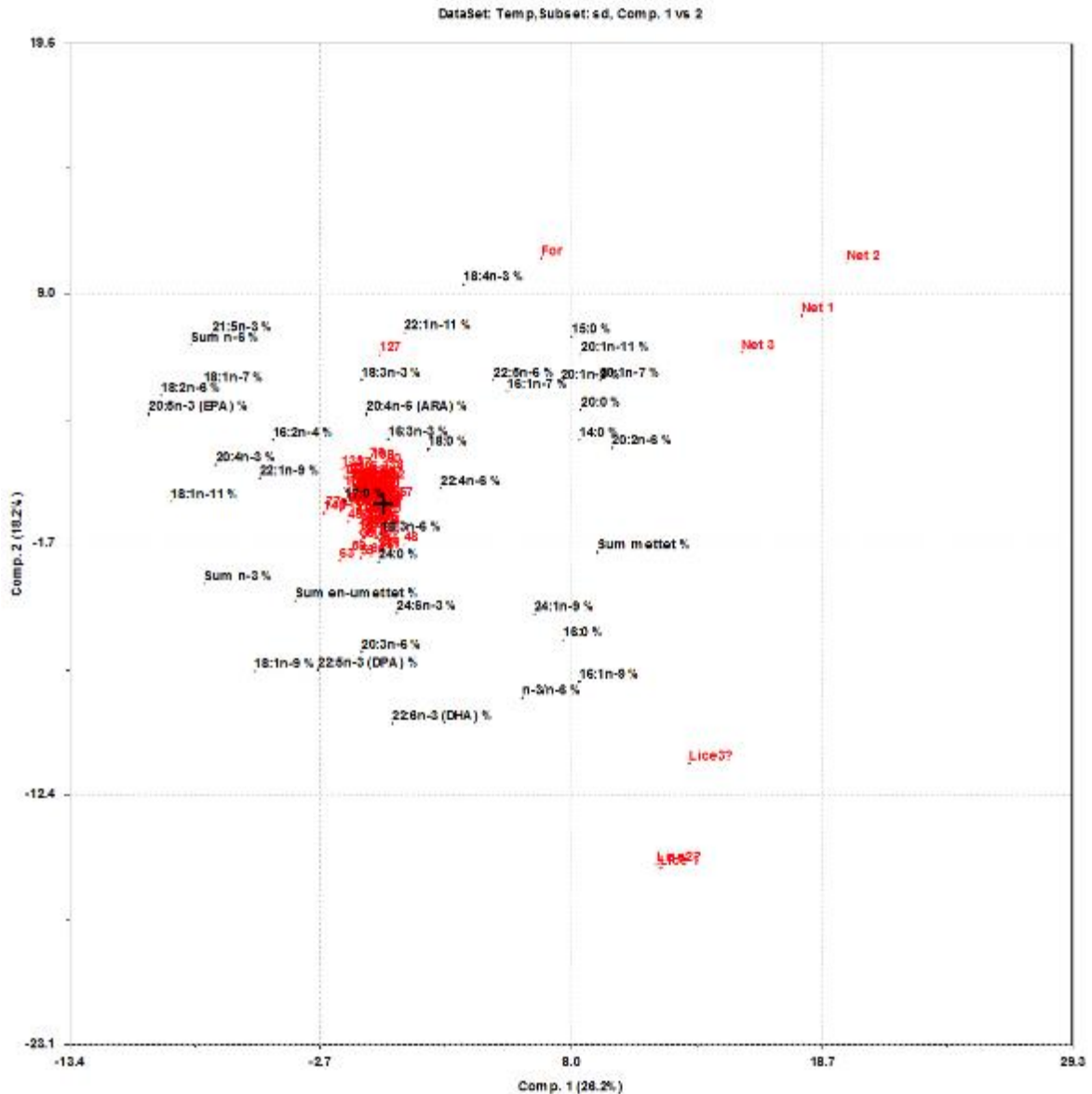
**Fig. 9.** Vekst hos rognkjeks i merder hos Engesund Fiskeoppdrett fra desember 2013-juni 2014.

Fra april 2014 til august 2014 økte snittvekten fra om lag 25 til nærmere 300 g for alle grupper. Dødeligheten har vært svært lav i forsøksperioden. I august 2014 døde brått all rognkjeks på grunn av sykdom, på tross av at sykdomstegn ikke var synlige ved siste kontroll i august.

På grunn av de høye temperaturene og mye raudåte som rognkjeks utelukkende spiste på måtte gruppene med rognkjeks behandles med SLICE høsten 2014.

#### *Fettsyre profil*

Fettsyreprofilen i plasmaprøvene fra rognkjeks var ganske like hverandre, og skiller seg signifikant fra fettsyresammensetningen i fôr, groe fra noten og lus. Alle plasmaprøvene var tett gruppert (Fig. 10), bortsett fra prøve 127 som er signifikant forskjellig fra de andre. Lus, nettgroe og fôr er forskjellig fra plasmaprøvene med unntak av prøve 127 ( $p < 0.05$ ).



**Fig. 10.** Principal komponent analyse (PCA) av fettsyreprofil i plasma hos rognkjeks, sammenlignet med fettsyreprofil i lus, nettgroe og fôr.

## Diskusjon

Ved undersøkelsene i juni, juli og august 2014 utgjorde raudåte eneste mageinnhold i over 70 % av fisken som ble undersøkt. Fra tidligere forsøk (Imstrand et al. 2014a, b, 2015) vet man at interessen for energikrevende fôrkilder som lakselus nedprioriteres fremfor lett tilgjengelig laksepellet, noe som understreker rognkjeksens opportunistiske natur. Ved høy tilgjengelighet av andre lett tilgjengelige fôrkilder som raudåte og maneter i merden foretrekker rognkjeks disse fremfor lakselus.

Det ble funnet svært få lus i mageinnhold. Dette var sannsynligvis på grunn av lavt lusepress vinter / vår, samt nedsatt appetitt og aktivitet som følge av høye sjøtemperaturer sommer og høst. Rognkjeks har fra tidligere studier vist økende dødelighet og økt forekomst av katarakt ved høye temperaturer.

Det gjennomførte forsøket understreker rognkjeksens opportunistiske natur (Imslund et al. 2014b, 2015). Frem til april ble kun pellet, krepsdyr, reker, fiskelarver og en grå masse observert i mageinnhold hos rognkjeks. Lusepresset var lavt i denne perioden, noe som forklarer lite lakselus prøvene. Lus ble observert i omkring 4% av de undersøkte rognkjeksmagene våren 2014. I perioden juni- august var raudåte klart hovednæringskilden for rognkjeks, da konsentrasjonene av raudåte i sjøen var svært høye. All undersøkt rognkjeks hadde i denne perioden nesten utelukkende raudåte i magesekken (Fig. 6).

## Konklusjon

*Ingen effekt av panel-begroing på lusebeiting eller mageinnhold ble observert. Mageinnhold og lusenivå som i kontrollgruppen uten paneler. All lus som ble observert i magesekk kom fra fisk fanget i rognkjeksskjul. Plasmaprøver fra rognkjeks var ganske like hverandre, og skilte seg signifikant fra fettsyresammensetningen i fôr, groe fra noten og lus.*

## Referanser

- Imslund, A.K., Reynolds, P., Eliassen, G., Hangstad, T.A., Foss, A., Vikingstad, E., Elvegård, T.A. 2014a. The use of lumpfish (*Cyclopterus lumpus* L.) to control sea lice (*Lepeophtheirus salmonis* Krøyer) infestations in intensively farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture* 425-426, 18-23.
- Imslund, A.K., Reynolds, P., Eliassen, G., Hangstad, T.A., Nytrø, A.V., Foss, A., Vikingstad, E., Elvegård, T.A. 2014b. Assessment of growth and sea lice infection levels in Atlantic salmon stocked in small-scale cages with lumpfish. *Aquaculture* 433, 137-142.
- Imslund, A.K., Reynolds, P., Eliassen, G., Hangstad, T.A., Nytrø, A.V., Foss, A., Vikingstad, E., 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.

## AP 2.3: Karlegging av døgn- og miljøvariasjon i predasjonsaktivitet

<b>Fagansvarlig:</b>	Akvaplan-niva v/ Ane V. Nytrø
<b>Prosjektgruppe:</b>	Albert Imsland (APN), Pat Reynolds (GIFAS)
<b>Sammendrag:</b> Aktivitet ved ulike tider på døgnet ble undersøkt. Nedbrytningstid av lus i magen på rognkjeks ble undersøkt. Resultater viser at lus fortsatt er godt synlig etter 7 timer i mage ved 14 °C. Det ble ikke funnet noen systematisk forskjell i døgnaktivitet hos rognkjeks, men antydning til økt aktivitet tidlig om morgenen. Den er svært aktivt om morgenen og etter hvert som fisken blir mett avtar aktiviteten.	

### Bakgrunn og resultatmål

Tidligere undersøkelser har gitt indikasjoner på at rognkjeksens interesse for beiting av lus varierer gjennom dagen og mellom geografisk område. Det kan være påvirket av fotoperiode. På grunn av rognkjeksens hurtige fordøyelse av lus er det viktig å foreta ventrikkelskylling (mageskylling) på rett tidspunkt i forhold til når fisken spiser mest aktivt for å øke sjansen for å finne fisken som spiser lus. Det er også nødvendig å avgjøre hvor lang tid det tar før en fullmoden lus ikke lenger er synlig ved ventrikkelskylling.

Dersom man kan opprette en standard for når på døgnet rognkjeksens er mest aktiv som lusespiser, vil man kunne oppnå mer pålitelige resultater fra lusespiser-studier, hvilket vil ha stor betydning for dokumentasjonen av rognkjeks som rensefisk. Videre er det viktig med informasjon om den sesongmessige variasjonen i aktiviteten til rognkjeksens.

### Gjennomføring

#### *Variasjon i aktivitet hos rognkjeks*

Ved starten av forsøket (1. desember) ble to merder på 125 m<sup>3</sup> (5x5x5m) tilsatt 40 rognkjeks. Rognkjeksens hadde en gjennomsnittlig vekt på 11,2 g. Forsøket varte i 56 dager og ble avsluttet den 25. januar. Rognkjeksens ble handfôret til metning med knust kommersielt laksefôr (Biomar CPK, Århus, Danmark), og de ble gitt ett distinkt måltid hver dag. For å sikre god velferd ble rognkjeksens tilbudt skjul og substrater (Imsland et al., 2014). På ulike tidspunkter i den lyse tiden av døgnet gjennom hele forsøksperioden ble aktivitet registrert vha. kamera og direkte observasjoner.

#### *Vurdering av evakueringsrate hos rognkjeks*

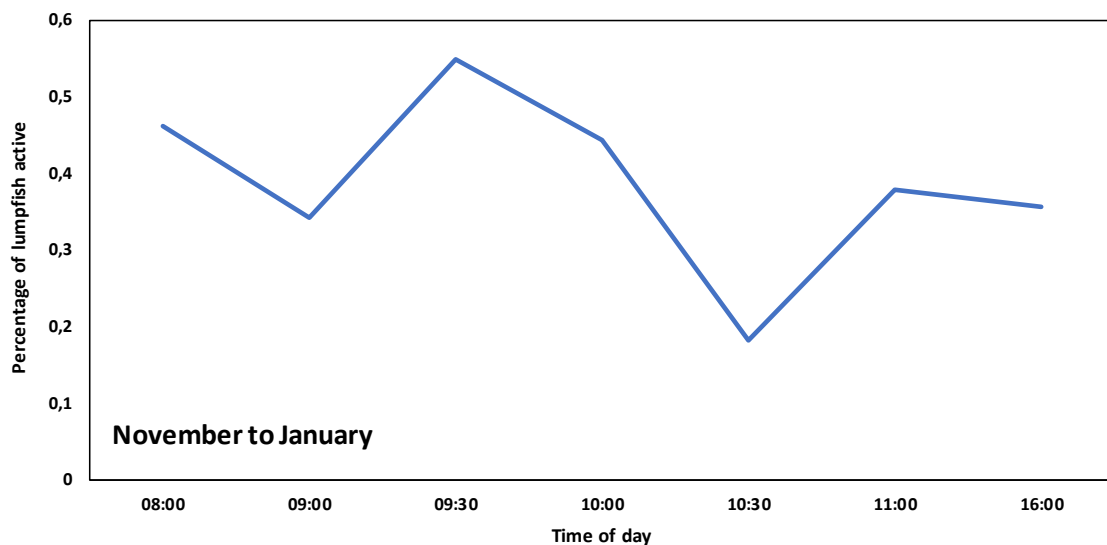
Evakueringsraten (magetømmingsraten) til rognkjeksens for spist lakselus ble testet ved 4, 8 og 14 °C. På grunn av restriksjoner knyttet til smittekontroll og lovverk knyttet til gjennomføring av smertevoldende forsøk, ble det benyttet frosne lakselus i forsøket.

Forsøket ble gjennomført på 3 rognkjeks 2, 4, 6, 8 og 12 timer etter beiting av lus på hver av de tre temperaturene. Forsøket ble gjentatt slik at man oppnådde 2 pseudoreplikater. Totalt 90 fisk som spiste lus ble testet. Videre ble mageinnhold fra 3 fisk fra hver temperaturgruppe undersøkes før fôring med lus, totalt  $90 (3 \times 2 \times 5 \times 3) + 18 = 108$  fisk. Rognkjeksene ble akklimatisert til forsøksenhetene og temperatur en uke før start. Fisken ble fôret under akklimatiseringsperioden, men ble sultet 48 timer før forsøksstart. Ved uttestingen ble 10 opptinede lus tilbudt hver fisk. Lakselus og smaksforsterkere (kunstige smaksforsterkere og "rekesaft") ble tilsatt samtidig i prøvetakningsenhetene for å stimulere rognkjeksene til å ta den døde opptinede lakselusen.

## Resultater

### *Variasjon i aktivitet*

Rognkjeksene viste en dagaktiv atferd ved at den festet seg til substratene når dagslyset forsvant og ble aktiv igjen når tilstrekkelig dagslys var tilbake. Denne dagaktive atferden ble observert konsekvent gjennom hele forsøksperioden. Det var antydning til litt høyere aktivitet tidlig om morgenen (Fig. 10). Det ble også observert at alle rognkjeksene festet seg til substratet i en vertikal orientering med hodet oppover, kanskje en oppførsel som brukes i det fri for å unngå predasjon.



**Fig. 10.** Variasjon i aktiivitet hos rognkjeks i forhold til tid.

### *Vurdering av evakueringsrate hos rognkjeks*

Pilotforsøk før oppstart ble gjennomført ved akklimatisering og tilvenning i forsøksenhetene etter protokoll på høyeste temperaturregime (14°C) for å avgjøre hyppigheten for prøvetakingen i hovedforsøket. To fisk per prøvetakingstidspunkt ble undersøkt.

Forsøket knyttet til evakueringsrate ble terminert etter pilotforsøket, da svært få rognkjeks spiste lus. De individene som spiste lus spiste derimot svært mange, opp til 30 lus når dette ble tilbudt. Forskjellige smaksstimuli ble utprøvd, men uten videre hell. Fisken fremsto rolig og

avslappet i prøvetakningsenhetene, og hadde vært håndforet i akklimatiseringsperioden for å venne fisken til rutinen med håndføring av lus. Sulting ut over de opprinnelige 48 timene ble også forsøkt, men uten videre påvirkning på interessen for lus.



**Fig. 11.** Forskjellig fordøyelsesgrad av lakselus funnet i magen av rognkjeks oppdrettet ved 7°C (foto: Patrick Reynolds, GIFAS).

Resultater fra pilotforsøket tilsier at lus fortsatt er godt synlig etter 10-24 timer i mage ved 14 °C, mens nyere data indikerer mye høyere oppholdstid ved temperaturer mellom 7-10°C (Fig. 11) dvs. at lus finnes i magen opp mot 72 timer etter at den er spist.

## Diskusjon

### *Variasjon i aktivitet*

Data fra Imsland et al. (2014a) viser at rognkjeksen har et begrenset register av atferdsmessige trekk. I merder uten laks ble mesteparten av tiden med dagslys brukt på å spise eller lete etter mat (over 50% av alle registrerte observasjoner). I merdene hvor rognkjeks og laks ble oppdrettet sammen, ble det registrert en større variasjon i adferden. Det ble ikke tilbudt noen former for kunstig ly for rognkjeks, men små klumper av tare ble satt ut i merden. Dataene viste at mesteparten av tiden ved dagslys ble brukt til å lete etter mat. Hvis rognkjeks ikke brukte tiden på å spise eller lete etter mat ble den enten observert hvilende inne mellom den flytende taren eller den sto nærmest stillestående i vannmassene rett under taren. Når det ikke var laks tilstede brukte rognkjeks mer tid på hvile. Videre indikerte observasjonene en sterkt opportunistiske fôringsadferd og at fisken kunne utnytte flere typer matkilder. Rognkjeks er mindre aktiv når den er oppdrettet (opptrer) alene enn sammen med laks (Imsland et al. 2014a). Rognkjeks konkurrerte med laksen om tilgang til pellets under fôring og ble observert svømmende blant laksen etter at fôringen hadde startet. Direkte observasjoner av rognkjeks som beitet lus fra laks var sjeldent (ca. 0,2 % av den totale tiden, Imsland et al. 2014b), men til tross for dette er det i en serie med forsøk dokumentert forskjeller i infeksjonsnivå av lakselus på laks når den holdes sammen med rognkjeks i merder (Imsland et al., 2014a-c, 2015a, 2016).

I naturen finner en vanligvis juvenil rognkjeks blant tang og tare, både fastsittende og frittsvømmende, men de blir også funnet festet til andre typer substrater (Moring 1989; Ingólfsson and Kristjánsson, 2002). Juvenile rognkjeks ser ut til å ha høyere aktivitet i den lyse del av døgnet (Imsland et al. 2014a) og tidlig om morgenen (Fig. 10). En undersøkelse av koloniseringen av juvenile rognkjeks i flytende tangklumper langs kysten antyder at det kan være vanlig med en slags form for territorialisme hos rognkjeks (dvs. yngel ekskluderer andre individer fra deres umiddelbare nærhet) eller kannibalisme i flytende tang og tare (Ingólfsson, 2000). Flytende tare er et viktig habitat for rognkjeks i løpet av det første året, mens eldre yngel, selv om de er pelagiske, ikke blir funnet i tilknytning til flytende tang. I merder derimot viser rognkjeks en klar preferanse for glatte kunstige overflater (Imsland et al. 2015a) som plaststrimler. Det ble ikke funnet noen tegn som tyder på at det var kannibalisme og det ser tilsynelatende ut som juvenile rognkjeks "liker" selskapet til hverandre da fisken vanligvis blir funnet i klynger.

Basert på de foreliggende data om variasjon i aktivitet og fôringsatferden til rognkjeks i merder (2014a) er fôropptaket til rognkjeks ikke begrenset til en enkelt matkilde dersom andre er tilgjengelige. Denne omnivore fôringsatferden har tidligere blitt rapportert med villfanget juvenil rognkjeks. Data fra dette forsøket indikerer at mesteparten av tiden i dagslys benyttes til å lete etter mat eller spise, resten av tiden bruker den enten på å hvile innimellom taren i merden eller svevende rett under tangen. Den er mer aktiv om morgenen for derav å "ebbe" ut i løpet av dagen. Lignende fôringsatferd som ble funnet i dette forsøket er sett hos vill



rognkjeks. Denne atferds fleksibiliteten er til stor nytte for denne arten da det gir unge individer muligheten til å fokusere energien mot vekst i motsetning til aktivitet.

Generelt anses renselatferd å være et klassisk eksempel på mutualisme (gjensidig nytte mellom artene). Vår data viser klart (Imsland et al. 2014a) at rognkjeks bruker tilsynelatende en begrenset mengde tid på å spise lus, men dette er tilsynelatende nok til å påvirke nivået av lakselus da signifikant lavere infeksjonsnivåer av lakselus ble sett på laks hvor rognkjeks var til stede. Det finnes svært begrenset informasjon om spiseaktivitet hos vill rognkjeks, men lakselus er funnet i magene til vill juvenil rognkjeks (Ingólfsson and Kristjánsson, 2002), samt at andre kopepoder er en vesentlig del av kostholdet til juvenile rognkjeks (Ingólfsson and Kristjánsson, 2002). Videre kan vill laks i havet vær infisert av et stort antall av voksne lus (Jacobsen and Gaard 1997). Når den får muligheten vil rognkjeks beite lus på laks, og en kan spekulere i om denne beiteatferden på parasitter har utviklet seg mellom de to artene på en lignende måte som sett for renselatferd som beiter parasitter av fisk i tropene (Grutter 1995; Clague et al. 2011).

#### *Vurdering av evakueringsrate hos rognkjeks*

Resultater fra våre forsøk tilsier at lus fortsatt er godt synlig etter 7 timer i mage ved 14 °C. Tidligere data viser at lus kan gjenkjennes i magen opptil 48 timer ved 8-10 °C (Imsland et al. 2015b). Dette er i overstemmelse med Eysturskarð et al. (2017) som fant lus i magen på rognkjeks etter tre døgn der fisken ble oppdrettet ved 10 °C.

Eysturskarð et al. (2017) brukte kun vosken hannlus i sin studie for å få en enhetlig størrelse av lus. Ifølge Imsland et al. (2014) er voksen (kjønnsmoden) hunnlus det foretrukne valget for rognkjeks, mens de spiser også hannlus og pre adulte. Videre undersøkelser er nødvendig for å anslå hvordan størrelse, tid, temperatur samt kjønn av lakslus påvirker fordøyelsen i rognkjeks.

Vi gjennomfører nå nye forsøk med utvikling av PCR baserte metoder for å detektere lakselus DNA (pers. kom. Patrick Reynolds, GIFAS) hos rognkjeks. Foreløpige data indikerer at lakselus er intakt 72 timer etter at den er spist av rognkjeks ved 7°C. Dette er mye lengre fordøyelsestid enn observert for andre fôrorganismer som rognkjeks spiser (f.eks. hydrozoer). Hvorfor rognkjeks spiser lus når det tar så lang tid å få næringsstoffer ut er et foreløpig mysterium, men veldig spennende felt å undersøke nærmere.

## **Konklusjon**

*Rognkjeks bruker mesteparten av sin aktivitet i merder på søk etter mat, der den er mest aktivt tidlig om morgenen og aktiviteten avtar utover dagen. Våre forsøk viser klart at det er avgjørende for fiskens velferd at den har tilgang til en eller annen form for substrat å hvile på og den er fastsittende gjennom natten.*

*Lus kan detekteres i magen til rognkjeks i opptil 72 timer etter opptak ved 7°C.*

## **Referanser**

Clague, G.E., Cheney, K.L., Goldizen, A.W., McCormick, M.I., Waldie, P.A., Grutter, A.S., 2011. Long-term cleaner fish presence affects growth of a coral reef fish. *Biology Letters* 7. 863–865.

- Eysturskarð, J., Johannesen, Á., Eliassen, K., 2017. Application of real-time PCR for specific detection of *Lepeophtheirus salmonis* in fluid samples from lumpfish (*Cyclopterus lumpus*) stomachs. *Aquaculture International* 25, 969-973.
- Grutter, A.S., 1995. Relationship between cleaning rates and ectoparasite loads in coral reef fishes. *Mar Ecol Prog Ser* 118, 51–58.
- Imstrand, A.K., Reynolds, P., Eliassen, G., Hangstad, T.A., Nytrø, A.V., Foss, A., Vikingstad, E., Elvegård, T.A. 2014a. Notes on behaviour of lumpfish in sea pens with and without Atlantic salmon. *Journal of Ethology* 32, 117-122.
- Imstrand, A.K., Reynolds, P., Eliassen, G., Hangstad, T.A., Foss, A., Vikingstad, E., Elvegård, T.A. 2014b. The use of lumpfish (*Cyclopterus lumpus* L.) to control sea lice (*Lepeophtheirus salmonis* Krøyer) infestations in intensively farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture* 425-426, 18-23.
- Imstrand, A.K., Reynolds, P., Eliassen, G., Hangstad, T.A., Nytrø, A.V., Foss, A., Vikingstad, E., Elvegård, T.A. 2015a. Assessment of suitable substrates for lumpfish in sea pens. *Aquaculture International* 23, 639-645.
- Imstrand, A.K., Reynolds, P., Eliassen, G., Hangstad, T.A., Nytrø, A.V., Foss, A., Vikingstad, E., Elvegård, T.A. 2015b. Feeding preferences of lumpfish (*Cyclopterus lumpus* L.) maintained in open net-pens with Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture* 436, 47-51.
- Imstrand, A.K., Reynolds, P., Eliassen, G., Mortensen, A., Hansen, Ø.J., Puvanendran, V., Hangstad, T.A., Jónsdóttir, Ó.D.B., Emaus, P.A., Elvegård, T.A., Lemmens, S.C.A., Rydland, R., Nytrø, A.V., Jonassen, T.M. 2016a. Is cleaning behavior in lumpfish (*Cyclopterus lumpus*) parentally controlled? *Aquaculture* 459, 156-165.
- Imstrand, A.K., Reynolds, P., Eliassen, G., Mortensen, A., Hangstad, T.A., Jónsdóttir, Ó.D.B., Emaus, P.A., Elvegård, T.A., Lemmens, S.C.A., Rydland, R., Nytrø, A.V., Jonassen, T.M. 2016b. Effects of lumpfish size on foraging behaviour and co-existence with sea lice infected Atlantic salmon in sea cages. *Aquaculture* 465, 19-27.
- Imstrand, A.K., Reynolds, P., Eliassen, G., Hangstad, T.A., Jónsdóttir, Ó.D.B., Elvegård, T.A., Lemmens, S.C.A., Rydland, R., Nytrø, A.V.. 2016c. Investigation and quantification of behavioural interactions between lumpfish (*Cyclopterus lumpus*) and Goldsinny (*Ctenolabrus rupestris*) under controlled conditions. *Aquaculture International* 24, 1509-1521.
- Ingólfsson, A., 2000. Colonization of floating seaweed by pelagic and subtidal benthic animals in southwestern Iceland. *Hydrobiologia* 440, 181-189.
- Ingólfsson, A., Kristjánsson, B.K., 2002. Diet of juvenile lumpsucker (*Cyclopterus lumpus*) in floating seaweed: effect of ontogeny and prey availability. *Copeia* 2, 472–476.
- Jacobsen, J.A., Gaard, E., 1997. Open ocean infestation by salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*): comparison of wild and escaped farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *ICES Journal of Marine Science* 54, 1113–1119.
- Moring, J.R., 1989. Food habits and algal associations of juvenile lumpfish, *Cyclopterus lumpus* L., in intertidal waters. *Fishery Bulletin* 87, 233-237.

## AP 2.4: Læringseffekt hos rognkjeks og sameksistens med bergnebb

<b>Fagansvarlig:</b>	GIFAS v/ Pat Reynolds
<b>Prosjektgruppe:</b>	Albert Imsland, Ane V. Nytrø (APN)
<b>Sammendrag:</b> For å undersøke adferdssamspillet mellom leppefisk (bergnebb) og rognkjeks ble det utført tre separate forsøk med 50 dagers varighet med forskjellige størrelser av rognkjeks (snittvekt ved oppstart på 110, 70 og 32 g) og bergnebb på 29-30 g i innendørs tanker. Det ble funnet størrelsesavhengige aggresjonen mellom rognkjeks og bergnebb. Dette indikerer at mindre rognkjeks kan være i stand til å sameksistere med bergnebb, mens stor rognkjeks (her 110 g) har mer aggressiv adferd mot bergnebb.	

### Resultatmål og bakgrunn

Fra tidligere studier har man sett at rognkjeks blir en flinkere lusespiser over tid, og flere steder i landet er kombinasjonsbruk av rognkjeks og leppefisk vanlig praksis på grunn av forskjellig temperaturoptimum mellom artene som påvirker effektiviteten som lusespiser. Forsøksmålet er å undersøke læringseffekten og adferds-samspillet mellom bergnebb og rognkjeks.

Med bakgrunn i den sterkt opportunistiske fôringsatferden til rognkjeks er teorien at beitepotensialet på lus kan økes ved å stimulere adferden. Det er tidligere vist at rognkjeks beiter på lakselus som sitter på infisert laks og at en ved å ha dem sammen med rensefisk, slik som bergnebb, kan få rognkjeks til å etterligne spiseadferden til bergnebb slik at rognkjeks "lærer seg" en mer effektiv beiteteknikk på lus.

Atferdsinteraksjoner mellom rognkjeks og atlantisk laks, under kontrollerte forhold er blitt beskrevet (Imsland et al., 2014c). Imidlertid er det mulig at bergnebb og rognkjeks kan brukes samtidig for avlusning da dette vil tillate et bredere størrelsesintervall for rognkjeks på laksen som skal behandles og gi et større temperaturområde for effektiv beiting (kombinert har de to artene et bredere temperaturspekter hvor de spiser lus).

Leppefisk kan holdes i blandede grupper, men inntil nå er det ingen publiserte studier som beskriver atferdsinteraksjoner mellom bergnebb og rognkjeks. Dette forsøkte vil finne ut om bergnebb kan trives sammen med juvenile rognkjeks i et forsøk på å øke avlusningseffekten hos atlantisk laks ved å bruke begge artene samtidig.

### Metode

Tre separate forsøk i innendørstanker med 50 dagers varighet ble utført der tre størrelsesgrupper av rognkjeks med snittvekt ved oppstart på hhv. 110, 70 og 32 ble testet separat i hvert av forsøkene. Bergnebb var 29-30 g i alle forsøkene. Størrelsene av rognkjeks og bergnebb som

ble brukt gjenspeiler hvilken størrelse som er vanlig i å bruke i lakseanlegg. Før oppstart ble all fisk merket med floy-merker med forskjellige farger slik at man kunne følge opp fisken individuelt.

Fôringsregimet var basert på fôring til metning ved bruk av mekaniske fôringsautomater som gikk fra kl. 08.00 til 20.00 hver dag. Begge artene ble fôret med en 50/50 blanding av 1,5 mm og 3,0 mm Amber Neptun (Skretting AS, Stavanger, Norge). I tillegg ble fisken tilbudt renskede blåskjell og reker to ganger daglig (kl. 09.00 og 16.00) gjennom hele forsøksperioden. I alle tre forsøkene ble skjul konstruert av plastrør og plassert i bunnen av tanken for å tilby bergnebb beskyttelse og ly.

Forsøk 1 ble gjennomført fra 29 september til 18 november 2014. Temperaturen i de eksperimentelle tankene sank fra 11,0 °C ved start til 9,1 °C ved avslutningen av studien.

Forsøk 2 ble gjennomført mellom 10 januar og 2. mars 2015. I studie 2 sank vanntemperaturen i de eksperimentelle tankene fra 7,4 °C ved start til 5,0 °C.

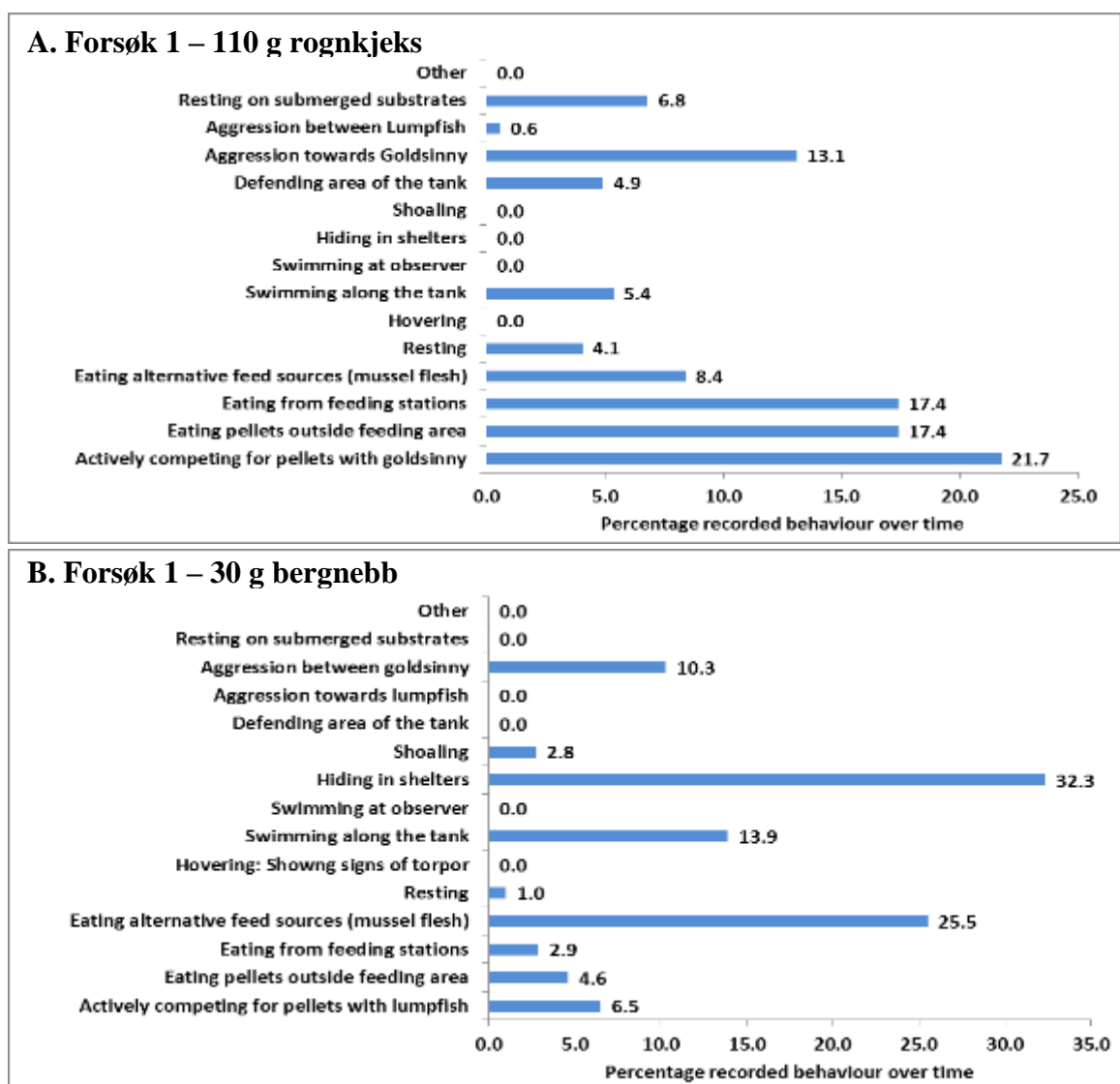
Forsøk 3 ble gjennomført mellom 5 februar og 27 mars 2015. Temperaturen i tankene ble her redusert fra 7,5 °C ved start til 6,5 °C ved avslutningen.

Atferden til fisken ble overvåket med jevne mellomrom gjennom hele studieperioden for alle tre studiene.

## Resultater

### *Forsøk 1*

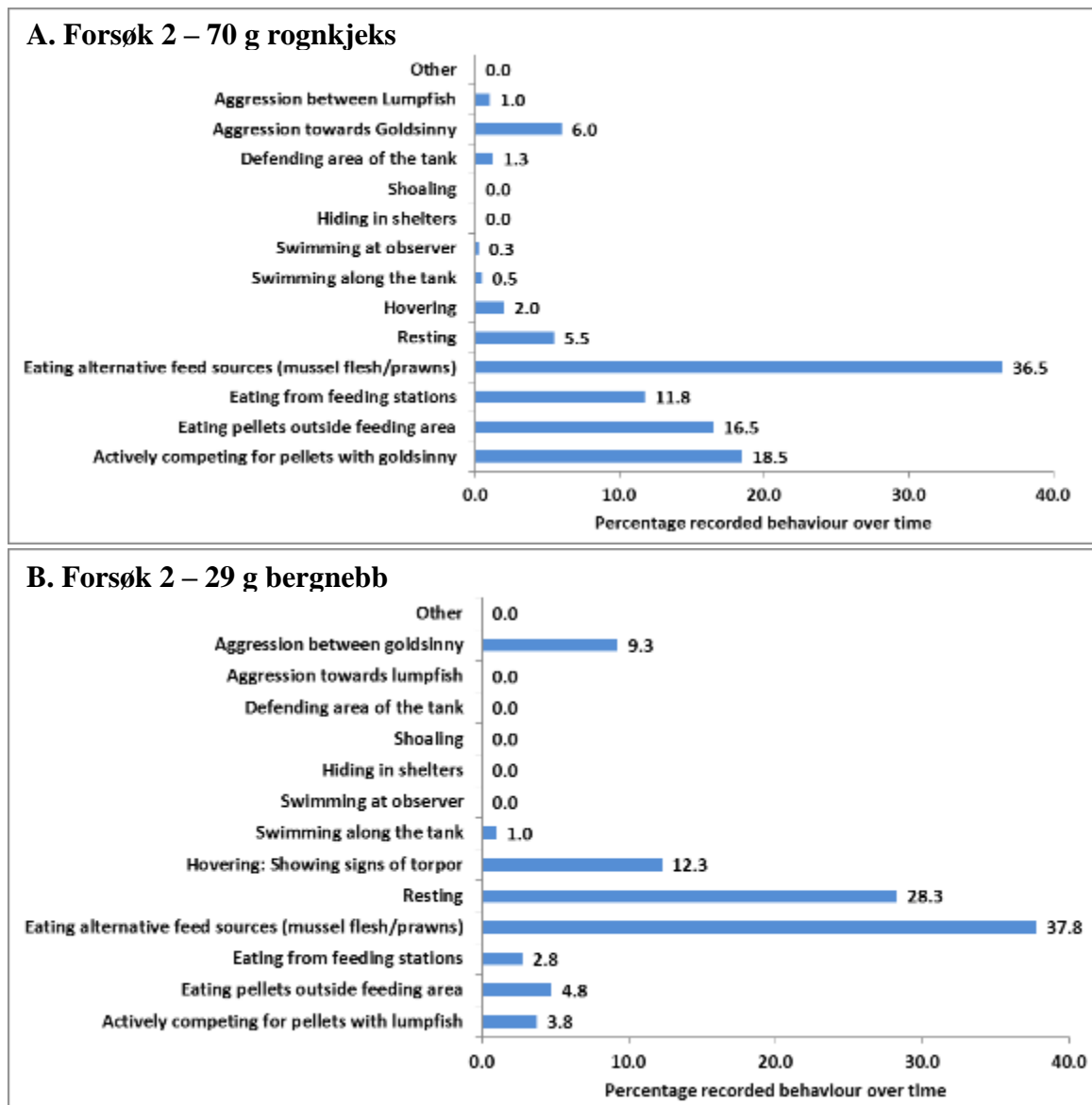
Adferds-observasjonene registrert over tid viste et begrenset antall atferdstyper hos rognkjeks og mesteparten av atferden var relatert til fôr eller fôring (Fig. 12A). Rognkjeks brukte 17% av tiden enten på å spise pellets fra fôringsautomaten eller oppholde seg i fôringsområdet. Når alternative fôrtiler (reker) ble introdusert i karet spiste rognkjeks denne maten i tillegg til pellets 8,4% av tiden. Rognkjeks viste aggressiv adferd mot artsfrender 0,6% av tiden, men aggresjonen mot bergnebb var adskillig høyere hvor dette skjedde 13,1% av tiden, særlig under fôring. Rognkjeks forsvarte også områder av tanken mot bergnebb når mat var tilgjengelig. Bergnebb hadde også et snevert atferdsrepertoar sammenlignet med rognkjeks i samme tank (Fig. 12B). Fôringsrelatert atferd utgjorde 25,5% av alle observasjoner registrert når bergnebb spiste alternative matkilder (reker). Noen av de største bergnebbene konkurrerte med rognkjeks om pellets i 6,5% av alle observasjoner. Bergnebb hadde tilgang til skjul på bunnen av tanken i hele forsøksperioden, og ved 32,2% av observasjonene befant bergnebb seg der. Bergnebb viste ikke aggresjon mot rognkjeks i forsøket, men mot hverandre i 10,3% av alle registrerte observasjoner.



**Fig. 12.** Adferd hos stor (110 g) rognkjeks og bergnebb (29 g) som går sammen i kar på land.

### Forsøk 2

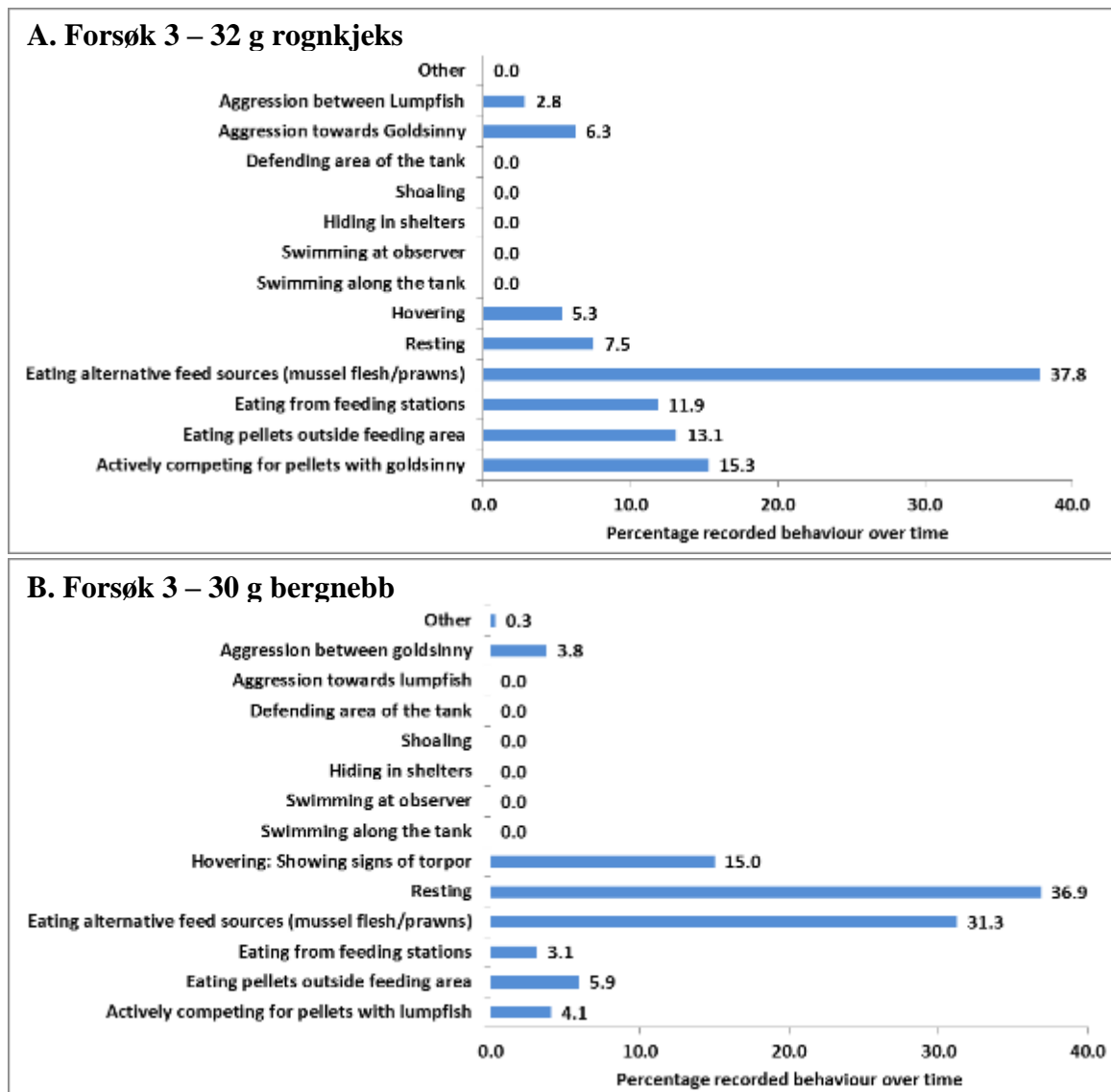
Rognkjeksene konkurrerte mindre med bergnebb om pellets (18,5%, Fig. 13A) sammenlignet med den større rognkjeksene i forsøk 1. Rognkjeksene viste aggressiv adferd mot bergnebb 6,0% av tiden, spesielt under fôring. Bergnebb viste et lignende begrenset adferds-spekter som rognkjeksene i samme tank og til bergnebb fra forsøk 1 (Fig. 13B). Rognkjeksene viste ikke aggresjon på noe tidspunkt i løpet av forsøket, mens bergnebb 9,3% av tiden viste innbyrdes aggresjon. Bergnebben brukte mer tid på hvile i forsøk 2 (28,3% av tiden, Fig. 13B) sammenlignet med forsøk 1 (1,0 % av tiden, Fig. 12B).



**Fig. 13.** Adferd hos middels stor (70 g) rognkjeks og bergnebb (29 g) som går sammen i kar på land.

### Forsøk 3

Rognkjeks viste lignende frekvens (6,3%) av aggresjon mot bergnebb som i forsøk 2. Bergnebb (Fig. 14B) viste et lignende snevert atferds-spekter som i forsøk 1 og 2. Noen av de største bergnebbene konkurrerte for pellets med rognkjeks 4,1% av tiden. Et tilsvarende forekomst av denne atferden ble registrert i forsøk 2. Det var andel bergnebb som enten var stillestående eller hvilende (36,9%) sammenlignet med rognkjeks i samme tank. Bergnebben brukte mer tid på hvile i studie 3 (36,9% av tiden, Fig. 14B) sammenlignet med studie 1 (1% av tiden, Fig. 12A).



**Fig. 14.** Adferd hos liten (32 g) rognkjeks og bergnebb (30 g) som går sammen i kar på land.

## Diskusjon

Det ble funnet indikasjoner på størrelsesavhengig dominansatferd for rognkjeks mot bergnebb i disse forsøkene hvor rognkjeks jaget bergnebb bort fra tilgjengelig mat og i noen tilfeller bet halefennene til bergnebben. Rognkjeks oppholdt seg i nærheten av overflødig fôr og hindret bergnebben tilgang til denne. De ulike nivåene av aggresjon som ble observert mellom rognkjeks og bergnebb tyder på at mindre rognkjeks og bergnebb kan trives sammen. Men dette ser ut til å være størrelsesavhengig. Etter hvert som rognkjeks vokser vil denne sameksistensen sannsynligvis føre til økende grad av aggresjon fra rognkjeks siden denne vokser raskest. Det kan også tenkes at det skjer en tilvenning mellom artene over tid som hindrer en slik negativ utvikling i sameksistens.

Bergnebb viste aggresjon mot hverandre i alle tre forsøkene. Det høyere nivået av aggresjon i forsøk 1 kan være påvirket av aggresjon fra rognkjeksene ved at mattilgangen ble begrenset hos bergnebbene og den innbyrdes konkurransen om mat hos bergnebbene økte.

Resultatene tyder på at bruk av disse to artene samtidig i laksemerder kan by på problemer. Aggresjonen hos rognkjeksene i forhold til bergnebb kan være et resultat av størrelsesforskjellene mellom artene, og dermed kan muligens større leppefiskarter som berggyllt være en mer egnet kandidat for bruk sammen med rognkjeks. Denne studien ble imidlertid utført i 1,5 m<sup>3</sup> landbaserte tanker og atferden kan bli annerledes i store åpne merder med laks der det er lettere for artene å unngå adferds-interaksjoner.

Bare et lite antall av bergnebb spiste pellets i forsøkene. Dette til tross for at de i forkant av forsøkene spiste pellets (marin profil).

Tiden bergnebb brukte på hvile økte i forsøk 2 og 3 sammenlignet med forsøk 1, mens rognkjeksene brukte omtrent like lang tid på hvile i alle tre forsøkene. Grunnen til denne forskjellen kan være knyttet til det høyere aggresjonsnivået rognkjeksene hadde mot bergnebbene i det forsøk 1. Mer hvile i forsøk 2 og 3 kan også være en temperatureffekt da snittemperaturen i forsøk 1 var 10,2 °C sammenlignet med 6,4 °C i forsøk 2 og 6,2 °C i forsøk 3. Det er tidligere vist at bergnebb på 4 °C går inn i en dvale tilstand, og reagerer ikke på ytre stimuli (Sayer and Davenport, 1996). De laveste vanntemperaturene i forsøk 2 og 3 var mellom 4,4 og 5,0 °C og kan ha gitt en slik dvaletilstand. For å opprettholde lave nivåer av lakselus i laksemerder bør det legges til rette for at rensefiskene kan beite lus hele året. Tidligere studier har vist at juvenil rognkjeks er aktive og beiter lus selv ved lave temperaturer (Imsland et al., 2014a-b). Dette er i samsvar med dette forsøket hvor rognkjeksene var aktive selv ved de laveste temperaturene, noe som gjør dem egnede lusespisere også vinterstid.

## Konklusjon

*Størrelsesavhengig aggresjonen observert mellom rognkjeks og bergnebb i disse forsøkene indikerer muligheter for sameksistens av liten rognkjeks og bergnebb, men at økt aggresjon hos rognkjeks etter hvert som den blir større begrenser denne muligheten. Muligens reduseres problemet ved bruk av større leppefiskarter, eller ved at artene lærer å tilpasse seg hverandre før størrelsesforskjellen blir problematisk. Dette bør testes.*

## Referanser

- Imsland, A.K., Reynolds, P., Eliassen, G., Hangstad, T.A., Nytrø, A.V., Foss, A., Vikingstad, E., Elvegård, T.A., 2014a. Assessment of growth and sea lice infection levels in Atlantic salmon stocked in small-scale cages with lumpfish. *Aquaculture* 433, 137–142.
- Imsland, A.K., Reynolds, P., Eliassen, G., Hangstad, T.A., Foss, A., Vikingstad, E., Elvegård, T.A. 2014b. The use of lumpfish (*Cyclopterus lumpus* L.) to control sea lice (*Lepeophtheirus salmonis* Krøyer) infestations in intensively farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture* 425-426, 18-23.



- Nytrø, A.V., Vikingstad, E., Foss, A., Hangstad, T.A., Reynolds, P., Eliassen, G., Elvegård, T.A., Falk-Petersen, I.B and Imsland, A.K., 2014. The effect of temperature and fish size on growth of juvenile lumpfish (*Cyclopterus lumpus* L.). *Aquaculture* 434, 296-302.
- Sayer, M.D.J., Davenport, J., 1996. Hypometabolism in torpid goldsinny wrasse subjected to rapid reductions in seawater temperature. *Journal of Fish Biology* 49, 64–75.
- Skiftesvik, A.B., Blom, G., Agnalt, A.L., Durif, C.M.F., Browman, H., Bjelland, R.M., Harketstad, L.S., Farestveit, E., Paulsen, O.I., Fauske, M., Havelin, T., Johnsen, K., Mortensen, S., 2014. Wrasse (Labridae) as cleaner fish in salmonid aquaculture—the Hardangerfjord as a case study. *Marine Biology Research* 10, 289–300.

## AP 3: Storskalaforsøk med rognkjeks i merd

---

<b>Fagansvarlig:</b>	APN v/ Ane V. Nytrø
<b>Prosjektgruppe:</b>	Albert Imsland, Ane V. Nytrø (APN), Bjarne Johansen, Tommy Hansen (Nordlaks), Anna Hanssen, Bjørn Mikalsen (Lerøy Aurora), Grethe Adoff (Engesund Fiskeoppdrett)
<b>Sammendrag:</b> <p>Arbeidspakken har tatt for seg en helhetlig tilnærming til effekten av forskjellige innblandingsprosent av rognkjeks på lusetall hos laks gjennom en hel produksjonssyklus av laks. Fôrpreferanser og tilvekst hos rensefisk ble dokumentert gjennom hele produksjonssyklusen, og alle operasjonelle handlinger knyttet til daglig drift ved lokaliteten ble dokumentert.</p> <p>Standarder for bruk av rensefisk og utvikling av metoder for fôring m.m. utviklet seg betraktelig i løpet av forsøksperioden. For at forsøkene kunne gjennomføres ihht. til opprinnelig plan sto man dermed ikke fritt til å endre på forsøksoppsettet underveis ihht. "best practice", med dette siktes det til især størrelsespreferanser ift. fôrvalg hos rognkjeks og gjeldende praksis for påfyll av rensefisk gjennom produksjonssyklusen.</p> <p>Denne arbeidspakken er delt inn i tre deler som tar for seg: forskjellig innblanding av rognkjeks (AP3.1); kombinasjonsbruk rognkjeks og luseskjørt (AP3.2); overvintring av rognkjeks i merd (AP3.3).</p>	

### Resultatmål og bakgrunn

Vekst hos laks og rognkjeks holdt i merd gjennom en hel produksjonssyklus ble studert i sammenheng med miljøparametere for å dokumentere eventuelle sesongmessige variasjoner. Forskjellige innblandingsprosent ble testet på forskjellige geografiske lokaliteter. Spørsmålet en stiller seg er om forskjellige miljø krever forskjellig innblandingsprosent av rognkjeks for å få en god avlusningseffekt av rognkjeks.

Rensefisk er kun ett av flere verktøy i kampen mot lus. På utsatte lokaliteter vil luseskjørt være et viktig virkemiddel for å redusere lusepåslag og medikamentell behandling. Luseskjørtet beskytter mot påslag av lus samt reduserer groe i nota. Rene nøter er viktig for merdmiljøet for både laks og rognkjeks og er antatt ha betydning på hvor effektiv rensefisken er. Sammen vil en slik kombinasjon av rensefisk og luseskjørt kunne redusere lusepåslag og redusere behovet for kjemisk avlusning. Kombinasjon av rognkjeks og luseskjørt (AP 3.2) ble undersøkt i et pilotforsøk hos Engesund Fiskeoppdrett og i et storskala forsøk hos Nordlaks.

### Metode

*Forsøk hos Nordlaks (lokalitet, Skøyen) og Lerøy Aurora (lokalitet, Solheim)*

Totalt tre lokaliteter inngikk opprinnelig i forsøket (Lerøy Midt; Halsabukt, Lerøy Aurora; Solheim og Nordlaks Oppdrett; Skøyen), men på grunn av utfordringer knyttet til overlevelse hos rensefisk og lite erfaringsgrunnlag knyttet til bruk av rognkjeks ble det kun benyttet datasett fra Lerøy Aurora, Solheim og Nordlaks Oppdrett, Skøyen, begge i Troms fylke. Alle lokalitetene ble fulgt opp månedlig mhp. tilvekst hos rognkjeks, fôring og fôrpreferanse, bortsett fra tidspunkt der været var til hinder for prøvetaking. Hver lokalitet hadde en forsøksansvarlig / rensefiskansvarlig som rapporterte på ukentlig basis til prosjektet. Videre ble det rapportert lusetellinger gjennomført ihht. dagens forskrift. Vask av skjul og rengjøring ble ellers gjort ihht. dagens forskrift. Fôring av rognkjeks ble gjort ved hjelp av selvutviklede (både hos Nordlaks og Lerøy Aurora) fôrautomater hvor begge benyttet marinpellet for rognkjeks og utfôring under vann ved hjelp av vannpumpe. Informasjon fra rutinebesøk fra tilsynsveterinær ble også samlet inn. Hos begge lokaliteter ble ringskjul på 2-12 m dyp benyttet (total lengde 10 m), men på grunn av skrå notvegg ble disse forkortet noe for å unngå at blylodd i bunnen av skjul kom i kontakt med notvegg.

Innholdet fra magesekk ble undersøkt i forbindelse med lengde- og vektmålinger for å analysere fôrpreferanse. 20 fisk fra hver merd ble håvet ut i ved hvert målepunkt før den ble avlivet og magesekken tatt ut. Siden rognkjeks tar et bredt spekter av fôrorganismer fra hele merden ble rognkjeks fra hele vannsøylen, inkludert notvegg og fisk svømmende i stim i merden undersøkt. Mens rognkjeks var liten og mindre pelagisk ble noe av rognkjeks håvet direkte fra skjul. Dette skjedde ved at man sakte løftet skjulet opp over vannoverflaten. Løftingen av skjul skjedde på innsiden av notveggen og ved bruk av sikkerhetsnot mellom båt, gangbane på ring og notposen for å unngå rømming. Rognkjeks ble deretter håvet fra skjul og ut i merkede bølter med bedøvelsesmiddel (Finquel eller Benzoak). Ved behov for avlivning i forbindelse med undersøkelse av mageinnhold og tilvekst skjedde dette ved hjelp av en overdose Finquel eller Benzoak, avhengig av lokalitet. Eventuelle observasjoner av lus på rognkjeks ble notert.

Gjenfangst av rognkjeks ble gjennomført ved bruk av håv langs notvegg i kombinasjon med krantrukket håv. Både rognkjeks fra skjul, notvegg og vannsøyle ble undersøkt ved alle prøveuttak. All undersøkt rognkjeks ble avlivet ved overdose av Finquel eller Benzoak.

Rognkjeksskjul ble byttet eller vasket hver tredje uke, og notvask skjedde hver tredje uke eller hyppigere ved behov i sommersesongen hvor gjengroingen skjedde raskere.

## **AP 3.1 og 3.2 Innblandingsprosent av rognkjeks og kombinasjonsbruk med rognkjeks og luseskjørt**

*Nordlaks Oppdrett, Skøyen, Dyrøy Kommune*

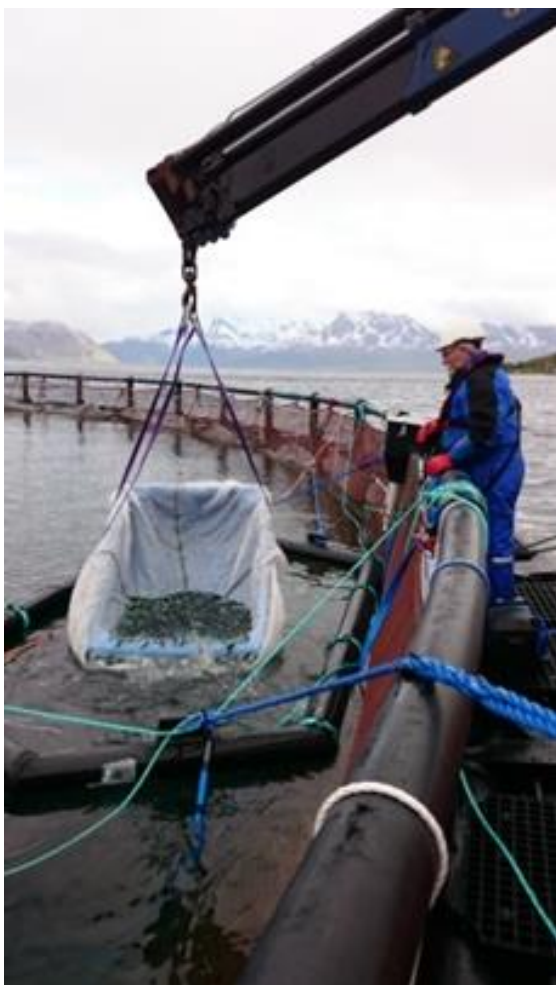
### **Gjennomføring**

#### Del 1:

Oppstart juni 2015. Totalt seks merder à 130 diameter med spissnot inngikk i forsøket, hvor to forskjellige innblandingsprosenter av rognkjeks, 3,75 %, 7,5 % ble undersøkt i replikat. I tillegg var det to kontrollmerder med laks uten rognkjeks (0 % innblanding). Startvekt for rognkjeks og laks var hhv. 13 g og 80-180 g. Hver merd hadde totalt 150.000-165.000 smolt ved utsett. Alle merder hadde luseskjørt fra forsøksstart.

#### Del 2:

Oppstart Juni 2016 (Fig. 15) på samme lokalitet som i del 1 av forsøket etter splitting. Totalt seks merder med spissnot (130 m) inngikk i forsøket, hvor to forskjellige innblandingsprosenter av rognkjeks, hhv. 7,5, og 5,0 innblanding, samt kontrollmerder uten rognkjeks (0% innblanding) ble undersøkt i replikat. Ved oppstart var laksen ca. 2,2 kg og antall laks per merd var 110.000 – 140.0000. Startvekt for rognkjeks ca. 70 g. Det ble foretatt månedlig oppfølging av fisken fra juli 2016 til oktober 2016.



**Fig. 15.** Utsett av rognkjeks i merd (foto: Ane V. Nytrø).

### *Avlusning av laks*

I uke 42 ble laksen avluset med SLICE på grunn av det høye påslaget av skottelus i anlegget. Det ble ikke påvist noen dødelighet på rognkjeksene i anlegget som følge av dette. Mengden skottelus i mage hos rognkjeksene ble betydelig redusert etter dette, men andelen lusespisere i merdene økte deretter på tross av lave nivå av både lakselus og skottelus.

Del 2 av forsøket måtte termineres tidlig på grunn av høye lusetall. Behandling med hydrogenperoksid ble gjennomført.

## **Resultater**

### *AP 3.1 og 3.3 Nordlaks Oppdrett, Skøyen, Dyrøy Kommune*

#### *Utsett:*

Transport av rognkjeks ble gjennomført i henhold til anbefalingene gitt i veilederen gitt på "lusedata.no" 2016. Kun vann fra transporttankene fra bil og oksygenering ble benyttet i den snaut 20 min sekundærtransporten i transportkar på båt ut til lokalitet Skøyen (Nordlaks). Under

transporten var det problemer med regulering av oksygen som ført til overmetning under ett av de to utsettene sommeren 2016. All rognkjeks ble satt ut direkte i skjul.

#### Gjenfangst:

Det var ikke mulig å hente ut rognkjeks i forbindelse med pumping av laks. Det ble derfor benyttet håv løftet med kran. Rognkjeks ble deretter avlivet ved bruk av Finquel eller Benzoak.

Hos Lerøy ble det estimert en gjenfangstprosent på om lag 40 etter intensiv utfisking våren 2016. Et hovedproblem under gjenfangsten var at rognkjeks ikke oppholdt seg i nærheten av skjulene sannsynligvis pga. størrelsen og var spredt sammen med laksen i merden. Store størrelsesforskjeller hos rognkjeks samt behov for rask håndtering av laks i forbindelse med trenging og pumping gjorde at en ikke fikk tak i rognkjeks i denne operasjonene. Utfiskingsmetoden på begge lokaliteter ble derfor nitidig utfisking ved bruk av krantrukket håv eller gjenfangst ved bruk av hånd-heldt håv. Begge metodene er svært tidkrevende og tunge.

#### Del 1. Dødelighet og sykdom på rognkjeks, Nordlaks Oppdrett, Skøyen

Høy dødelighet på rognkjeks i perioden før lusepåslag medførte at startverdiene for innblandingsprosenten for rognkjeks ble redusert til hhv. 2.5% og 5.5% (Fig. 16).

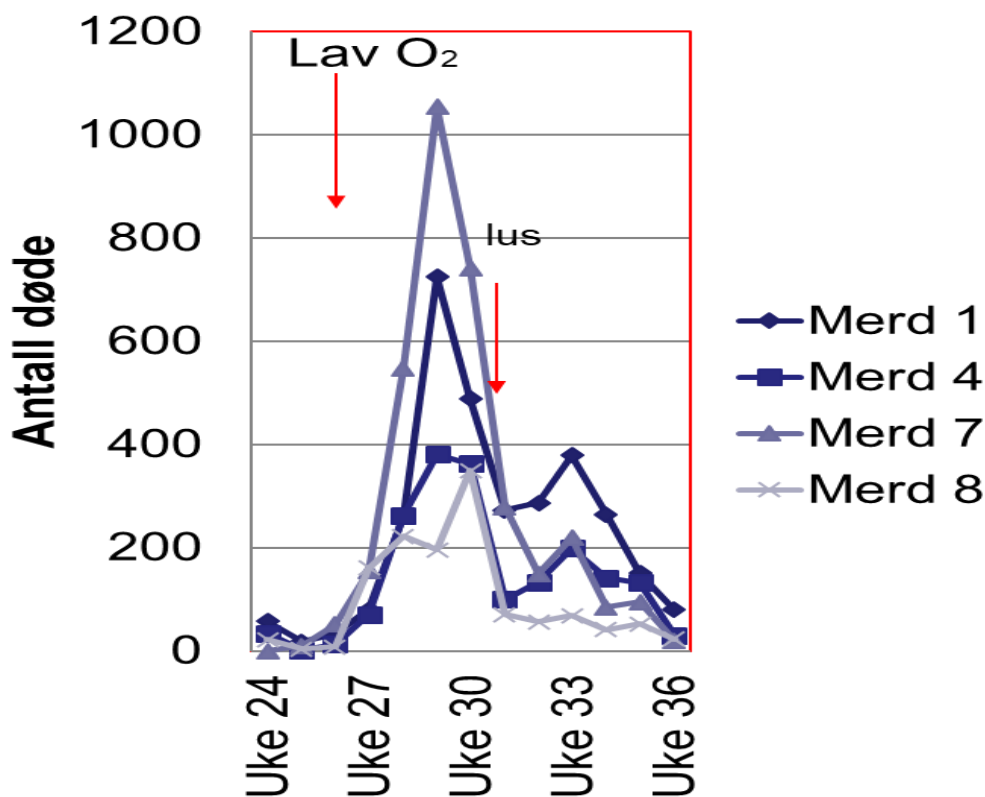
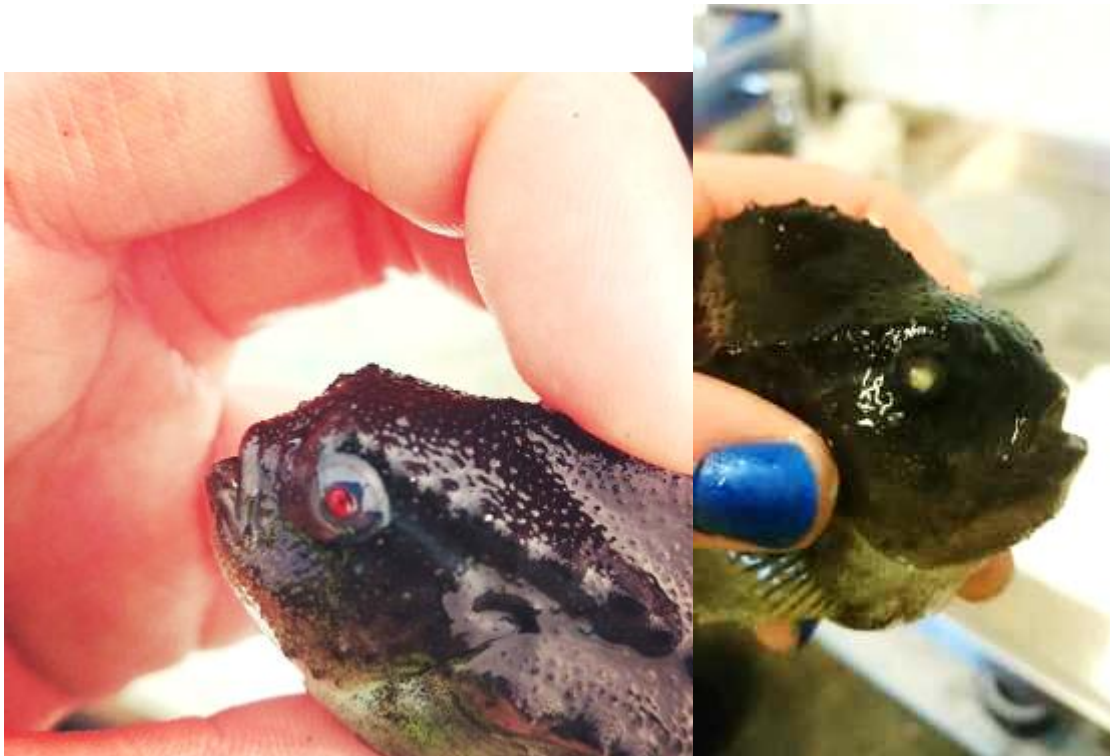


Fig. 16. Dødelighet (antall per uke) hos rognkjeks i Del 1 forsøket hos Nordlaks (Skøyen).

Da dødeligheten avtok før lusepåslaget på Skøyen ble innblandingsprosenten beregnet på det tidspunktet (hhv. 5,5% og 2,7%) benyttet for resten av forsøksperioden. Analyser av død rognkjeks viste trichodina (*Trichodina*, *Tenacibaccillum*) og gjellebetennelser på fisken, men ingen av disse ble antatt å være hovedpatogener. Det var også mistanke om *Pasteurella*, men dette ble ikke bekreftet. Nye prøveuttak påviste sopphyfer i milt, nyre og hjerte, nekroser i milt og nyre samt myokarditt i hjerte fra fisk i en merd. I en annen merd var sykdomsbildet svært annerledes med funn av miljøbakteriene *Vibrio logei* og *Vibrio splendidus* som ikke antas å være hovedpatogener. Det var også sett lever- og nyrenekroser og multifokale blødninger i muskulatur. Forkalkninger i nyre ble også observert, sammen med funn av en hittil ukjent bakterie på rognkjeks: *Photobacterium*. Det ble også gjort funn av gjellebetennelse hos noe fisk. Det ble observert mye skottelus på en del rognkjeks i forsøket (Fig. 17) samt øyeskader av diverse slag (Fig. 18) og soppinfeksjoner (Fig. 19).



**Fig. 17.** Skottelus på rognkjeks. På dette individet ble det telt over 70 skottelus. (Foto: Ane V. Nytrø, APN).



**Fig. 18.** Øyeskader av diverse slag var en tilbakevendende problemstilling i forsøksperioden (Foto: Ane V. Nytrø).



**Fig. 19.** Soppinfeksjoner observert på rognkjeks. (Foto: Ane V. Nytrø)

#### *Del 1. Mageinnhold, Nordlaks (Skøyen)*

Det ble observert økende antall rognkjeks med lus i magen fra juni til september 2015 (Fig. 20). Dette var både skottelus og lakselus. I tillegg hadde nesten 100% av fisk raudåte (Fig. 21-22).



Andel rognkjeks som spiste pellet (Fig. 23) økte også gjennom forsøket og var rundt 40% mot slutten. Det ble observert lite laksefôr i rognkjeksmagene.

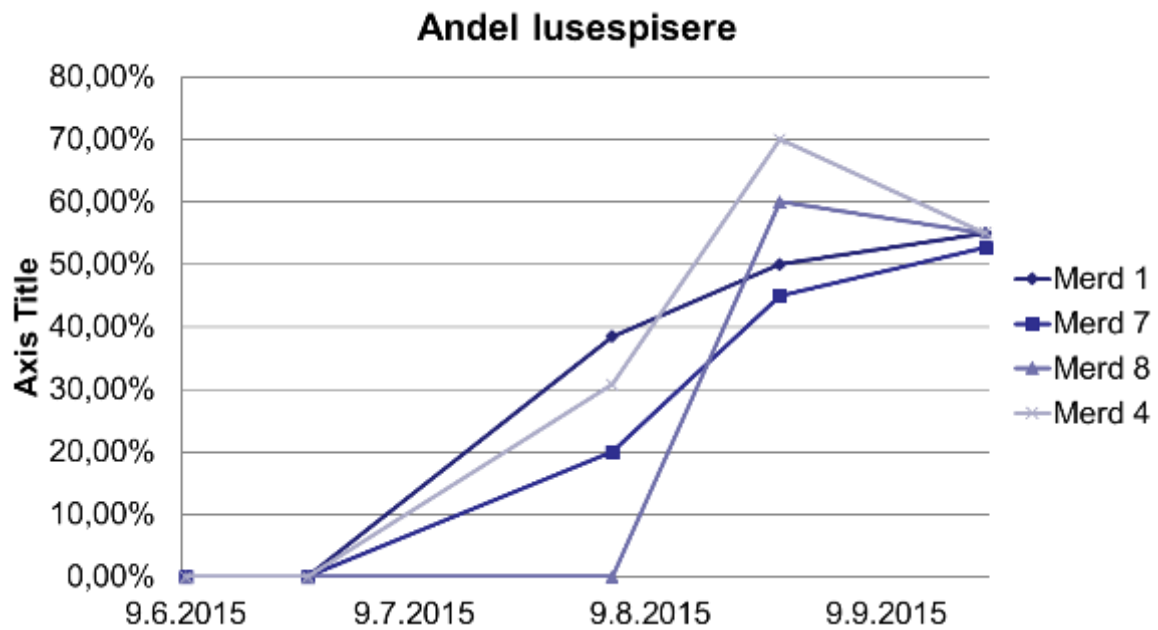
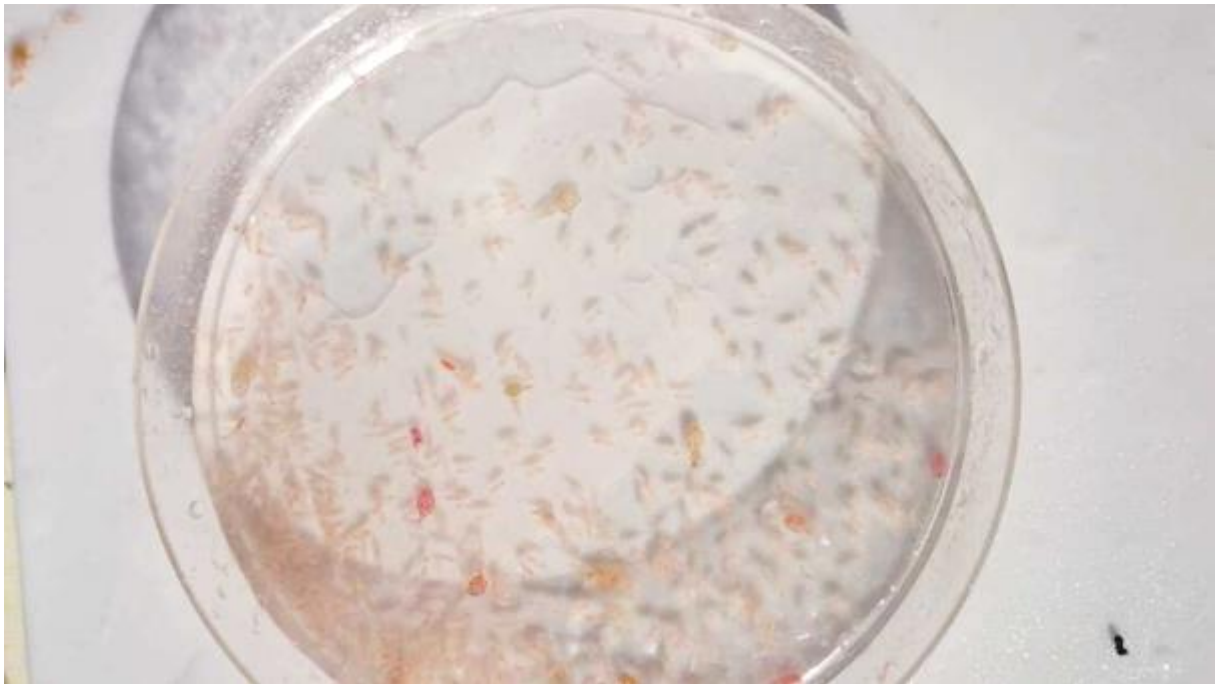


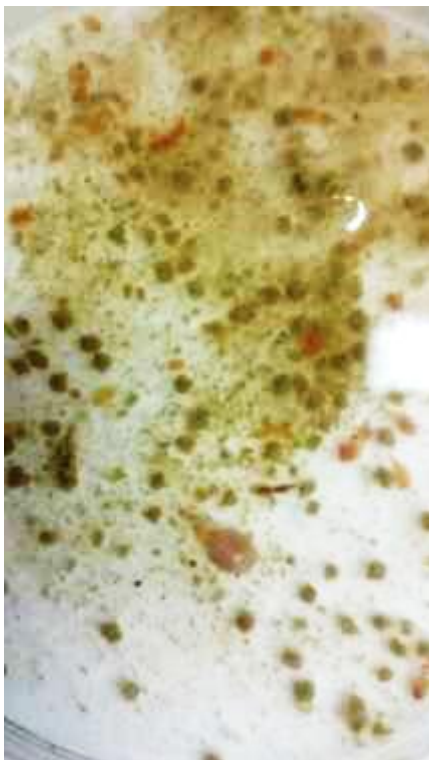
Fig. 20. Andel lusespisere (skottelus og lakselus) blant rognkjeks i Del 1 forsøk hos Nordlaks.



Fig. 21. Raudåte fra rognkjeksmage i Del 1 forsøk hos Nordlaks.



**Fig. 22.** Fôpreferanser hos rognkjeks, Skøyen Del 1: raudåte og skottelus. (Foto: Ane V. Nytrø).



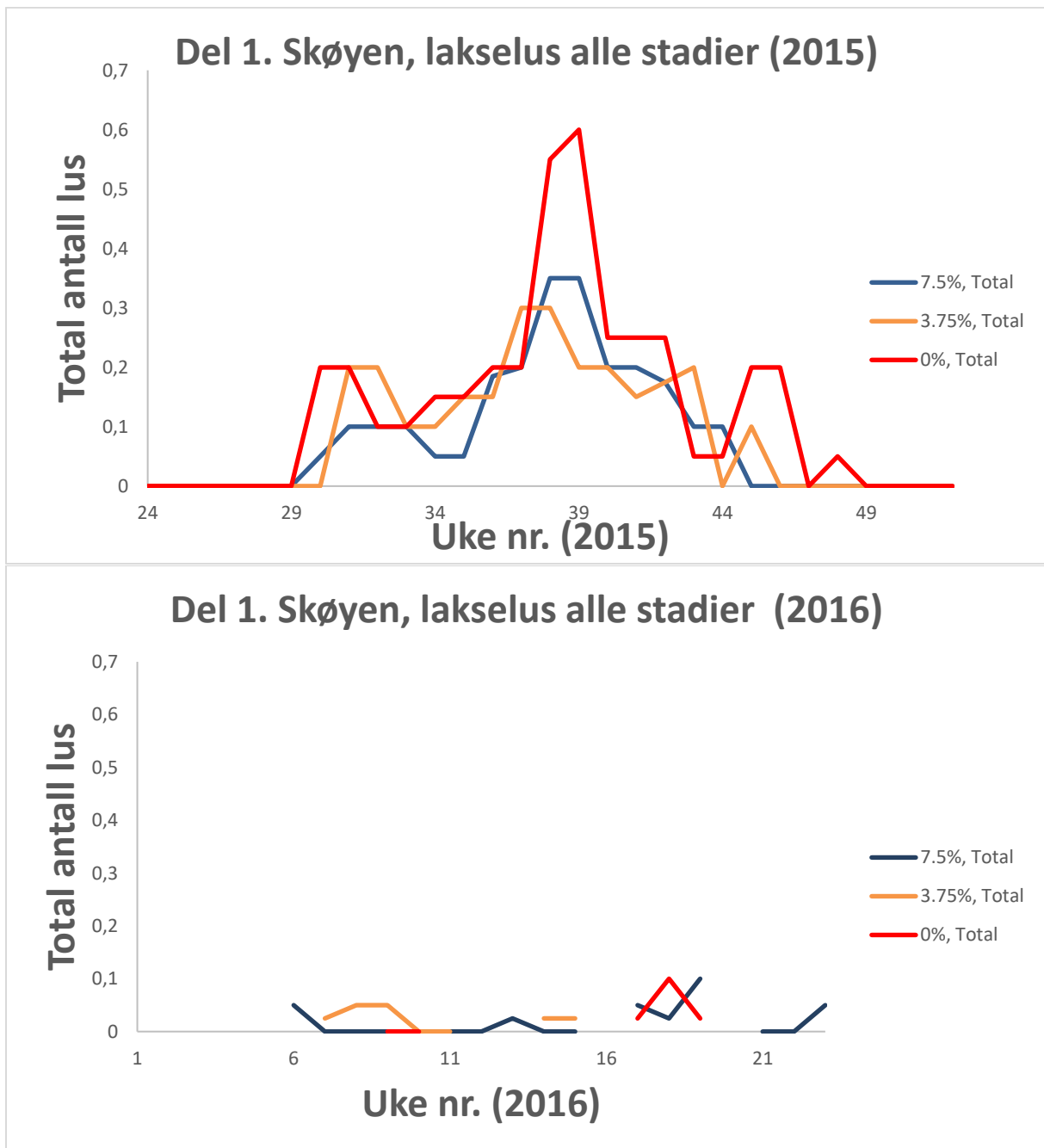
**Fig. 23.** Fôpreferanser hos rognkjeks, Skøyen Del 1: marinpellet og lus. (Foto: Ane V. Nytrø).

Andel rognkjeks som spiste glassmaneter økte med økende fiskestørrelse.

*Del 1. Utvikling i lus på laks, Nordlaks, Skøyen*

Utvikling av lakselus på laks på lokalitet Skøyen er vist på Figur 24 (alle stadier lakselus). Generelt ble det funnet lite lus i forsøket og total mengde lus lå under eller rundt tiltaksgrensen i begge rognkjeksgruppene. Antall lus i kontrollgruppen (uten rognkjeks) var signifikant høyere (ANOVA,  $P < 0.05$ , Fig. 24) mellom uke 38 og 40 og mellom uke 45 og 47 i 2015.

Svært lite lus ble funnet i alle tre forsøksgrupper fra uke 49 i 2015 og til forsøksslutt i uke 24 i 2016 (Fig. 24).



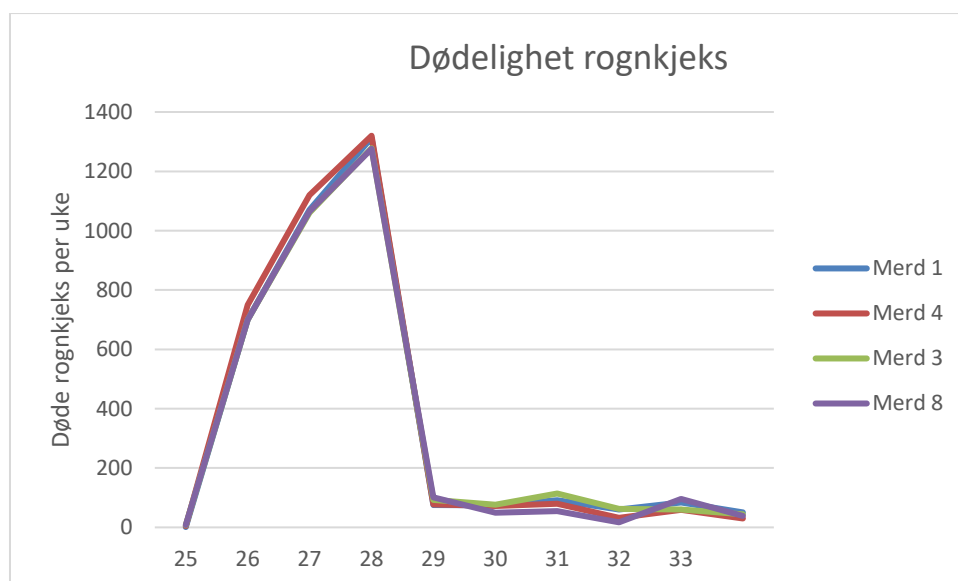
**Fig. 25.** Utvikling i lusetall ved lokalitet Skøyen i 2015 og 2016 (Del 1).

*Del 1, Hovedkonklusjoner fra Skøyen 2015 (første år i sjø).*

- Mye skottelus i rognkjeksmager – raudåte en utfordring. Rognkjeks er opportunist og spiser det den måtte finne i merden. Raudåte overtok som hovedføde når den var på topp i området (tilsvarende observasjoner er gjort tidligere i forsøk hos Engesund Fiskeoppdrett). En hypotese er at rognkjeksen blir mindre interessert i lus når det er mye raudåte i sjøen.
- Mye marinpellet i mageprøvene - i tillegg til alle andre næringsorganismer. Økende innslag av glassmaneter ettersom fisken var større. En hypotese er at rognkjeksen blir mindre interessert i lus når tilgangen på andre næringsorganismer er god. Glassmaneter er vanlig å finne i magene til vill rognkjeks i norske fjorder.
- En fant ingen effektiv måte å få ut stor rognkjeks på fra merden etter forsøksperioden. Rognkjeksen benytter skjulene mindre når den blir større.
- Rognkjeksen benytter hele merden.

## Del 2. Dødelighet, Nordlaks Oppdrett, Skøyen

I del 2 av forsøket (etter splitting av laks juni 2016) ble det bestemt at de opprinnelige innblandingsprosentene for forsøket skulle være gjeldende (dvs. 3,75% og 7,5%). Etter utsett av rognkjeksen ble det observert høy dødelighet, og tilsvarende problemer med sykdom som i del 1 av forsøket. Ca. 3000 rognkjeks døde de første 3-4 ukene etter utsett (Fig. 26). Hardest gikk det ut over merd nr. 8 som var en av merdene med lavest innblandingsprosent og lavest antall laks. Her gikk innblandingsprosenten fra 3,8 % til om lag 1% etter dødelighetsperioden før en stabilisering, og i replikatgruppen, som også hadde en startvekt på 47,8 g 3,75%, falt innblandingsprosenten til 1,4 % i samme periode. Det ble påvist *Tricodina* og *Tenacibaculum* på fisken.



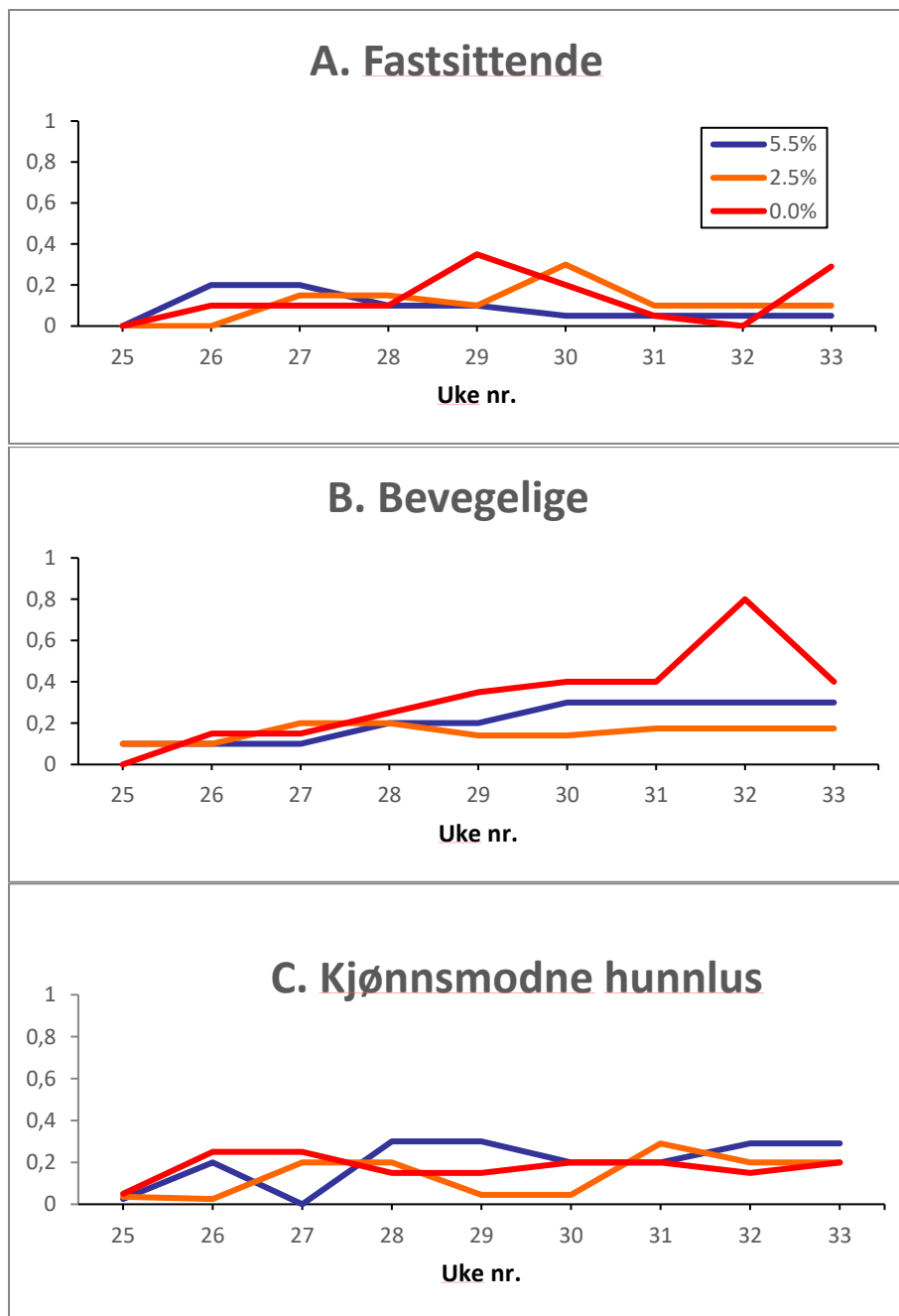
**Fig. 26.** Dødelighet (antall per uke) hos rognkjeks i Del 2 forsøket hos Nordlaks (Skøyen).

### *Del 2. Mageinnhold, Nordlaks, Skøyen*

Lite lus ble funnet i rognkjeksmagene i del 2, og det var indikasjoner på at rognkjeksen foretrakk glassmaneter. I samme periode var det høye temperaturer i sjøen (12,5-13,0°C) og rognkjeksen doblet vekten i løpet av august.

### *Del 2. Utvikling i lus på laks, Nordlaks, Skøyen*

Utvikling i lusetall 2016 (del 2) på Skøyen er vist på Figur 27. Ingen forskjeller ble funnet i antall fastsittende eller kjønnsmodne hunnlus mellom forsøksgrunne. Bevegelig lus var høyere i kontrollgruppen (uten rognkjeks) fra uke 31 til 33. Fra uke 34 økte antall bevegelig lus (data ikke vist på figur) i alle tre gruppen og laksen ble behandlet med Alphamax i uke 40 da forsøket ble avsluttet.



**Fig. 27.** Utvikling i lusetall ved lokalitet Skøyen fra uke 25 til 33 i 2016 (Del 2).

*Del 2, Hovedkonklusjoner fra Skøyen 2016 (andre år i sjø)*

- Generelt lave lusetall i perioden.
- Høyere innslag av bevegelige lus enn året før.
- Rask vekst på rognkjeksens juli-august (fra 70 g til 120-150 g på ca. en mnd.)
- Tilsynelatende lite lusespising fra uke 38 førte til behov for avlusing.
- Nesten utelukkende funn av glassmaneter i rognkjeksmager
- I motsetning til del 1 (2015) spiste rognkjeks i del 2 (2016) lite lus og pellet.

## AP3.1 og 3.3 Forskjellig innblanding av rognkjeks, overvintring av rognkjeks i merd.

*Lerøy Aurora, Solheim, Reinøy kommune*

### Gjennomføring

På lokaliteten til Lerøy Aurora på Solheim ved Reinøy i Karlsøy kommune ble forsøk startet opp 06.10.15 (Fig. 28-30) og gikk frem til mai 2016 da laks ble splittet til ny lokalitet. Ved utsett på Lerøys lokalitet ble vannavskiller benyttet ved overføring til kar på båt og det var vannutskifting i karene under sekundærtransporten og derfor stabil oksygen.

Lokaliteten er et fullskala anlegg (polarsirkler à 130 m, spissnot). Tre merder med henholdsvis 4, 6 og 8% innblanding av rognkjeks ble benyttet samt to kontrollmerder uten rognkjeks. Størrelse på rognkjeks og laks ved forsøksstart var henholdsvis 25 og 121 g.



**Fig. 28.** Utsett av rognkjeks (Solheim, Lerøy Aurora). (Foto: Ane V. Nytrø).



**Fig. 29.** Flytting av rognkjeks fra transportbil til tanker for sekundærtransport (Solheim, Lerøy Aurora). (Foto: Ane V. Nytrø).

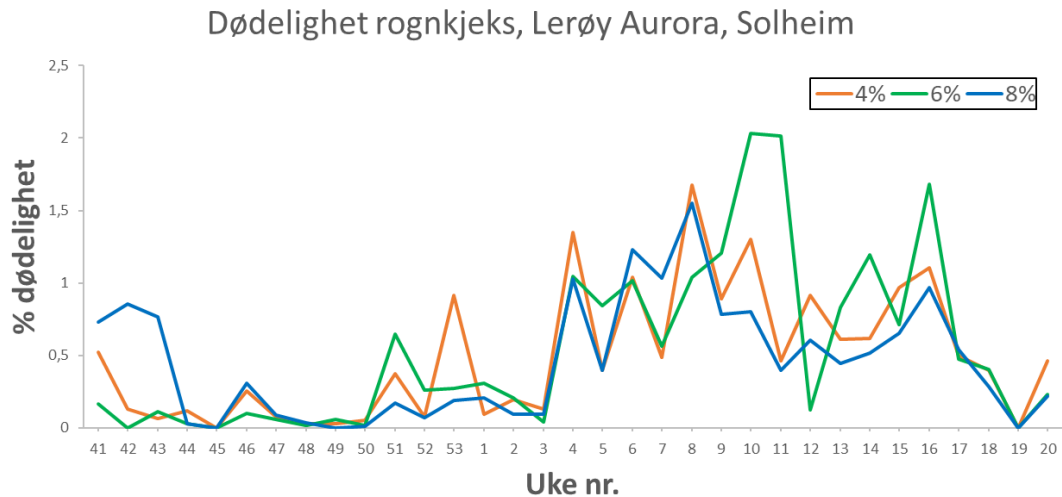


**Fig. 30.** Ken Ståle Lindberg følger med at vannavskilleren fungerer som den skal. Hansnes, Lerøy Aurora. (Foto: Ane V. Nytrø).

## Resultater

*Dødelighet, Lerøy Aurora, Solheim, Reinøy kommune:*





**Fig. 31.** Dødelighet hos rognkjeks hos Lerøy Aurora, Solheim, vinteren 2015-16.

Med unntak de to første ukene etter oppstart i gruppen med 8% innblanding var det lite dødelighet fram mot uke 3 2016 (Fig. 31). Fra uke 4 til uke 16 varierte dødeligheten i rognkjeksgruppene mellom 0,5 og 1,5% per uke. Ingen signifikante forskjeller ble funnet mellom de tre gruppene.

Overvintring (Fig. 32-33) av rognkjeks gikk bra i forsøket og fisken vokste i snitt fra 15 g til 73 g ved slutten av februar. Med unntak av første prøveuttak i oktober ble lus funnet i magen hos rognkjeks gjennom hele vinteren. Andelen fisk funnet med lus i magen varierte fra 27% i februar 2016 og 38% i desember 2015.

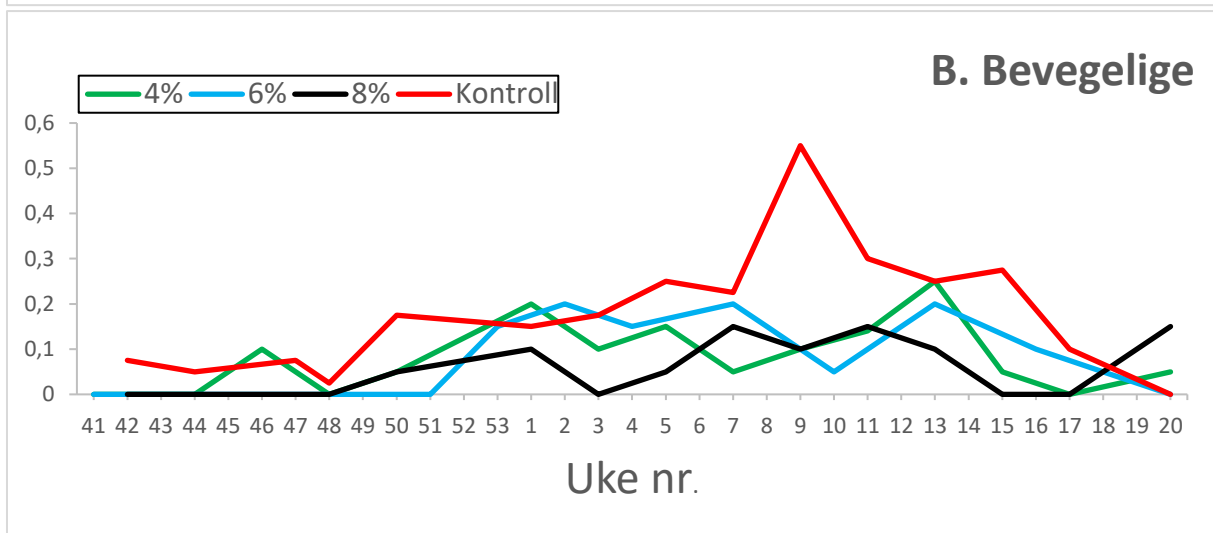
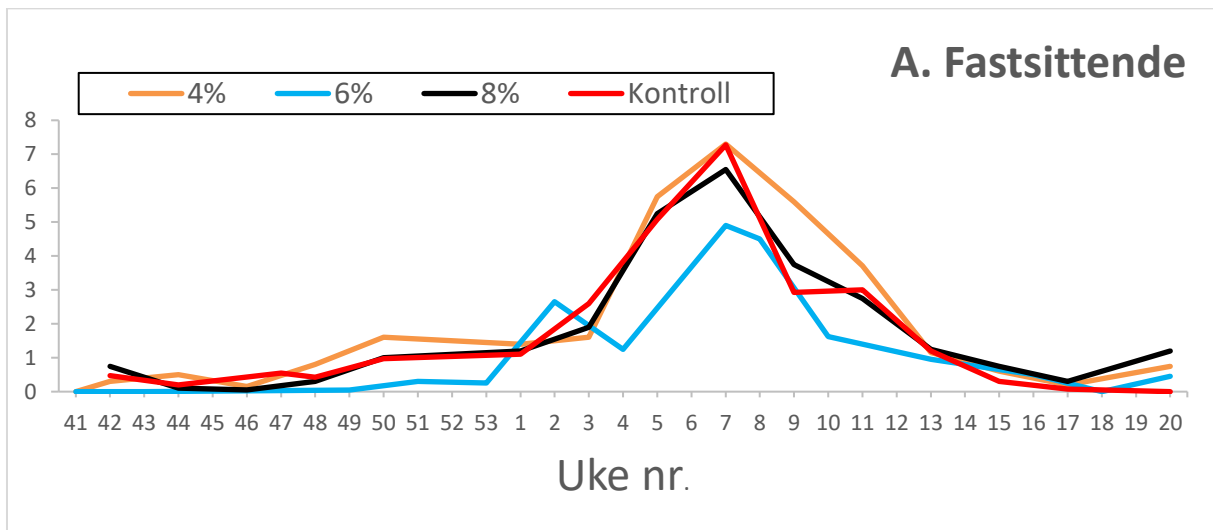


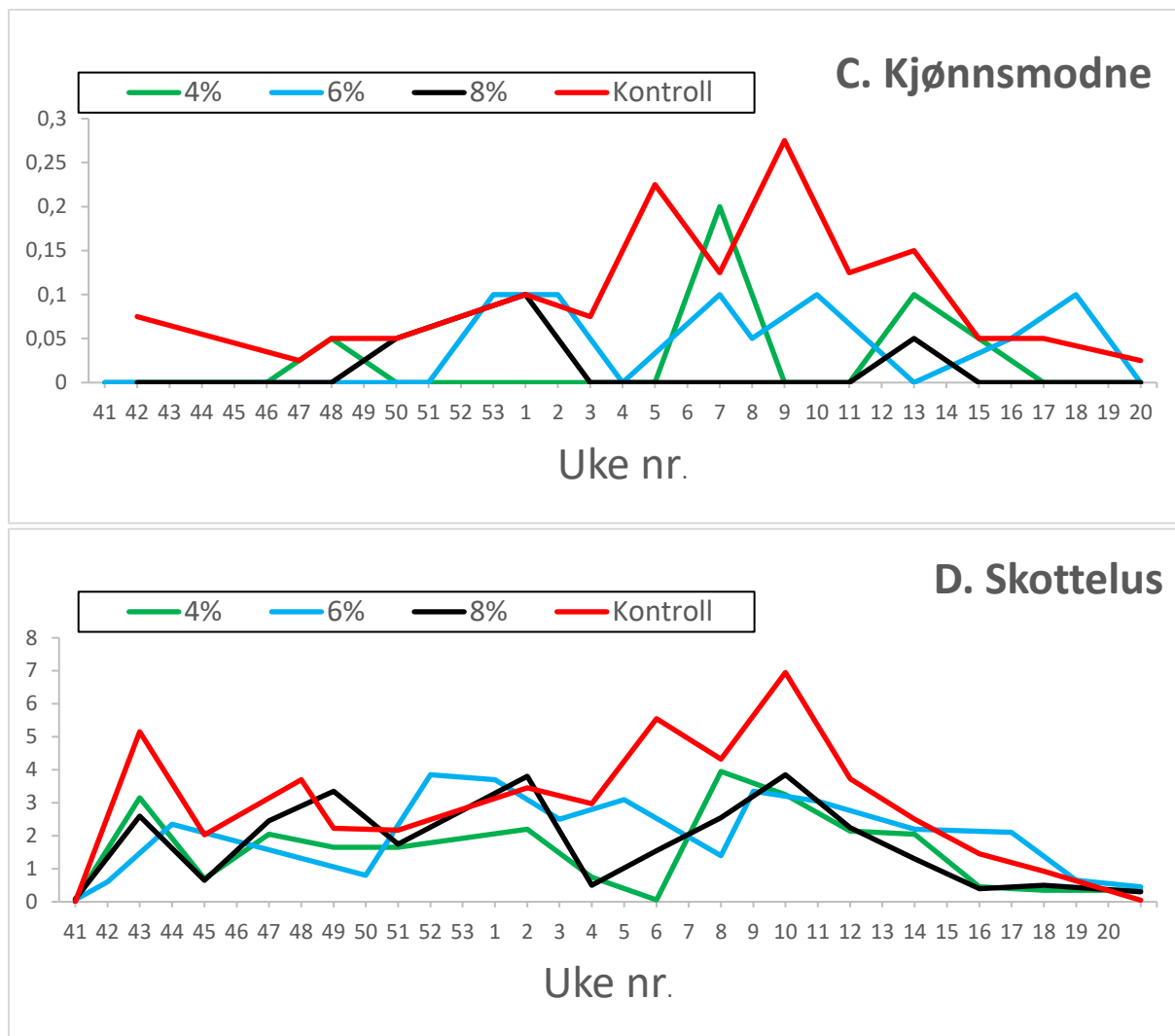
**Fig. 32.** Ved hyppig vask av skjul får groa ikke feste. Her fra vintervask av skjul ved lokalitet Solheim hos Lerøy Aurora.



**Fig. 33.** Overvintring av rognkjeks. Skjul i mørketid (Solheim, Lerøy Aurora). (Foto: Ane V. Nytrø).

Utvikling i lus på laks, Lerøy Aurora, Solheim





**Fig. 34.** Utvikling i lusetall ved lokalitet Solheim (Lerøy Aurora) fra uke 41 i 2015 til uke 20 i 2016.

#### *Fastsittende og bevegelig lus*

Antall fastsittende lus økte i alle gruppene fra oktober til februar for derav å avta (Fig. 34A). Ingen forskjell ble funnet mellom gruppene selv om antall fastsittende lus i gruppen med 6% innblanding var noe mindre i januar og februar 2016.

Antall bevegelig lus var stabilt og lavt i alle gruppene gjennom hele forsøksperioden (Fig. 34B). I kontrollgruppen var antall bevegelig lus høyere fra midten av februar til midten av mars 2016 (ANOVA,  $P < 0,05$ ).

#### *Kjønnsmoden lus*

Ved oppstart av forsøket var det gjennomsnittlig 0,02 kjønnsmodne lus per fisk. Andel kjønnsmodne lus lå stabilt høyere i kontrollgruppen uten rognkjeks sammenlignet med alle de tre gruppene med forskjellig innblandingsprosent av rognkjeks (Fig. 34C) og var signifikant høyere i uke 4-5 og 9-11 (ANOVA,  $P < 0,05$ ) i 2016. Andel kjønnsmodne lus avtok jo høyere innblandingsprosenten av rognkjeks var.

## *Skottelus*

Andel skottelus lå generelt mellom 2-4 individer pr laks gjennom hele forsøksperioden (Fig. 34D) og hadde en tendens til å ligge noe høyere i kontrollgruppen (snitt 3.1) og lavere i alle gruppene med innblanding av rognkjeks (snitt 1,6-1,9). Signifikant høyere innslag av skottelus ble funnet på kontrollgruppen fra uke 5 til uke 11 (ANOVA,  $P < 0,05$ ).

## **Diskusjon**

### ***Forsøk hos Nordlaks (AP 3.1 og 3.2) og Lerøy Aurora (AP 3.1 og 3.3)***

Mål for arbeidspakken var å benytte samme rognkjeks og laks i hele forsøksperioden. Da erfaringsgrunnlaget fra det første året med begge arter i sjø tilsa at dette ikke lot seg gjøre var det dessverre kun mulig å gjennomføre forsøket i begrenset skala ved Lerøy Auroras lokalitet Solheim ved Reinøy i Troms.

Det var ikke mulig å etterfylle rognkjeks ved lokaliteten bortsett fra ved splitting og flytting av laks sommeren 2016. Forsøket ved lokaliteten Skøyen ble derfor delt i del 1 og del 2. Lokaliteten og laksen var den samme, men det ble gjort en etterfylling av rognkjeks med utsettstørrelse ca. 70 g.

I forsøksoppsettet var det lagt opp til full produksjonssyklus med bruk av luseskjørt. Dette lot seg ikke gjennomføre da man observerte problemer med gjelleinflammasjoner som ble satt i sammenheng med miljøproblemer. At disse problemene primært rammet rognkjeksen ble sett i sammenheng med at rognkjeksen, i motsetning til laksen, ikke hadde samme vertikalvanding som laksen, men ble stående innenfor skjørtet i perioder med dårlig vanngjennomstrømning og utilstrekkelige oksygenforhold.

En tilbakevendende problemstilling ved alle de tre utsettene, især Skøyen Del. 2, var hurtig vekst og påfallende liten interesse for lus med økende størrelse. Ved utsett nr. 2 på Skøyen ble det satt ut rognkjeks som hadde passert 70 g i snitt (styrt av anbefaling om tilbakeholdelsestid på 500 døgngrader etter vaksinerings). Dette førte til at fisken tilsynelatende hadde tilvent seg et bedagelig liv på fôrpellet i kar på land, nådde 120-150 g etter en knapp måned på gode sommertemperaturer, og hadde en enorm appetitt på glassmaneter. På lokaliteten Skøyen i del 1 av forsøket ble det til sammenligning satt ut fisk på 13 g i snitt, og som hovedsakelig beitet på raudåte etter utsett. Fisken så ut til å ha mindre appetitt på glassmaneter muligens fordi den var mindre. Preferansen for raudåte manifesterte seg utover høsten og det var ingen økning i appetitten for lus, på tross av raskt økende lusetall. Det var heller ikke interesse for marint fôr (2-3 mm) som det var god tilgang på. Ellers hadde fisken god tilvekst og ingen sykdomsproblemer.

Med økende størrelse i del 2 av forsøkene gjennomført hos Nordlaks var hovedføde hos alle individer høsten 2016 nesten utelukkende små glassmaneter. Dette på tross av lett tilgjengelig fôrpellet og mye lus i anlegget. Disse funnene er tilsvarende det som ble observert for liten rognkjeks, men da med preferanse for raudåte. Med unntak av perioder med høy dødelighet ved forsøkslokalitetene, som kan ha vært relatert til forholdene under transport og utsett, var det

god tilvekst på rognkjeks, også gjennom vinterhalvåret. Med økende tilvekst vinteren 2015/2016 så man klare tendenser til at rognkjeks valgte bort marinpellet til fordel for laksepellet, da laksen var om lag 900 g og fôrstørrelse 6 mm. Marinpelleten som tilbys rognkjeks var 2 mm, og var muligens for liten for rognkjeks på 200-400 g. Det anbefales derfor at rognkjeks tilbys en større pellets ettersom den vokser. Rognkjeks i forsøkene hadde en klar preferanse for marinpellet fremfor laksepellet der pelletstørrelsen for de to fôrtypene var like. Marinpelleten ble tilbudt inne i skjulene hvor rognkjeks i visse størrelsesstadier har sitt hovedoppholdssted, mens laksepellet var spredt i merden. Dette kan også ha betydning for fôrpreferanse. Nyere resultater har vist at nærings sammensetningen i de fôrtypene som ble benyttet til rognkjeks er tilpasset marine arter som torsk, og ikke ser ut til å være optimalt for rognkjeks (Jonassen et al. 2017).

### *Fôrpreferanser*

Det ble funnet både lakselus og skottelus i magesekkene til rognkjeks, og de to er i enkelte stadier utfordrende å skille fra hverandre etter noen timer i magen. I enkelte individer fant en opptil 300 lakselus i magen, som ble karakterisert som spesialister i lusespising. Man fant ikke annet fôr i magen på slik fisk enn lakselus. En større andel rognkjeks hadde 15-60 lus i magen, samt pellets, krepsdyr eller raudåte, og ved enkeltmålinger hadde opptil 80% av rognkjeks en eller flere lus i magen (Fig. 20).

Gjennomsnittlig antall lus per fisk varierte mellom lokalitetene, men lå på 1-14 lus i gode perioder på både Skøyen 1 og Solheim, hvor omtrent 3 lus per fisk var snitt i forsøksperioden. Fôrpreferansen hos rognkjeks viste store sesongmessige variasjoner, med liten interesse for marin pellet i perioder hvor tilgangen av naturlige fôrkilder (spesielt raudåte) var høy (Fig. 21). Det ble ikke funnet glassmaneter i rognkjeksmagene på Skøyen 1 før siste prøveuttak i november, på tross av mye maneter i sjøen i juli-august. Interessen for maneter var økende med økende størrelse (da fisken var større på samme lokalitet året etter). Innholdet av lus i magesekkene gikk ned da temperaturen gikk ned utover høsten og vinteren og rognkjeks ble større (se også AP.2.1).

Ved vindstyrke over 6 m/ trakk rognkjeks dypt ned i merden, og lot seg ikke håve ut. Dette medfører at prøvetakning var kun mulig under relativt stabile værforhold. Dette kan ha påvirket analysene og påvirket hva slags fôrorganismer som ble funnet i magesekkene.

### *Skottelus:*

På alle tre forsøkslokalitetene ble det funnet skottelus både i og på rognkjeks. På Skøyen 1 ble det også gjennomført avlusning (Slice) relativt tidlig i forsøksperioden, og behandlingen hadde tilsynelatende effekt på både rognkjeks og laks, på tross av at det var få spor etter laksefôr i rognkjeksmagene og derfor liten grunn til å tro at effekten kom direkte av at rognkjeks spiste laksepellet. Det var få rognkjeks med astaxthantin-rik lever (mørk oransje farget) noe som tyder på at relativt få individer spiste laksepellet (Fig. 35).



**Fig. 35.** For stor rognkjeks antas den mørk oransje leveren å være en indikator på at rognkjeksen har spist laksefôr med høyt astaxanthin-innhold. (Foto: Ane V. Nytrø).

En ny tendens de siste årene både på Solheim og Skøyen er at skottelus forblir et vedvarende problem, og ser ikke ut til å svinge med innsiget av annen marin fisk i fjordområdet. RGrunden kan være at rognkjeks bærer et reservoar av skottelus som opprettholder smittepresset. Opptil 70 skottelus har blitt observert på enkeltindivider av rognkjeks i forsøksperioden (Fig. 17), og observasjoner av lave forekomster av lus i mager i samme periode gir grunn til å tro at rognkjeks heller ikke beiter lus av artsfrender.

#### *Overvintring av rognkjeks i merd*

Data fra forsøk hos Gifas og Engesund Fiskeoppdrett indikerer gode resultater ved utsett av rognkjeks i sjø i desember / januar og ved sjøtemperaturer under 5 °C. Overvinteringspiloten hos Engesund Fiskeoppdrett indikerte god appetitt, overlevelse og tilvekst gjennom perioden, og det var mye funn av pellet i mageprøvene. Ingen vekttap eller synlige skader eller sår ble observert, og fisken virket å ha klart seg svært godt.

Vanlig praksis pr. i dag er å sette rognkjeks ut i laksemerder når den har en gjennomsnittlig størrelse på ca. 20 g. Dette skjer vanligvis i løpet av vintermånedene når sjøtemperaturen er på det laveste. Disse lave temperaturene kan være problematiske å takle for liten rognkjeks, og påvirker overlevelsen og dermed beiteeffektiviteten. Data fra overvinteringsforsøk hos Gifas indikerer at det er mulig å oppnå høy overlevelse av rognkjeks (20-120 g) gjennom vinteren (Imstrand et al., 2014a-b) med over 90% i forsøk som er gjennomført fra november til mars.

## **Konklusjon**

*I alle tre storskalaforsøkene ble det funnet antydning til lavere lusetall (spesielt kjønnsmodne stadier) i laksemerder med rognkjeks sammenlignet med grupper uten rognkjeks. Det ble*

observert temperaturer ned mot 3°C på begge anleggene hvor det fremdeles var aktiv beiting av lakselus (f.eks. se Fig. 34C).

Rognkjeks er en utpreget opportunist, men det kan se ut som den i enkelte tilfeller foretrekker raudåte og glassmaneter fremfor annen føde, inkludert lakselus. Dette kan periodevis bli problematisk i forhold til optimal avlusing av laks.

## Referanser

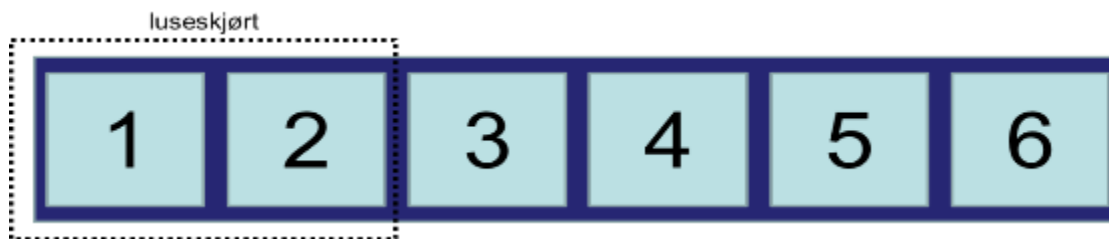
- Imslund, A.K., Reynolds, P., Eliassen, G., Hangstad, T.A., Nytrø, A.V., Foss, A., Vikingstad, E., Elvegård, T.A. 2014a. Notes on behaviour of lumpfish in sea pens with and without Atlantic salmon. *Journal of Ethology* 32, 117-122.
- Imslund, A.K., Reynolds, P., Eliassen, G., Hangstad, T.A., Nytrø, A.V., Foss, A., Vikingstad, E., Elvegård, T.A. 2014b. Assessment of growth and sea lice infection levels in Atlantic salmon stocked in small-scale cages with lumpfish. *Aquaculture* 433, 137-142.



## AP 3.2 Kombinasjonsbruk av rognkjeks og luseskjørt (pilotforsøk hos Engesund Fiskeoppdrett)

### Gjennomføring

Pilot for bruk av rognkjeks og luseskjørt ble gjennomført i stor skala hos Engesund Fiskeoppdrett i 2014. En merd med kun laks, en merd med laks og luseskjørt, en merd med laks og rognkjeks, samt en merd med rognkjeks, luseskjørt og laks ble sammenlignet. Laks var 200 g ved forsøksstart, og en innblandingsprosent på 10% rognkjeks ble benyttet. Størrelse på rognkjeks ved utsett var 12 g.



Forsøksoppsett pilotforsøk: 1.Rognkjeks og luseskjørt, 2. Luseskjørt, 3. Rognkjeks (kontroll), 4. Kontroll, 5. Rognkjeks, 6. Leppefisk

Utprøving med ørret og luseskjørt ble gjennomført hos Engesund Fiskeoppdrett. I 3 av 6 merder (24 x 24 x 12 m) med luseskjørt og ørret på 250 g ble en innblanding av 10% rognkjeks utprøvd som lusespiser. Lusespising ble dokumentert ved mageskylling. Registrering av miljødata, samt dødelighet og lusetall ble rapportert. Kontrollmerder uten renesfisk på nabolokaliteten med utsett av fisk på samme tidspunkt ble brukt som referanse.

### Resultater

Pilotforsøk viste at det ikke var noen effekt av luseskjørt på mageinnhold hos rognkjeks. Det ble heller ikke observert noen effekt på lusespising rognkjeks og luseskjørt, sammenlignet med kontrollgruppe med kun luseskjørt. Det antas at årsaken til disse resultatene var høy oppblomstring av raudåte i sjøen sammenfallende med lusepåslaget, og at rognkjeks foretrakk raudåte. Raudåte ble funnet i alle rognkjeksmager i juli og august, men svært få lus ble observert i mageinnholdet i denne perioden.

### Konklusjon

*Det er demonstrert at rognkjeks kan overvintré problemfritt i merd. Fisken vokser bra og spiser både naturlige matkilder (inkludert lus) og pellet gjennom hele vinteren.*