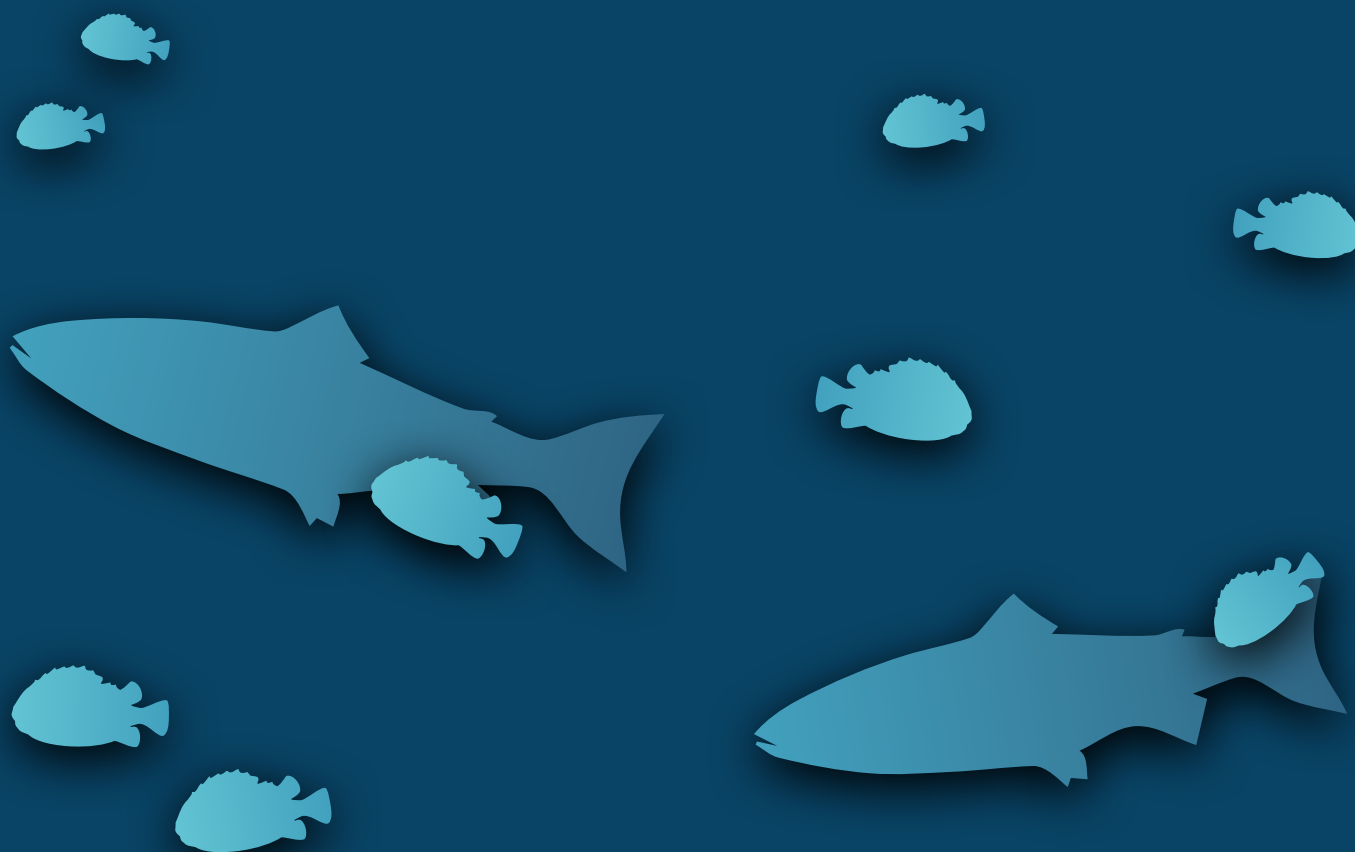


OPPFØLGING AV ROGNKJEKS I MERD

HÅNDBOK

V.2 - august 2022



Lauris Boissonnot, Marthe Austad, Camilla Karlsen, Patrick Reynolds,
Silje Stensby-Skjærvik, Trine Sakariassen, Albert Imsland



OPPFØLGING AV ROGNKJEKS I MERD HÅNDBOK

Versjon 2 - august 2022

Lauris Boissonnot¹, Marthe Austad², Camilla Karlsen¹, Patrick Reynolds³, Silje Stensby-Skjærvik¹, Trine Sakariassen¹ & Albert Imsland^{4,5}

¹ Aqua Kompetanse AS, 7770 Flatanger, Norge

² Val FoU AS, 7970 Kolvereid, Norge

³ Gildeskål Forskningsstasjon AS (GIFAS), 8140 Inndyr, Norge

⁴ Akvaplan-niva AS, 201 Kopavogi, Island

⁵ Universitet i Bergen, Institutt for Biovitenskap, 5020 Bergen, Norge

Forslag til sitering: Boissonnot L., Austad M., Karlsen C., Reynolds P., Stensby-Skjærvik S., Sakariassen T. & Imsland A. (2022) Oppfølging av rognkjeks i sjø - Håndbok. Versjon 2, juli 2022. 37 sider.

Denne håndboken ble finansiert av Namdal Rensefisk AS, Nordland Rensefisk AS, Bjørøya AS, Aqua Kompetanse AS og Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering (prosjektene: FHF-901692 DOKUMENTAR og FHF-901652 EFFEKTIV). Forfatterne ønsker å rette en stor takk til alle lokalitetene som har deltatt i prosjektet!

1	HVORDAN BRUKE DENNE HÅNDBOKEN	4
1.1	Feltskjema	4
1.2	Rapport	6
1.3	Tiltaksforslag	7
2	VELFERDSMODELLEN	8
2.1	Velferdsscore på individnivå	8
2.2	Velferdsstatus på populasjonsnivå	9
3	UTVALG OG UTTAK AV FISK	10
4	VELFERDSSCORING	11
4.1	Rognkjeksens anatomi - ytre	11
4.2	Operasjonelle velferdsindikatorer	12
4.2.1	Hold	13
4.2.2	Deformiteter	14
4.2.3	Halefinne og andre finner	15
4.2.4	Hud	17
4.2.5	Øye	18
4.2.6	Katarakt	19
5	OBDUKSJON	21
5.1	Rognkjeksens anatomi - indre	21
5.2	Indre funn	22
5.2.1	Leverfarge	23
5.2.2	Ascites - væskeansamling i bukhole	24
5.2.3	Forandringer av lever	24
5.2.4	Granulomer	25
5.2.5	Svullen nyre	25
5.2.6	Blødninger på indre organer og koagel i hjertehule	26
5.2.7	Parasitter	26
5.2.8	Kjønn og kjønnsmodning	27
5.3	Mageinnhold	29
5.3.1	Rognkjeksfor og laksefor	29
5.3.2	Dyreplankton og begroingsorganismer	29
5.3.3	Skottelus og lakselus	30
6	PRØVEUTTAK	31
6.1	PCR	31
6.2	Histologi	32
6.3	Bakteriologi	32
6.4	Blodprøver	33
7	Bildekreditering	37

1 HVORDAN BRUKE DENNE HÅNDBOKEN

Målet med denne håndboken er gjøre dokumentasjon av velferdsstatus hos rognkjeks i merd lett tilgjengelig og standardisert for hele oppdrettsnæringa. Man kan selv velge hvor omfattende man vil gjøre vurderingen, og tilhørende regneark med feltskjema og automatisk rapportering av resultater minimerer etterarbeid. Håndboken er også et godt supplement til, eller kan være en del av de lovpålagte risikobaserte helsekontrollene i henhold til Forskift om helsekontroll med akvakulturdyr.

Dette dokumentet gir en innføring i hvordan man kan gjennomføre en systematisk vurdering av velferdstilstand, med standardiserte scoringer. I tillegg finner man infobokser med årsaker til ulike funn og hvilken innvirkning de kan ha på fiskevelferden (se eksempel i Infoboks 1), samt bokser med forslag til tiltak man kan gjøre for å unngå negativ utvikling av velferden (se eksempel i Tiltaksboks 1). Det er utarbeidet et scoringssystem for velferd, som baserer seg på scoringer av operasjonelle velferdsindikatorer (OVI). Dette kvantifiserer funnene, og kan gjøre det lettere å følge opp overordnet velferdstilstand til rognkjeks.

Info 1 - Eksempel

Dette er et eksempel på hvordan informasjon blir presentert i håndboken.

Tiltak 1 - Eksempel


Dette er et eksempel på hvordan tiltak blir presentert i håndboken.

Denne måten å score på, samt de tiltak og anbefalinger som blir gitt i håndboken, baserer seg på vitenskapelig litteratur og våre erfaringer. For mer inngående informasjon og kunnskap om OVI hos rognkjeks anbefaler vi å lese Noble et al. (2019), Imsland et al. (2020), samt Gutierrez Rabadan et al. (2021).

1.1 Feltskjema

Feltskjemaet er, sammen med rapporten (underseksjon 1.2), bygd opp slik at hver merd undersøkes som en egen enhet. Feltskjemaet er utarbeidet for inntil 30 fisk per merd (Figur 1). For ordens skyld er det egne felt for å registrere navn på lokalitet, dato for velferdsvurdering og eventuelle driftsstrategier. Scoringen av hold vil bli regnet ut automatisk basert på rognkjeksens vekt og lengde (mer detaljert beskrevet i under-underseksjon 4.2.1).

Etterhvert som scoringene på OVI blir ført inn i det digitale feltskjemaet vil rognkjeksens relative sum og velferdsscore bli regnet ut automatisk, i tillegg til den samlede vurderingen av alvorlighetsgraden til hver velferdsindikator. For å enkelt illustrere velferdsscoren og alvorlighetsgraden til hver av OVI er farger benyttet (Tabell 1). Det er lagt inn et krav om at minst 5 OVI må vurderes for at velferdsscoren til individet blir regnet ut. Det anbefales allikevel å vurdere alle OVI for å få et mest mulig riktig resultat. Blanke celler blir ikke inkludert i velferdsscoren, så det er viktig å skrive 0 i cellen hvis en OVI blir vurdert som score 0 og ikke la feltet stå tomt. For å redusere risikoen for å føre feil i feltskjemaet er cellene i feltskjemaet formatert slik at de kun aksepterer gyldige scoreverdier. Det blir også gitt en advarsel ved registrering av urealistiske mål på vekt og lengde. Detaljert beskrivelse av hvordan velferdsscoren og alvorlighetsgraden blir beregnet presenteres i seksjon 2.

 FELTDOKUMENT - VURDERING AV ROGNKJEKS I MERD																															
Anlegg										Merd										Dato											
										1																					
	Fisk #																														Alvorlighetsgrad (0-3)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Vekt (g)	110,0	100,0	150,0	140,0	130,0	200,0	200,0	220,0	180,0	160,0	120,0	110,0	88,0	77,0	50,0	60,0	100,0	80,0	80,0	80,0	80,0	120,0	118,0	150,0	150,0	200,0	250,0	210,0	180,0		
Lengde (cm)	15,0	16,0	15,0	15,0	15,0	20,0	18,0	12,0	18,0	16,0	12,0	11,0	10,0	12,0	12,0	13,0	14,0	10,0	11,0	12,0	12,0	12,0	15,0	11,0	16,0	17,0	18,0	20,0	21,0	15,0	
Hold (0-3)	1	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	
Misdannelser sugekopp (0-3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
Misdannelser andre (0-3)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	
Halefinne (0-3)	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	
Andre finner (0-3)	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	3	0	0	
Hud (0-3)	1	0	0	0	1	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	
Øye V (0-3)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Øye H (0-3)	3	0	0	0	1	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	
Katarakt størrelse V (0-3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Katarakt størrelse H (0-3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Relativ sum (0-100)	13,8	4,2	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	6,9	33,9	0,0	0,0	0,0	0,0	6,3	4,2	4,2	8,5	0,0	0,0	29,6	27,5	8,5	0,0	4,2	0,0	1,1	21,2	9,5	4,2	0,0	
Velferdsscore (0-3)	2	1	0	0	1	1	0	1	3	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	2	2	1	0	1	0	1	2	2	1	0	

Figur 1: Utklipp fra feltskjema - OVI.

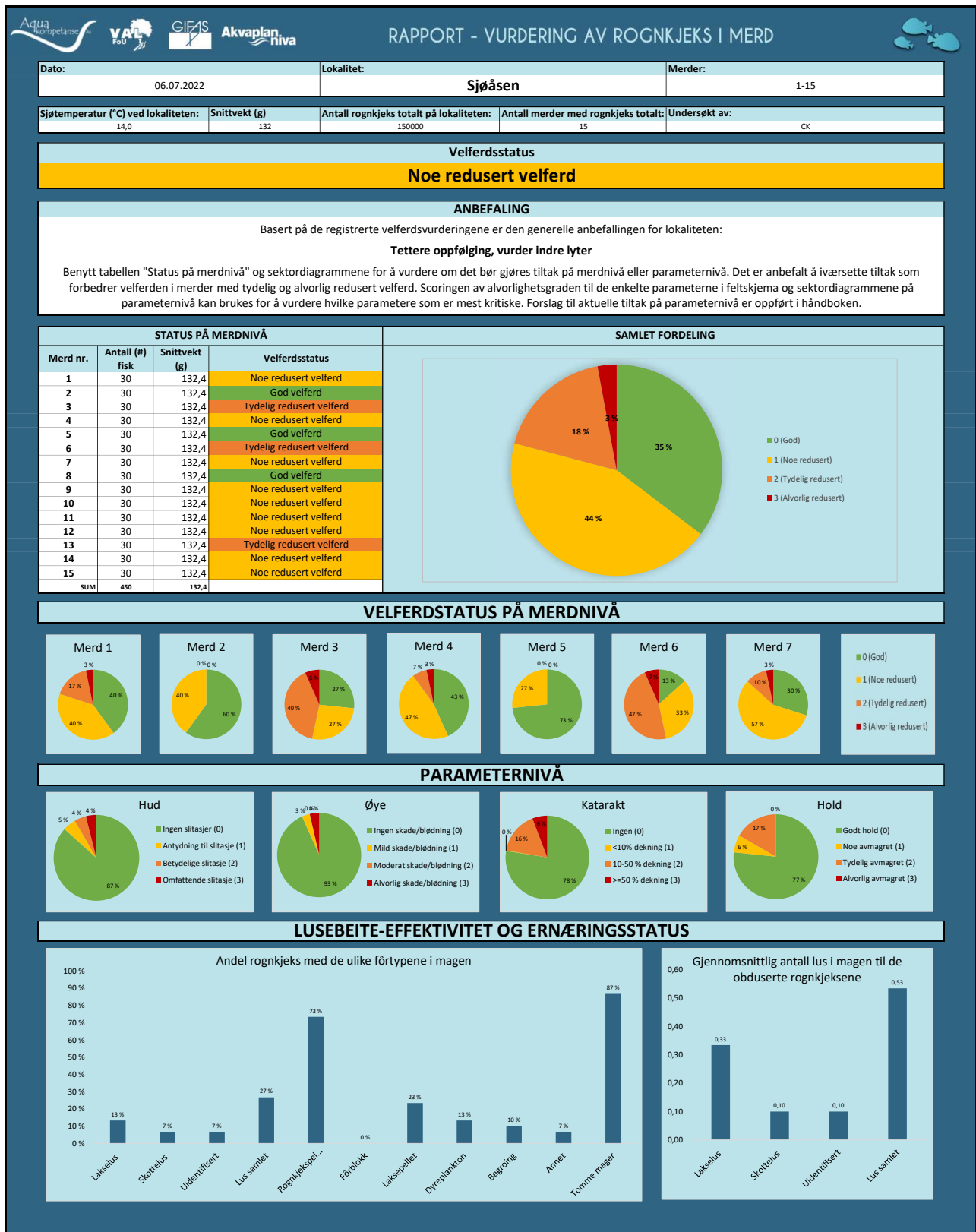
Det er i tillegg til å score OVI mulighet til å registrere obduksjonsfunn, mageinnhold, prøveuttak og kommentarer i feltskjemaet (Figur 2). Disse registreringene påvirker ikke vurderingen av rognkjeksens velferdsscore og rapporten, men er lagt til for at det skal være enkelt å registrere eventuelle tilleggsundersøkelser. Etterhvert som obduksjonsfunn og mageinnhold registreres i det digitale feltskjemaet vil omfanget av hver parameter regnes ut som andelen individer med score 1. Blanke celler blir ikke inkludert, og det er derfor viktig å skrive 0 i cellen ved score 0. Ved observasjon av lus i magen registreres antallet lus istedenfor score 1. Under omfang beregnes det gjennomsnittlige antallet lus i magen til de undersøkte rognkjeksene, og ikke andelen rognkjeks med lus i magen.

	Obduksjonsfunn, Fisk #																														Omfang	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Leverfarge (1-6)	2	2	3	3	4	6	4	1	4	4	4	4	4	4	5	6	1	2	4	4	5	5	4	5	4	5	4	3	4			
Ascites (0-1)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Forandring lever (0-1)	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0			
Granulomer (0-1)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0		
Svullen nyre (0-1)	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0		
Blødninger på hjerte (0-1)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Koagel i hjertehule (0-1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Blødninger magesekk/tarm (0-1)	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Parasitter (0-1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Kjønnsmodning (0-1)	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Kjønn (1 -2)	1	1	1	1	2	1	2	2	2	2	1	2	1	1	1	2	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1		
Rognkjekspletet (0-1)	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1		
Förblokk (0-1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Laksepletet (0-1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
Dyreplankton (0-1)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	
Begroing (0-1)	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Annet (0-1)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
Lakselus - Antall	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0		
Skottelus - Antall	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Lus indet. - Antall	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0		
Tom mage (0-1)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	
Prøveuttak - PCR (x)				X								X										X										
Prøveuttak - Blodprøver (x)				X								X										X										
Prøveuttak - Histologi (x)				X								X										X										
Prøveuttak - Bakteriologi (x)				X								X										X										
Kommentarer:																																

Figur 2: Utklipp fra feltskjema - obduksjon.

Detaljert beskrivelse av hvordan OVI og indre funn scores er presentert i seksjon 4 og seksjon 5. Selve feltskjemaet finner man også som en utskriftsvennlig pdf-fil.

1.2 Rapport



Figur 3: Utklipp fra rapporten. Sektordiagrammene for merd 8-15 og parametrene sugekoppdeformitet, andre deformiteter, halefinne og andre finner er skjult i utklippet.

Etterhvert som scoringene av OVI registreres i det digitale feltskjemaet genereres det automatisk en rapport for velferdsvurderingen (Figur 3). Øverst i rapporten er det lagt opp til at man legger inn dato for velferdsvurdering, navn på lokalitet og hvilke merder som er undersøkt. Etter hvert som man fyller ut det digitale feltskjemaet blir snittvekten og velferdsstatusen i alle merdene beregnet både samlet og enkeltvis. Dette gir en indikasjon på rognkjeksens velferd på besøksdagen. Basert på den samlede velferdsstatusen vil det øverst i rapporten bli gitt en generell anbefaling til aktuelle tiltak (Tabell 1).

For å gi en enkel oversikt over velferden på merd- og parameternivå blir fordelingen av velferdsstatusen i hver merd og scoringene på parameternivå automatisk visualisert som sektordiagram i rapporten. Sektordiagrammene kan benyttes som et hjelpemiddel til å identifisere eventuelle problemområder, slik at riktige tiltak kan sette inn raskest mulig.

Nederst i rapporten er det lagt til to ekstra figurer som kun er aktuelle ved obduksjon. Disse visualiserer lusebeite-effektiviteten og ernæringsstatusen til rognkjeksene samlet. I figuren til venstre presenteres andelen rognkjeks med de ulike fôrtypene i magen, mens figuren til høyre viser det gjennomsnittlige antallet lus i magen til de obduserte rognkjeksene.

1.3 Tiltaksforslag

De generelle tiltakene som blir anbefalt i rapporten ved de ulike velferdsstatusene er presentert i Tabell 1. Ved redusert velferd bør det identifiseres hvilke parametere som gir utslag i redusert velferd, og tiltak som er rettet mot disse parameterne bør gjennomføres. Sektordiagrammene i rapporten gir en indikasjon på alvorlighetsgraden til hver av parameterne på populasjonsnivå (Figur 3), mens scoringen av alvorlighetsgradene som presenteres i feltskjemaet gjelder for den spesifikke merden (Figur 1). Hvilke tiltak som kan være aktuelle å innføre for å forbedre de enkelte parameterne blir foreslått i oransje infobokser etterhvert som parameterne presenteres i håndboken (Tiltaksboks 1).

Tabell 1: Oversikt over aktuelle tiltak inndelt etter samlet velferdsstatus.

Velferdsstatus	Aktuelle tiltak
God velferd	Ingen tiltak
Noe redusert velferd	Tettere oppfølging, obduser et mindre utvalg fisk
Tydelig redusert velferd	Autorisert fiskehelsepersonell bør kontaktes. Obduser et utvalg fisk og ta potensielle tilleggsprøver for å fastslå årsaker til velferdsforverring. Innfør relevante tiltak for å forbedre velferdsstatusen.
Alvorlig redusert velferd	Autorisert fiskehelsepersonell skal kontaktes. Obduser et utvalg fisk og ta potensielle tilleggsprøver for å undersøke årsakene til velferdsforverring. Vurder destruering av fisk.

2 VELFERDSMODELLEN

2.1 Velferdsscore på individnivå

For å vurdere rognkjeksens velferd er det utført en fellesvurdering av utførte scoringer på OVI. For å få et mer realistisk forhold mellom de ulike scoringsgradene, er OVI scoreverdiene kvadrert. De kvadrerte scoringene for hver rognkjeke er deretter summert med følgende vektning:

$$\begin{aligned} \text{vektet sum} &= \text{sugekoppdeformiteter}^2 + (0,5 \times \text{andre deformiteter}^2) + \text{halefinne}^2 \\ &+ \text{andre finner}^2 + (2 \times \text{hud}^2) + \text{høyre øye}^2 + \text{venstre øye}^2 \\ &+ \text{katarakt høyre}^2 + \text{katarakt venstre}^2 + \text{hold}^2 \end{aligned}$$

Av ulike årsaker vil ikke alle OVI bli vurdert hver gang. En relativ sum hvor alle totalvurderingene er prosentandeler av maks oppnåelig vektet sum (score 3 på alle vurderte OVI) blir derfor benyttet:

$$\text{relativ sum} = \frac{\text{vektet sum}}{\text{maks oppnåelig vektet sum}} \times 100.$$

Hvis alle parametere er vurdert er maks oppnåelig vektet sum 94,5. Hensikten med å benytte en relativ score er å kunne sammenligne individene på et mer likt grunnlag selv om det mangler enkelte scoringer. For å få et helhetlig bilde av rognkjeksens velferd anbefales det å vurdere alle parametere. Den relative summen graderes i fire velferdsscorer som blir brukt som en overordnet score på rognkjeksens velferd (Tabell 2).

Tabell 2: Oversikt over graderingen av rognkjeksens velferdsscore fra 0 (god velferd) til 3 (alvorlig redusert velferd), basert på relativ sum (0-100).

Relativ sum	Velferdsscore	Vurdering
0	0	God velferd
0 - 10*	1	Noe redusert velferd
10 - 30	2	Tydlig redusert velferd
≥ 30	3	Alvorlig redusert velferd

* Ved score 3 på én OVI vurderes velferdsscoren som score 2 (tydelig redusert).

Info 2 - Effekten av å kvadrere og vekte scoringene

Tidligere studier har beregnet overordnet velferdsscore som summen av OVI-scoringer (Imstrand et al., 2020; Gutierrez Rabadan et al., 2021), uten å vekte scoringer og parametere. Fordelen med å kvadrere OVI scoringene er at det tydeliggjør forskjellene mellom individer som har noen få lyter, som ikke reduserer velferden i større grad, og individer som har mye mer alvorlige lyter (Tabell 3). I tillegg vektes parameterne slik at deres effekt i modellen samsvarer med betydningen de har på overordnet velferd. En alvorlig skade vurderes å påvirke velferden til rognkjeksken like negativt om den finnes på finnen, huden eller øye, og hud er derfor vektet opp for å ha like stor innflytelse på velferdsscoren som finner og øye. Andre deformiteter er vurdert til å ha en mindre effekt enn de andre parameterne, og vektes derfor ned med 0.5.


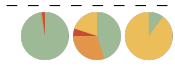


Tabell 3: Beregningen av overordnet velferdsscore til tre eksempelfisker, både med og uten kvadrering og vektning av OVI scoringene og parameterne.

OVI	Uten vektning			Med vektning		
	Fisk 1	Fisk 2	Fisk 3	Fisk 1	Fisk 2	Fisk 3
Sugekoppdeformitet	0	0	0	0	0	0
Andre deformiteter	0	0	0	0	0	0
Halefinne	1	0	0	1	0	0
Andre finner	1	1	0	1	1	0
Hud	1	2	3	1	4	9
Høyre øye	0	0	0	0	0	0
Venstre øye	0	0	2	0	0	2
Katarakt høyre	0	0	0	0	0	0
Katarakt venstre	0	0	0	0	0	0
Hold	0	0	3	0	0	3
Sum	3	3	8	4	9	31
Relativ sum (0-100)	10	10	27	4,2	9,5	33
Velferdsscore (0-3)	2	2	2	1	1	3

2.2 Velferdsstatus på populasjonsnivå

Fordelingen av individenes velferdsscore blir benyttet for å vurdere den samlede velferdsstatusen i populasjonen. Den samlede velferdsstatusen blir gradert fra god til alvorlig redusert etter kriteriene i Tabell 4.

Tabell 4: Oversikt over kriteriene som benyttes i overgangen fra vurderinger på individnivå til en samlet vurdering på merd- og lokalitetsnivå. Disse benyttes både til å vurdere populasjonens velferdsstatus og alvorlighetsgraden til hver av OVI. Kriteriene baserer seg på fordelingen av velferdsscorene til individene i populasjonen, og det kreves at alle kriteriene på raden er oppfylt.

Fordelingen av scoringene på individnivå			Populasjonsnivå	
0	≥ 2	3	Velferdsstatus	Eksempler
> 60%	0 %	0 %	God	
≤ 60%	≤ 40%	≤ 10%	Noe redusert	
	≠ 0% & ≤ 40%	≠ 0% & ≤ 10%		
	> 40%	≤ 25%	Tydelig redusert	
		> 10% & ≤ 25%		
		> 25%	Alvorlig redusert	

For at den samlede velferdsstatusen i populasjonen skal bli vurdert som god må over 60% av rognkjeksene ha god velferd (velferdsscore 0) og ingen ha tydelig eller alvorlig redusert velferd (velferdsscore 2 eller 3). Hvis over 25 % av rognkjeksene har alvorlig redusert velferd (velferdsscore 3) blir også den samlede velferdsstatusen til populasjonen vurdert som alvorlig redusert. Kriteriene i Tabell 4 blir også benyttet til å vurdere alvorlighetsgraden til hver av OVI-ene på merd- og lokalitetsnivå. Da blir fordelingen av scoringene på den enkelte indikatoren benyttet istedenfor overordnede velferdsscore.

Info 3 - Fordelen med å unngå bruk av gjennomsnitt på populasjonsnivå

Som beskrevet i fiskehelsesrapporten 2020 (Sommerset et al., 2021) bør det unngås å gjøre vurderinger basert på gjennomsnittsverdier, da dette kan kamuflere variasjoner mellom individer som har ulike velferdsscoringer. På bakgrunn av dette anbefales det derfor å benytte fordelingen av individer med ulike velferdsscoringer til å vurdere den samlede velferdsstatusen i populasjonen (Tabell 5).

Tabell 5: Eksempler på beregningen av overordnet velferdsstatus basert på snitt eller fordelingen av individenes velferdsscore.

Individnivå		Fordeling	Populasjonsnivå	
Antall individer	Velferdsscore		Velferdsstatus basert på snitt	Velferdsstatus basert på fordeling
65	0		Noe redusert	Tydelig redusert
10	1			
10	2			
15	3			
15	0		Tydelig redusert	Alvorlig redusert
20	1			
10	2			
55	3			
68	0		Noe redusert	Alvorlig redusert
2	1			
0	2			
30	3			

3 UTVALG OG UTTAK AV FISK

Vi anbefaler månedlig velferdsoppfølging av rognkjeks i minimum fire merder på lokaliteten. Dette som et supplement til, eller som en del av de lovpålagte risikobaserte helsekontrollene i henhold til Forskift om helsekontroll med akvakulturdyr. Det bør gjennomføres en individkontroll, hvor det scores OVI på minst ti levende fisk fra hver merd. For å få et godt sammenligningsgrunnlag bør det være de samme merdene som følges opp hver måned. Dersom det er behov velges nye merder til oppfølging.

Uttak fra merd gjøres enten ved bruk av orkast eller håv fra båt. Dersom rognkjeksene oppholder seg i overflaten og nært notveggen kan man også bruke håndhåv fra merdkanten. Fisk som fiskes ut legges i ei bønne med friskt sjøvann. I forbindelse med uttak av rognkjeks er det svært viktig at dette gjennomføres så skånsomt som mulig for å unngå skade på rognkjeksene.

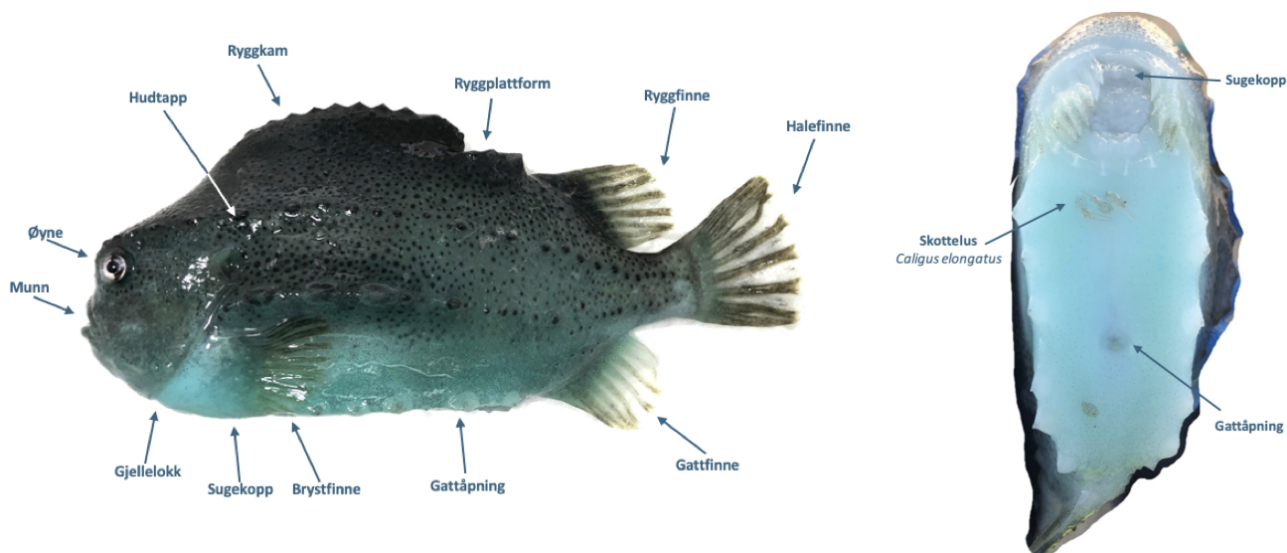
Scoring av OVI kan gjennomføres på ikke bedøvd rognkjeks under vann (Skår et al., 2017), med unntak av veiing som må gjøres utenfor vannet.

Basert på velferdsstatus kan det være nødvendig å foreta obduksjon samt evt. prøveuttak (Tabell 1). Dette krever avliving av fisken ifm. dyrevelferdsloven. Om man i tillegg ønsker en vurdering av lusebeiting, som estimeres basert på identifikasjon av mageinnhold, må fisken også avlives.

Avliving kan foretas med en overdose av f. eks benzokain (Benzoak vet. eller Benzorion) eller trikainmesilat (Tricaine Pharmaq, Finquel), med påfølgende avblødning. Det foreligger per i dag ikke protokoller for avliving av rognkjeks som tar høyde for konsentrasjon av anestesimiddel, eksponeringstid, kroppsstørrelse og vanntemperatur. Tilgjengelig forskning har konkludert med at trikainmesialet er mest egnet til avliving av rognkjeks (Skår et al., 2017). Det eksistere per i dag ikke en protokoll for rask anestesi av rognkjeks > 20 g. For rognkjeks fra 10 til 20 g benyttes det mer enn 1,6 gram trikainmesilat per liter vann i minimum 10 minutter. Tilsvarende bør det for benzokain benyttes minimum 800 mg/liter vann i 10 minutter (dvs. 4 ml benzokain 200 mg/ml per liter). En god måte å sjekke om fisken er tilstrekkelig anestisert på, er å vurdere reaksjon på berøring av munn/lepper. Dette bør gjøres før man kutter gjellebuene for å sikre tilstrekkelig overdose av anestesimidlet.

4 VELFERDSSCORING

4.1 Rognkjeksens anatomi - ytre



Figur 4: Rognkjeksens ytre anatomi.

4.2 Operasjonelle velferdsindikatorer

OVI-scoringene som inkluderes i velferdsmodellen er scoringene av hold, sugekoppdeformitet, andre deformiteter, halefinne, andre finner, hud, øye og katarakt. Disse scores med økende alvorlighetsgrad fra 0 til 3 (Tabell 6).

Tabell 6: Oversikt over scoring av OVI hos rognkjeks.

OVI	Kapittel	Scoring	Vurdering
Hold	4.2.1	0	Godt hold
		1	Noe avmagret
		2	Tydelig avmagret
		3	Alvorlig avmagret
Sugekoppdeformitet	4.2.2	0	Ingen deformitet
		1	Mild deformitet
		2	Tydelig deformitet
		3	Alvorlig deformitet
Andre deformiteter	4.2.2	0	Ingen deformitet
		1	Mild deformitet
		2	Tydelig deformitet
		3	Alvorlig deformitet
Halefinne	4.2.3	0	Intakt halefinne/ingen erosjon
		1	Mild erosjon/slitasje
		2	Tydelig erosjon/slitasje, deler er borte
		3	Alvorlig skadet eller erodert bort
Andre finner	4.2.3	0	Intakte finner/ingen erosjon
		1	Mild erosjon/slitasje
		2	Tydelig erosjon/slitasje, deler er borte
		3	Enkelte eller alle finner alvorlig skadet eller erodert bort
Hud	4.2.4	0	Ingen synlige sår/skader/slitasje/sykdom
		1	Antydning til sår/skader/slitasje/sykdom
		2	Betydelige sår/skader/slitasje/sykdom
		3	Omfattende sår/skader/slitasje/sykdom
Øye	4.2.5	0	Ingen skade/blødning
		1	Mild skade/blødning
		2	Moderat skade/blødning
		3	Alvorlig skade/blødning
Katarakt	4.2.6	0	Ingen katarakt
		1	< 10 % dekning
		2	10-50 % dekning
		3	≥ 50 % dekning

4.2.1 Hold

Hvert individ veies med en vekt med minimum 1 grams presisjon, og vekten noteres til nærmeste hele gram. Måling av lengde gjennomføres med en linjal fra snute/munn til ytterst på halefinnen. Lengde noteres i cm med minimum 0,1 cm presisjon. Faktoren på hold beregnes automatisk i feltskjemaet når målingene på lengde og vekt er ført inn. Formelen som benyttes for å regne ut faktoren er hentet fra Gutierrez Rabadan et al. (2021):

$$\text{Hold}_{\text{sjøfase}} = \frac{10^{3,516} \times V}{(10 \times L)^{2,559}}$$

hvor vekt (V) er gitt i g og lengde (L) i cm. Rognkjeksens hold blir deretter automatisk scoret fra 0-3, hvor score 0 indikerer en rognkjeks i godt hold og score 3 en rognkjeks som er alvorlig avmagret (Tabell 7). Grensene er basert på Gutierrez Rabadan et al. (2021) sine vurderinger, men det er lagt til en ekstra grense for å skille mellom rognkjeks i godt hold og de som er noe avmagret.

Tabell 7: Oversikt over tilstandscoring av hold hos rognkjeks.

Hold	Score	Vurdering
$1,00 \leq$	0	Godt hold
0,90 - 1,00	1	Noe avmagret
0,75 - 0,90	2	Tydelig avmagret
0,00 - 0,75	3	Alvorlig avmagret

Info 4 - Hold hos rognkjeks

Fultons kondisjonsfaktor brukes ofte for rognkjeks (Imstrand et al., 2014, 2018b, 2019; Geitung et al., 2020), men den antar at fisken ikke endrer form når lengden øker – altså at den vokser isometrisk, noe som er ikke tilfellet for rognkjeks (Daborn and Gregory, 1983). Resultater fra Boissonnot et al. (2022a) viser i tillegg at Fultons kondisjonsfaktor ikke har noe sammenheng med fettinnhold i lever og kan derfor ikke brukes til å vurdere ernæringsstatus hos rognkjeks. Nylig har Gutierrez Rabadan et al. (2021) foreslått en alternativ kondisjonsfaktor eller holdvurdering, tilpasset rognkjeksens kroppsfasong, og som er korrelert med fettinnhold i lever (Boissonnot et al., 2022a). Den viser store individuelle variasjoner, men kan brukes for å gi et grovt estimat på ernæringsstatus i populasjonen. Grensene som blir benyttet i Gutierrez Rabadan et al. (2021), (Tabell 7) er vurdert som tilstrekkelige etter å ha sammenlignet scoringen av hold med tilgjengelig data på fettinnhold, leverfarge og visuell scoring av avmagring.

Tiltak 2 - Dårlig hold

Redusert hold tyder på at rognkjeksens ikke får eller har fått tilstrekkelig tilgang på fôr. Fôringrutinene i merden må vurderes ved å se på utfôring opp mot biomasse, samt gjøre en vurdering av appetitt (Lein et al., 2021). Det er viktig å følge anbefalinger fra fôrproducenten angående hvor mye som skal fôres. Dersom appetitten er redusert kan det være andre faktorer som påvirker, for eksempel sykdom.

Info 5 - Visuell scoring av avmagring

For å gjøre en subjektiv vurdering av rognkjeksens hold kan man se på rognkjeksens fra oversiden, og kjenne på muskel/fett rundt og mellom den andre raden med hudtapper og ryggkammen. Et individ som tærer på muskelmasse for energi, vil gjerne få en litt innsunken profil sett ovenfra, litt som et timeglass (Figur 5c). Det blir ofte sagt at en rognkjeks i godt hold vil være bredere i mage/buk-regionen enn rundt hodet, altså at man kan identifisere et avmagret individ med at det blir gradvis tynnere fra hoderegionen og bakover. Denne vurderingsmåten må man være oppmerksom på, for dersom fisken nylig har fått tilgang på fôr, og dermed har full magesekk, vil mage/buk-regionen oppleves tykkere enn den ville vært dersom den var tom. Vi anbefaler derfor å ikke bruke visuell scoring av avmagring.



(a) Score 0: Individ i godt hold, med en rett profil på de øverste hudtappene.



(b) Score 1: Noe avmagret individ med forholdsvis full magesekk, hvor hodet ikke er bredeste punkt på fisken.



(c) Score 3: Avmagret individ hvor det er tydelig at hodet er det bredeste punktet på fisken.

4.2.2 Deformiteter

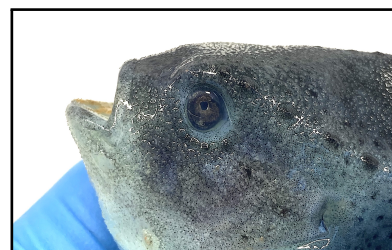
I vurderingen av deformiteter på rognkjeksens skilles det mellom sugekoppdeformiteter og andre deformiteter. Både sugekoppdeformiteter og andre deformiteter scores fra 0-3, hvor score 0 er ingen deformiteter og score 3 er en alvorlig deformitet som har ført til defekthet (Tabell 6, Figur 5). Noter gjerne hvilken type deformitet som er observert i kommentarfeltet.



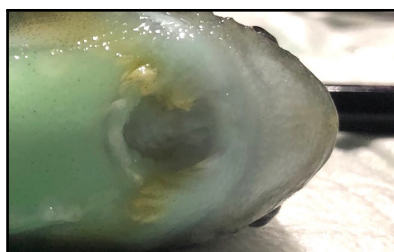
(a) Score 2.



(b) Score 2.



(c) Score 3.



(d) Score 3.



(e) Score 1.

Figur 5: Eksempler på deformiteter hos rognkjeks. (a) Tydelig deformitet i ryggrad. (b) Tydelig gjellelokkdeformitet. (c) Alvorlig deformitet på pupillen. (d) Alvorlig sugekoppdeformitet. (e) Mild deformitet på halefina.

Info 6 - Årsaker til deformiteter

Deformiteter er definert som avvik fra den normale formen av kroppen eller kroppsdelen. Deformiteter oppstår hyppigst på grunn av feilutvikling i forbindelse med dannelsen av organer (medfødt), eller kan i enkelte mer sjeldne tilfeller være forårsaket av unormal heling etter skade. De vanligste deformitene hos rognkjeks antas å være medfødt, og omfatter deformiteter i ryggrad (Figur 5a) og/eller sugekopp (Figur 5d). Hvorvidt enkelte deformiteter er koblet til bestemte gener er foreløpig ikke undersøkt hos rognkjeks. Hos lakseyngel kan man se en økt forekomst av deformiteter dersom rogn er inkubert ved høye temperaturer (Fraser et al., 2015). Slike sammenhenger er foreløpig heller ikke undersøkt hos rognkjeks.

Tiltak 3 - Sugekoppdeformiteter

Det er sannsynlig at individer med sugekoppdeformitet har redusert evne til å feste seg til skjul, og dermed får redusert mengde hvile. Dette kan medføre at rognkjeks blir raskere utslitt, og er mer utsatt for sykdom. Det er derfor viktig at rognkjeks med sugekoppdeformiteter tas ut av merd og avlives fortløpende (Garcia de Leaniz et al., 2021).

Tiltak 4 - Andre deformiteter

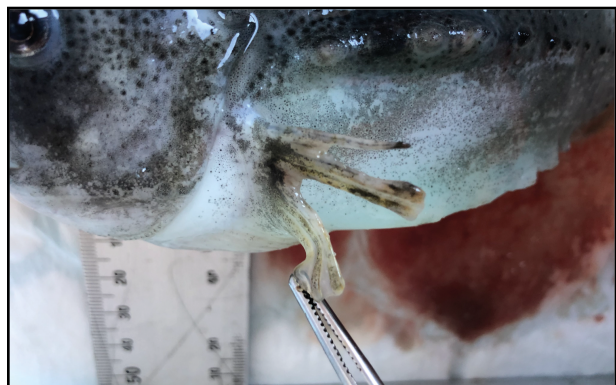
Siden de fleste deformiteter hos rognkjeks er medfødt, er det få kjente tiltak som kan gjennomføres for å redusere risikoen for at slike forandringer oppstår. Det beste tiltaket for individer med tydelig nedsatt eller potensielt nedsatt velferd er derfor en human avliving.

4.2.3 Halefinne og andre finner

Både halefinne og andre finner (brystfinner, gattfinne og ryggfinne) scores fra 0-3, hvor score 0 er en intakt finne og score 3 er alvorlig skadet eller erodert bort (Tabell 6, Figur 6, Figur 7). En intakt finne er avrundet, uten hakk eller ujevnheter mellom finnestrålene (Figur 7a).



(a) Score 1.



(b) Score 3.

Figur 6: Eksempler på brystfinner med ulike scoringer. (a) Brystfinne med noe erosjon/slitasje. (b) Deler av brystfinne er erodert bort.



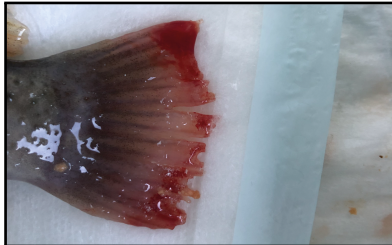
(a) Score 0.



(b) Score 1.



(c) Score 2.



(d) Score 3.



(e) Score 3.



(f) Score 3.

Figur 7: Eksempler på halefinner med ulike scoringer. **(a)** Intakt halefinne. **(b)** Halefinne med noe erosjon/slitasje. **(c)** Tydelig erosjon/slitasje hvor deler av finnen er borte. **(d)** Halefinne med fersk skade og blødning. **(e)** Halefinne med åpent sår inn til halebasis, men uten blødning. **(f)** Halefinne som er fullstendig erodert bort.

Info 7 - Årsaker til finneslitasje

I sjøfasen er det forholdsvis vanlig med noe slitasje (Treasurer et al., 2018). Score 3 sees hovedsakelig i etterkant av håndtering, eller ved sykdom, som bakterielle infeksjoner (Scholz et al., 2018). Finneslitasje kan være en helseutfordring på grunn av infeksjoner med opportunistiske patogener (Scholz et al., 2018).

Tiltak 5 - Finneslitasje

For å unngå finneskader forårsaket av håndtering anbefales det å begrense håndtering. Det er lovpålagt å fiske ut rognkjeks i forkant av mekanisk avlusing.

4.2.4 Hud

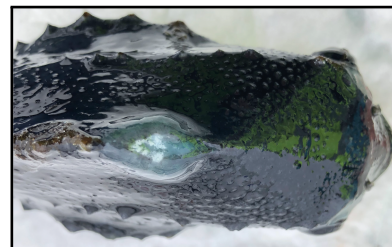
Scoring av hud gjøres på bakgrunn av sår, blødninger, slitasje og sykdom (eks. kratersyke). Alle hudflater (med unntak av finner) inngår i vurderingen. Hud scores fra 0-3, hvor score 0 er ingen bemerkninger på hud og score 3 er omfattende skader på hud (Tabell 6). Hvorvidt en skade graderes som score 2 eller 3 bestemmes ut fra både dybde og hvor stor del av overflaten til fisken som er skadet (Figur 8).



(a) Score 0.



(b) Score 2.



(c) Score 2.



(d) Score 3.



(e) Score 3.

Figur 8: Eksempler på scoring av hud. (a) Rognkjeks uten synlige skader og slitasje på hud. (b) Tydelig hudskade og betydelig slitasje. (c) Dyp skade uten blødning. (d) Skade på sugekopp med blødning. (e) Skade med blødning som går gjennom hudlaget.

Info 8 - Årsaker til hudskader

Årsaker til utvikling av skader i hud og påfølgende sårutvikling hos rognkjeks i merd er flere. Det kan ofte være skader som oppstår i forbindelse med håndtering. Slike hudskader kan være inngangsporter for opportunistiske patogener i vannmiljøet, som *Tenacibaculum* spp., *Moritella viscosa*, *Allivibrio* sp. og *Pasturella* sp. Sykdom kan også arte seg som hudskader, eksempelvis kratersyke.

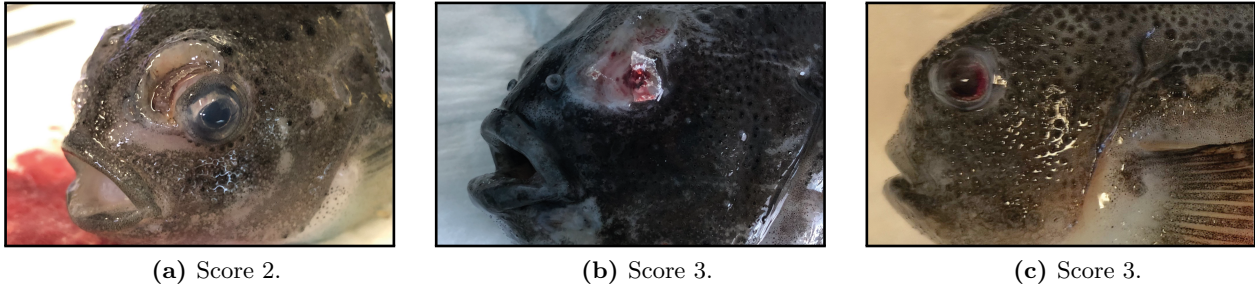
Tiltak 6 - Hudskader

Ved mistanke om bakteriell sykdom i populasjonen er det aktuelt med uttak av prøver til dyrking. Ved sårproblematikk bør det tas bakteriologiske prøver fra sårkant. Det er også interessant med bakteriologi fra nyret hos slike individer med tanke på utvikling av sepsis, det vil si systemisk sykdom som følge av sår. Dersom hudskadene skyldes sykdom må det gjøres en fiskehelsefaglig vurdering av populasjonen, og eventuelt destruere populasjonen dersom sårproblematikken er svært utbredt. Enkeltindivider med sår bør avlives.

For å unngå hudskader forårsaket av håndtering anbefales det å begrense håndtering. Det er lovpålagt å fiske ut rognkjeks i forkant av mekanisk avlusing.

4.2.5 Øye

Scoringen av øye gjøres på bakgrunn av både fysiske skader og blødninger på øyet (Figur 9). Skade og/eller blakking av hornhinne inngår også under scoringen av øye. Venstre og høyre øye vurderes separat, og scores fra 0 (ingen blødning/skade) til 3 (kraftig blødning/alvorlig skade eller tap av øye, Tabell 6).



Figur 9: Eksempler på rognkjeks med (a, b) øyeskade og (c) øyeblikning

Info 9 - Årsaker til skader og blødninger på øyet

Fiskens øyne er svært sårbare ved håndtering, da de mangler både øyelokk og tårevæske. Dette øker risikoen for både mekanisk skade og uttørking av øynene. Den hyppigste årsaken til øyeblikning og øyeskader er mekanisk traume i forbindelse med håndtering som håving og pumping ved mekanisk avlusing (Nilsson et al., 2018).

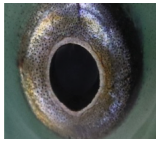


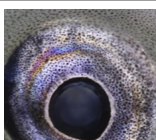
Tiltak 7 - Øyeskader

Individer med synlige øyeskader bør sorteres ut og avlives. For å unngå øyeskader forårsaket av håndtering anbefales det å begrense håndtering. Det er lovpålagt å fiske ut rognkjeks i forkant av mekanisk avlusing.

4.2.6 Katarakt

Katarakt klassifiseres med en 0-3 scoring, som kvantifiserer relativt kataraktareal i forhold til linse størrelse (Tabell 8). Det er tatt utgangspunkt i standardiseringen til Bass and Wall (2008), men for å tilpasse scoringene til velferdsmodellen er score 3 og 4 slått sammen. Venstre og høyre øye scores separat under vurderingen av OVI. Det anbefales å benytte en spaltelampe ved vurderingen av katarakt, da det er vanskelig å oppdage de mildeste tilfellene av katarakt.

Tabell 8: Scoring av katarakt, modifisert fra Bass and Wall (2008).

Eksempel	Score	Dekningsgrad av linsediameter
	0	Ingen katarakt
	1	< 10 %
	2	10 - 50 %
	3	≥ 50 %

Info 10 - Årsaker til katarakt

Katarakt kan forårsakes av feilernæring, rask vekst, miljøfaktorer og genetikk (Bjerkås et al., 2006). Katarakt kan utarte seg bilateralt (begge øyne) eller unilateralt (kun ett øye). Hos laks har bilateral katarakt vist seg å skyldes systemiske årsaker relatert til ernæring og miljøfaktorer (Breck et al., 2005), mens unilateral katarakt er hovedsakelig assosiert med eksterne stressorer fra for eksempel mekanisk behandling og annen håndtering som gir friksjon eller skade på øynene (Jonassen et al., 2017). Imsland et al. (2018a) foreslo at de samme mekanismene også kan gjelde for rognkjeks. Lein et al. (2021) viste også at oksidasjon kan være en medvirkende årsak, et forhold som også er kjent fra både laks og mennesker (Waagbø et al., 2003; Williams, 2006). Katarakt kan påvirke synet både gjennom utbredelse i linsen, og gjennom hvor tett forandringene er.

Info 11 - Katarakt opasitet

For å score katarakt mer nøyaktig kan opasiteten også scores (Tabell 9), men dette anbefales ikke hvis man ikke har riktig utstyr eller erfaring med dette. Det er derfor ikke inkludert i det publiserte feltskjemaet, men om ønskelig kan en versjon med både scoring av størrelse og opasitet tilsendes. I tilfeller hvor både størrelse og opasitet scores blir et gjennomsnitt av de kvadrerte scoringene beregnet for hvert øye før de inkluderes i den overordnede velferdsscoren.

Tabell 9: Scoring av katarakt opasitet.

Eksempel	Score	Vurdering av linse
	0	Ingen katarakt
	1	Nesten helt gjennomsiktig
	2	Hvitaktig, krystallisk
	3	Krystallhvit, ugjennomsiktig perlemorslinse

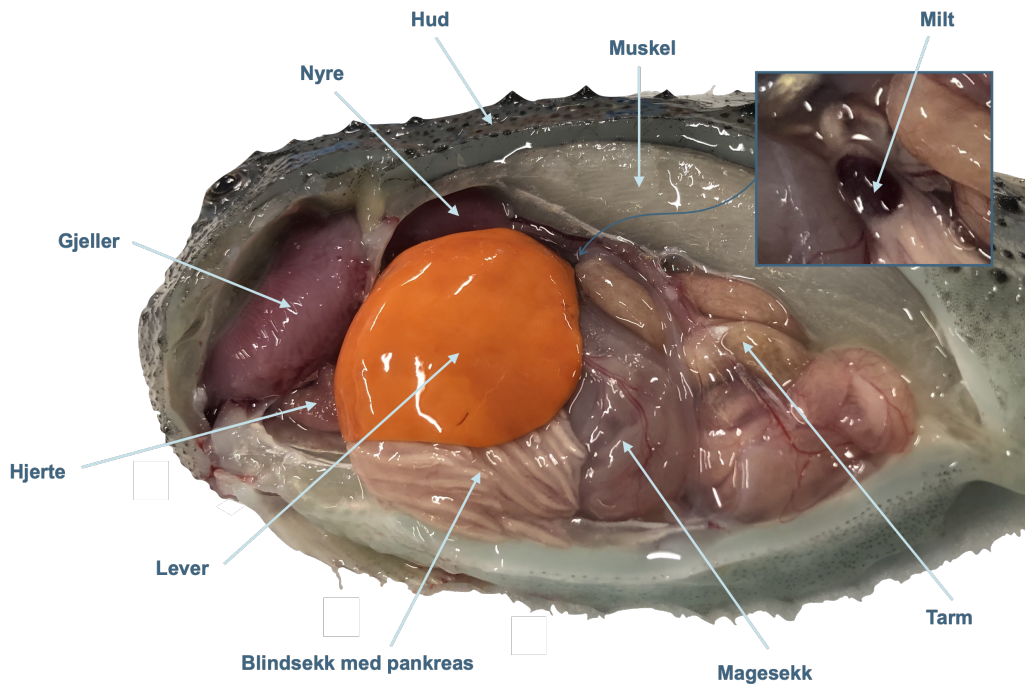
Tiltak 8 - Katarakt

Ved forekomst av individer med alvorlig katarakt er det viktig at disse individene avlives fortløpende. Utvikling av katarakt er mistenkt knyttet til fôr, og ved en uttalt andel rognkjeks med katarakt bør det vurderes bytte av fôr. Det ser ut til at tilsetning av antioksidanter i fôret kan bidra til å redusere alvorlighetsgraden av katarakt hos rognkjeks (Lein et al., 2021).

5 OBDUKSJON

Indre parameterene inkluderes ikke i overordnet velferdsscoreing da de krever avlaving av fisken. De kan likevel gi nyttig informasjon om tilstanden til fisken, og det anbefales derfor å vurdere indre funn hos et mindre utvalg fisk.

5.1 Rognkjeksens anatomi - indre



Figur 10: Rognkjeksens indre anatomi.

5.2 Indre funn

I motsetning til OVI er ikke indre funn gradert (Tabell 10). Dette fordi det er ukjent hvoviddt forskjellig grad i score av de ulike parameterne gir utslag i varierende dyrevelferd.

Tabell 10: Oversikt over indre funn hos rognkjeks.

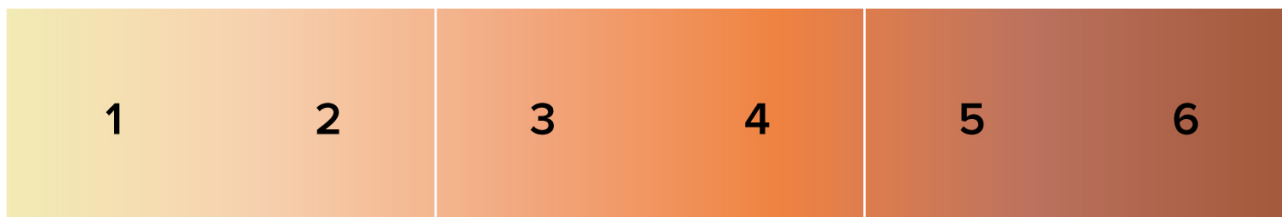
Parameter	Kapittel	Scoring	Vurdering
Leverfarge	5.2.1	1-2	Fargeløs/blek lever
		3-4	Lysende oransje lever
		5-6	Brun/rød lever
Ascites	5.2.2	0	Ingen væskeansamling i bukhole
		1	Væskeansamling i bukholen
Forandringer lever	5.2.3	0	Ingen forandringer på lever
		1	Forandringer på lever
Granulomer	5.2.4	0	Ingen granulomer
		1	Granulomer
Svullen nyre	5.2.5	0	Ikke svullen nyre
		1	Svullen nyre
Blødninger på hjerte	5.2.6	0	Ingen blødninger på hjertet
		1	Blødninger på hjertet
Koagel i hjertehule	5.2.6	0	Ikke koagel i hjertehule
		1	Koagel i hjertehule
Blødninger magesekk/tarm	5.2.6	0	Ingen blødninger i magesekk/tarm
		1	Blødninger i magesekk/tarm
Parasitter	5.2.7	0	Ingen parasitter
		1	Parasitter
Kjønn	5.2.8	1	Hanfisk
		2	Hunfisk
Kjønnsmodning	5.2.8	0	Umoden
		1	Kjønnsmoden

Tiltak 9 - Avvikende funn ved obduksjon

Dersom man ser avvikende obduksjonsfunn bør man ta prøver til PCR, bakteriologi og/eller histologi (se seksjon 6) for å forsøksvis avklare årsaker til disse forandringene, samt utelukke sykdom i populasjonen.

5.2.1 Leverfarge

Leverfarge scores fra en blek, fargeløs lever (score 1-2) til lysende oransje (score 3-4) og brun/rød lever (score 5-6; Figur 11).



Figur 11: Scorings-indeks av leverfarge hos rognkjeks. Innenfor hver score vil det være ulike nyanser, og da velges den scoren som er nærmest. Fargeforandringer, eller blødninger, i levra kan vanskeliggjøre scoringen, men det er grunnfargen som skal scores og ikke fargen i blødningsområdet.

Info 12 - Leverfarge som en indikator for velferd hos rognkjeks

Et karaktertrekk ved oppdrettet rognkjeks er den knall oransje leveren. Eliassen et al. (2020) fant ut at en rognkjekslever som er mørk rødlig-brun (score 5-6; Figur 11), hadde veldig lavt innhold av fett (triacylglyserider). Dette indikerer at rognkjeks tærer på fettreservene sine, som igjen kan bety redusert velferd og suboptimale fôringsbetingelser. Boissonnot et al. (2022a) viste også at rognkjeks med lavt fettinnhold i lever hadde mørk rødlig-brun lever (score 5-6). Både leverscore 1-2 (blek lever) og 3-4 (lysende oransje) ser ut til å indikere en rognkjeks med god ernæringsstatus og gode fôringsbetingelser (Eliassen et al., 2020; Boissonnot et al., 2022a). Med bakgrunn i dette bør man derfor være ekstra oppmerksomme på leverfarge 5-6 med tanke på fôring og fôringsregime.

Eliassen et al. (2020) foreslår også at lys/blek lever (score 1-2) kan indikere nedsatt velferd. Dette er ikke bekreftet, og må sees i sammenheng med rognkjeksens øvrige obduksjonsfunn, samt eventuelle prøvesvar fra PCR, bakteriologi og histologi.

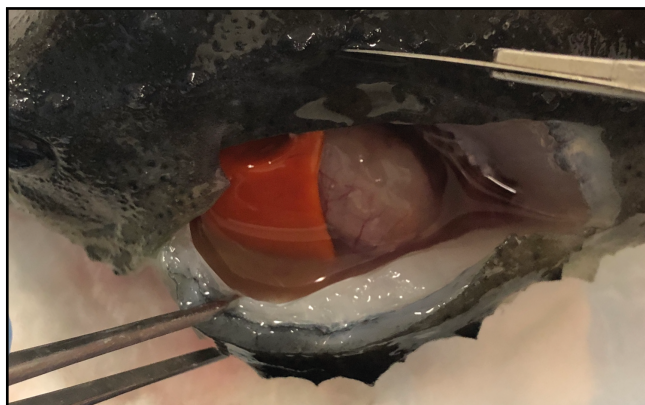
Tiltak 10 - Leverfarge

Hvis man har mistanke om underernæring av populasjonen, ved for eksempel dårlig hold eller tydelig avmagring, bør man avlive et utvalg av rognkjeks og undersøke leverfarge. Dersom en stor andel av fisken i tillegg til å ha dårlig hold eller er tydelig avmagret også har mørk leverfarge, må man øke utfôring og følge med på appetitt og adferd hos fisken.

Dersom man ser en høy andel med lys/blek lever (score 1-2) bør man ta prøver til PCR, bakteriologi og/eller histologi for å utelukke sykdom i populasjonen.

5.2.2 Ascites - væskeansamling i bukhole

Ascites er definert som en unormal akkumulering av væske i bukhalen (Figur 12). Væsken er ofte blålig, men kan også være gjennomsiktig som vann.



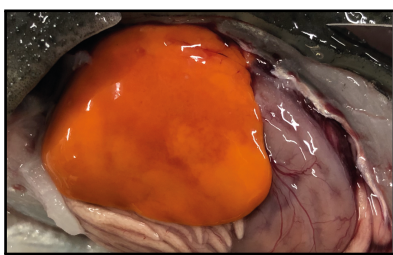
Figur 12: Rognkjeks med akkumulering av væske i bukhalen (ascites).

Info 13 - Årsaker til ascites

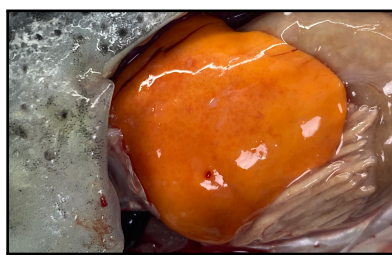
Akkumuleringen av væske kan finne sted ved økt blodtrykk, som for eksempel ved hjertesvikt eller kronisk leverskade.

5.2.3 Forandringer av lever

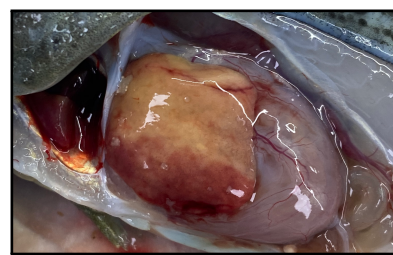
Sirkulasjonsforstyrrelser av lever sees som fargeforandringer som følge av sirkulasjonsavvik, og er et hyppig funn hos rognkjeks. Ved obduksjon er det vanlig å skille mellom **marmorert lever** (Figur 13a), **stuvningslever** og **blødninger** (Figur 13b og Figur 13c) som kan være i form av petekkier (små punktformige blødninger).



(a) Marmorert lever.



(b) Blødning (petekkier).



(c) Blødning.

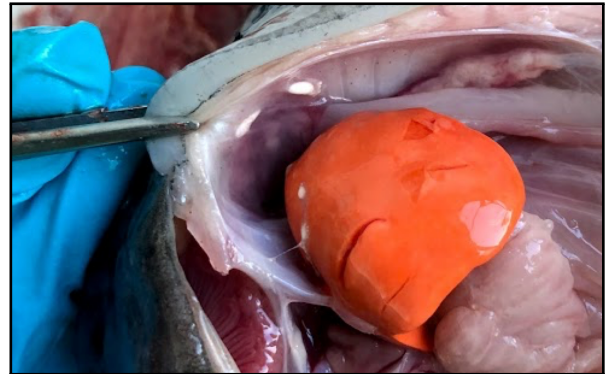
Figur 13: Eksempler på ulike fargeforandringer av lever.

Info 14 - Lever fargeforandringer og deres årsak

Marmorering av lever vil si en karakteristisk sjattering av leveren (Figur 13a). Dette oppstår som en følge av avvik i blodsirkulasjon. Forandringen kan videre utvikle seg til stuvningslever, eller det kan oppstå fibrose/cirrhose. Stuvningslever er en opphopning av blod i levra på grunn av hindret venøst avløp, til forskjell fra petekkier (Figur 13b) hvor det er skade på karveggen som gir punktblødninger. Det forekommer også echymoser som er større blødninger, men disse er makroskopisk noe utfordrende å skille fra blant annet marmorert lever.

5.2.4 Granulomer

Et granulom er en knuteformig ansamling av betennelsesceller og bindevev, hyppigst forårsaket av kronisk betennelse i forbindelse med bakterielle infeksjoner. Granulomene er grå-hvite og faste, med småknutete overflate. De kan forekomme i de fleste indre organer, men er hyppigst sett på nyret og lever hos rognkjeks.



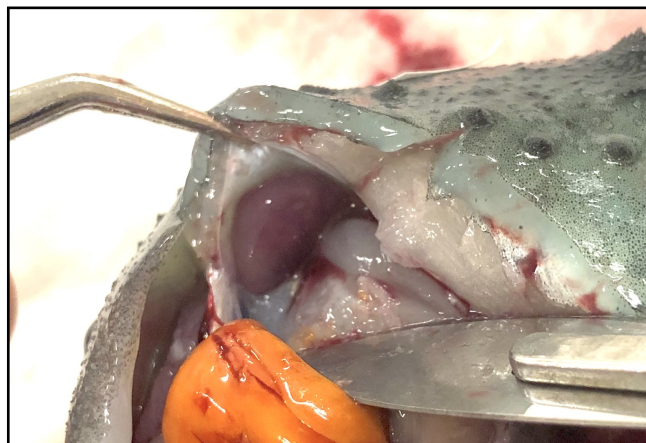
Figur 14: Granulomer i nyret.

Info 15 - Årsaker til granulomdannelse

Granulomer er hyppigst forårsaket av kronisk betennelse i forbindelse med bakterielle infeksjoner.

5.2.5 Svullen nyre

Svulne nyrer innebærer unormal hevelse av nyret.



Figur 15: Eksempel på svullen nyre.

Info 16 - Årsaker til svullen nyre

Patogenesen bak utviklingen av nyrehevelse er i flere tilfeller ukjent. Det er derimot kjent at parasitten *Nucleospora cyclopteri* gir svulne nyrer ved økt vekst av de infiserte cellene. Øvrig er det også gjort funn som indikerer at degenerative forandringer (forårsaket av sykdom som infeksjon/inflammasjon eller aldersrelatert) og nekroser (lokal celle- og vevsdød) kan gi hevelse av nyrene.

5.2.6 Blødninger på indre organer og koagel i hjertehule

I likhet med fargeforandringer på lever forårsaket av blødning, kan man også se petekkier (små punktformige blødninger) på indre organer (Figur 16). Det kan være lurt å sjekke for koagel i hjertehula like etter at man har åpnet fisken, da blod kan sive inn fra gjeller og bukhule for deretter å koagulere i hjertehulen.



Figur 16: Hjerte med blødninger.

Info 17 - Årsaker til blødninger på indre organer

Blødninger på indre organer er et relativt vanlig funn i forbindelse med sykdom. Blødningene oppstår på grunn av en kapillær lekkasje som følge av skade på endotelet (et enkelt cellelag som kler innsiden av blodkar og lymfekar) eller en koagulasjonsforstyrrelse. Koagulasjonsforstyrrelsene kan være forårsaket av en bakteriell septikemi.

5.2.7 Parasitter

Parasitter finnes oftest på leveren eller på/i magesekken (Figur 17).



Figur 17: Eksempel på vill rognkjeks med lever som er infisert av kveis.

Info 18 - Vanlige parasitter hos rognkjeks

Av parasittære infeksjoner som forekommer med en viss grad av hyppighet er AGD en av de mest kjente. AGD er forårsaket av *Paramoeba perurans*, som fester seg til gjellene og forårsaker en irritasjon som resulterer i økt slimutskillelse. Makroskopisk observeres dette som hvite, slimete flekker på gjellelamellene.

Andre makroskopisk synlige parasitter er endoparasitter som rundorm (nematoda) og bendelmark (cestoda). For rundorm er det spesielt to arter man bør være oppmerksom på: *Hysterothylacium adencum* og *Anisaksi simplex* (kveis; Figur 17). Disse parasittene kan potensielt smitte over på laks som spiser rensefisk, samt er potensielt zoonotiske agens (det vil si agens som er overførbare fra dyr til menneske og omvendt). Kveis kan sees som karakteristiske kveiler på indre organer, og også i muskulatur. Bendelmarken *Eubothrium* sp. sees i mage-/tarmkanalen.


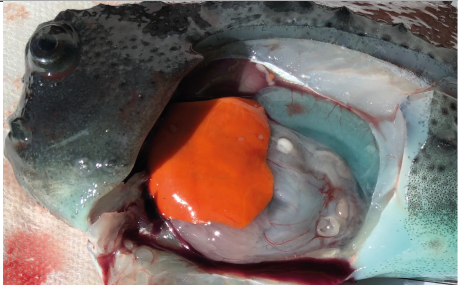


Tiltak 11 - Parasitter hos rognkjeks

Skulle det oppstå infeksjoner med parasitter i populasjonen bør det gjøres en fiskehelsefaglig vurdering, både med tanke på velferd for rognkjeks, men også faren for at rognkjeks kan smitte laksen. Dersom det er nødvendig avlives populasjonen.

5.2.8 Kjønn og kjønnsmodning

Score 1 er gitt til hanfisk og score 2 til hunfisk. Modningsgraden vurderes som score 0 (umoden) eller score 1 (moden). Gonadene hos begge kjønn er lokalisert opp mot ryggen i bukhulen (Tabell 11).

Tabell 11: Eksempler på gonader hos umoden og moden hanfisk og hunfisk.

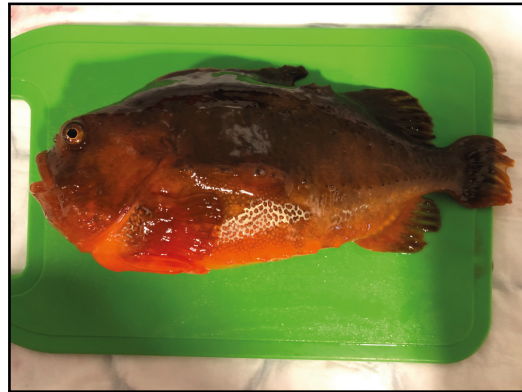
	Hanfisk (score 1)	Hunfisk (score 2)
Umoden (score 0)		
Moden (score 1)		

Hos umoden hanfisk kan gonadene sees som et par tynne, nesten gjennomsiktige strenger som går langs ryggraden inne i bukhulen. Hos umoden hunfisk sees rognposer som tydelige poser langs ryggraden. I motsetning til rognposene til hunfisk kan gonadene til hanfisken være svært vanskelige å få øye på, og dersom man ikke finner tydelige rognposer kan man anta at det er en hanfisk.

Etter hvert som hunfisken vokser og nærmer seg kjønnsmodning vil gonadene bli større, og man kan etter hvert se hvert enkelt rognkorn i rognposene. Hos kjønnsmoden og gyteklar hunfisk vil man kunne klemme ut rogn. En kjønnsmoden, gyteklar hanfisk er lett å få øye på, da den har utpreget gytedrakt (Figur 18b). En hanfisk som holder på å bli kjønnsmoden vil gjerne ha brune nyanser på finnene (Figur 18a). Gonadene hos moden hanfisk er synlige med en hvit farge (melke, Tabell 11).



(a) Hanfisk i begynnelsen av modning, med brunlige finner.



(b) Kjønnsmoden, gyteklar hanfisk med tydelig gytedrakt.

Figur 18: Eksempler på moden hanfisk.

Info 19 - Kjønnsmodning

Hunfisk blir vanligvis kjønnsmoden ved 1 kg, men hanfisk kan være kjønnsmoden mye tidligere i livssyklusen. Det kan i enkelte tilfeller observeres modne hanfisk som veier 150-200 g i kommersielle merder. Erfaringsmessig er kjønnsmodning problematisk for lusebeiting ettersom appetitten reduseres. Hos villfangede kjønnsmodne individer observeres ofte tomme magesekker. I tillegg er kjønnsmoden hanfisk mer aggressiv og utsatt for sår og sykdommer (N. Iversen, Namdal Rensefisk, pers. komm.).

Tiltak 12 - Kjønnsmodning

Kjønnsmoden fisk bør avlives fortløpende, da det skaper uro i populasjonen og fisken er sårbar i forhold til utvikling av både sår og sykdommer. I tillegg er det ikke ønskelig med "uregistrert" avl på rensefisk i laksemerdene.

5.3 Mageinnhold

Magesekken åpnes med et skallpellblad, og innholdet tømmes på en eller flere petriskåler (eller annen egnet beholder) ved hjelp av en sprutflaske med vann. Innholdet i magesekken deles inn i ni kategorier. De første seks kategoriene - rognkjekspellet, fôrblokk, laksepellet, dyreplankton, begroingsorganismer og annet - scores 1 dersom kategorien finnes i magesekken, og 0 dersom den ikke finnes. De tre siste kategoriene er lakselus, skottelus og uidentifiserbar lus. Her skal alle individene av de ulike artene telles, dette for å få en mer presis vurdering av lusebeiting (Boissonnot et al., 2022c).

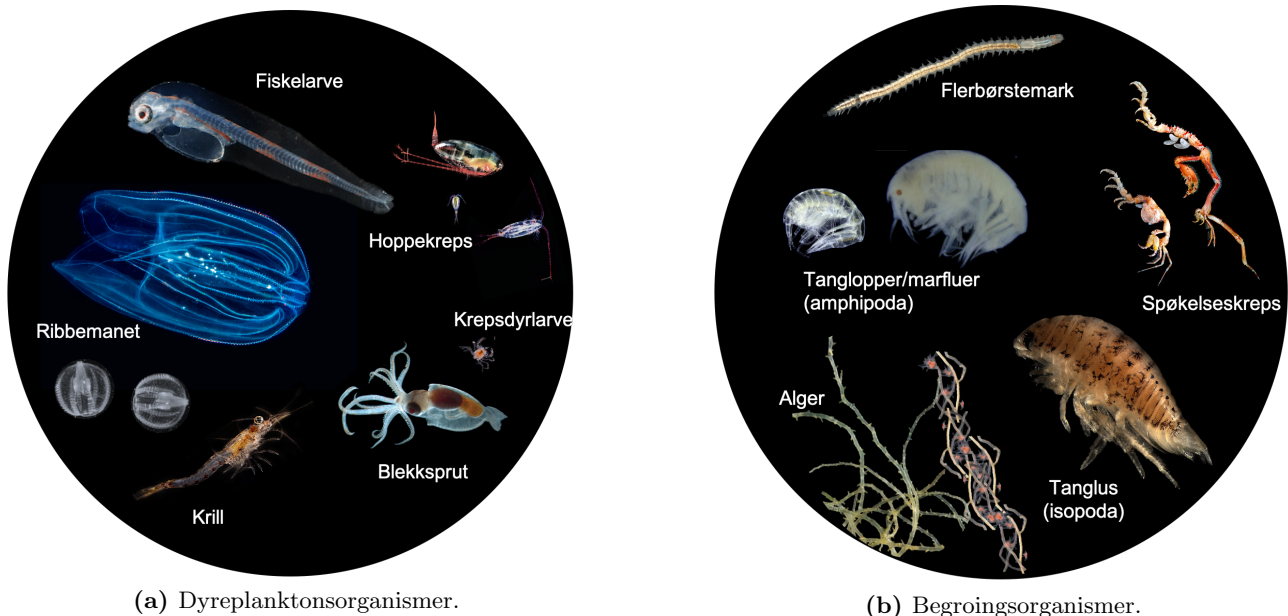
5.3.1 Rognkjeksfôr og laksefôr

Laksepellet har som regel en diameter på 0.5 - 1 cm, og varierer avhengig av størrelsen på laksen. De er brun-oransje i fargen, og har et høyt fettinnhold som vises tydelig når laksepellet står i vann. Rognkjekspelleten er oftest betraktelig mindre enn laksepelleten, og mørkebrune med lavt fettinnhold. Fôrblokk er også mørkebrun, og identifiseres i magen som løsere enn pellets. For å gjøre det lettere å skille de ulike fôr-typene, ha gjerne noen tørre pellet av både laks og rognkjeks samt en bit av en fôrblokk tilgjengelig som referanser ved identifisering av mageinnhold.

5.3.2 Dyreplankton og begroingsorganismer

Eksempler på dyreplankton man kan finne i rognkjeksmagene er ribbemaneter (eks. sjøstikkelsbær og agurkmanet), små glassmaneter, kopepoder (eks. hoppekreps/raudåte), krill og mysider, små blekk-spruter, fiskelarver og pelagiske krepsdyrlarver (Figur 19a).

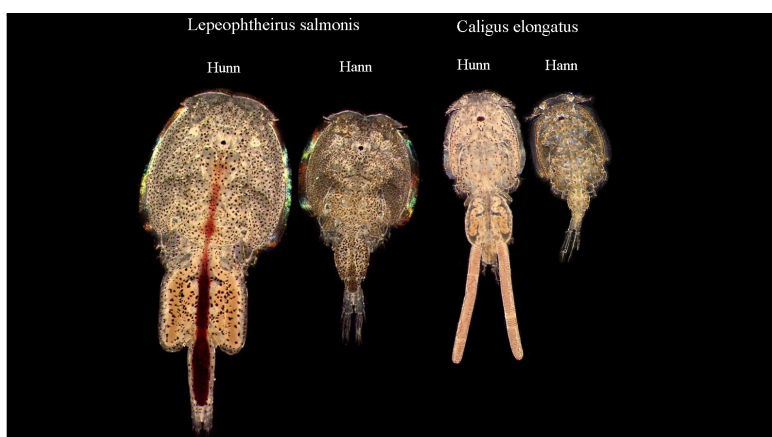
Eksempler på begroingsorganismer man finner i rognkjeksmagene er tanglopper/marfluer (amfipoder), spøkelseskreps, tanglus (isopoder), flerbørstemark, ulike alger, hydrozoer og mosdyr (bryozoa) (Figur 19b).



Figur 19: Eksempler på ulike organismer man ofte finner i magesekken til rognkjeks. Figuren representerer omtrentlig relativ størrelse i forhold til en petriskål på 10 cm i diameter. Se Tabell 12 for bildekreditering.

5.3.3 Skottelus og lakselus

Det er relativt enkelt å skille kjønnsmoden hunn-lakselus fra de øvrige stadiene og fra skottelusa (Figur 20). En kjønnsmoden hunn-lakselus er vesentlig større, og har en markant bakpart som kan være med eller uten eggstrenger. En kjønnsmoden hunn-skottelus vil som oftest alltid ha eggstrengene. En lakselus vil være rundere og bredere enn skottelusa, som har en mer oval kroppsfasong. Skottelusa har ofte også en mer oransje farge, mens lakselusa er mer brunlig. Et godt referansepunkt for å skille de to artene er øyet til lusa. Lakselusa har et sirkelformet og lite øye i forhold til hodet, mens skottelusa har to øyne som ser ut som ett rektangulært øyesom også er betydelig større i forhold til hodet sammenlignet med lakselusa.



Figur 20: Kjønnsmoden hunn og hann av både lakselus (til venstre) og skottelus (til høyre). Se . Tabell 12 for bildekreditering.

Info 20 - Mer om lus

Rognkjeksene spiser både lakselus og skottelus, og det er derfor av interesse å finne ut av både hvor mye lakselus og hvor mye skottelus som spises av rognkjeksene. Både skottelus (*Caligus elongatus*) og lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*) er ektoparasitter i krepsdyrfamilien kopepoder (hoppekrepser). Lakselusa er en parasitt spesialtilpasset laksefisk, og den livnærer seg på slimet, huden og blodet til fisken. Dette fører til hudskader, som igjen reduserer fiskehelse og -velferd. Skottelusa er en generalist-parasitt, og infesterer flere fiskearter - blant annet laks og rognkjeks. Den ligner på lakselusa, men er mindre og har en noe lysere farge. Både lakselusa og skottelusa har flere livsstadier, og det er de siste stadiene - chalimus, pre-adult og adult - som går på fisken. De første stadiene, nauplius og kopepoditt, er planktoniske (lever i de frie vannmassene).

Info 21 - Lusebeiting

Det er store variasjoner mellom lokaliteter og sesonger i andel rognkjeks med lakselus i magen og antall lakselus i magene. Små rognkjeks (< 100 g) viser høyeste luseappetitt, mens rognkjeks som veier > 300 g sjelden spiser lus (Imstrand et al., 2016; Eliassen et al., 2018; Boissonnot et al., 2022c). Det finnes indikasjoner på at individer som har tilgang til andre føertyper (særlig begroing) har høyere sannsynlighet til å spise lus (Boissonnot et al., 2022c). Det er også foreslått at god velferdsstatus påvirker lusebeitingen positivt (Boissonnot et al., 2022b). Kjønn derimot har ingen tydelig effekt på lusebeiting (Imstrand et al., 2021; Boissonnot et al., 2022c).

6 PRØVEUTTAK

For å få oversikt over helsestatusen blant rognkjeksen kan det være nødvendig med uttak av prøver. Det tas det PCR, histologi og bakteriologi av et utvalg fisk som avlives. Det anbefales å ta prøver av de samme fiskene som er obdusert.

6.1 PCR

Prøvene bør tas på barkoderør som inneholder RNA-later. Det er viktig å være oppmerksom på utløpsdato på boksen med prøverør før uttak av prøver. Prøvene skal oppbevares ved kjøleskaptemperatur etter uttak, og fryses etter 24 timer. For uttak av prøver gjelder følgende prosedyre:

1. Det skal benyttes steril pinsett og skalpell ved prøveuttak.
2. Det skal tas to vevsbiter fra nyret som legges på samme rør (A- og B-prøve).
3. Vevsbiten som tas bør være ca 2x2x2 mm. Dette tilsvarer ca. størrelsen på et fyrstikkhode (Figur 21).
4. Pass på at vevsbitene er dekket av RNA-later for å sikre god konservering.
5. Utstyret som benyttes må steriliseres mellom hvert individ.
6. Fyll ut rekvisisjon vedlagt PCR-pakken. Viktig at korrekt fisk-ID noteres for hver barkode i skjemaet.
7. Prøvene oppbevares ved 4 grader i 24 timer etter uttak, evt. sendes med ekspress over natt med kjøleelement i forsendelsen umiddelbart etter uttak.
8. Ved lagring utover 48 timer, skal prøvene oppbevares ved 4 grader over natt, før de lagres ved -20 grader fram til forsendelse.
9. Samtlige prøver må sendes som ekspress over natt med kjøleelement i forsendelsen.



Figur 21: Eksempel på vevsbiter til PCR.

6.2 Histologi

Det tas vanligvis vevsbiter av tarmpakke med pankreas, gjellebue, muskel/hud, milt, nyre og øye (Figur 10). Dersom fisken har sår er det viktig at det også tas prøver av sårkant i overgangen mellom friskt vev og forandret vev.

Det skal benyttes ett formalinglass per individ. Optimalt skal vevsbitene være maksimalt 0,4 cm x 1 cm x 1 cm. Det skal maksimalt være 1 del vev til 10 deler formalin per glass. Glasset oppbevares kjølig fram til vev er fiksert, og deretter romtemperatur. For å sikre rask fiksering av preparatene skal formalinbeholderen vendes umiddelbart etter at beholderen er fylt for å sikre at vevene ikke klebrer seg sammen. Prøvene oppbevares inntil evt. beslutning om analyse.

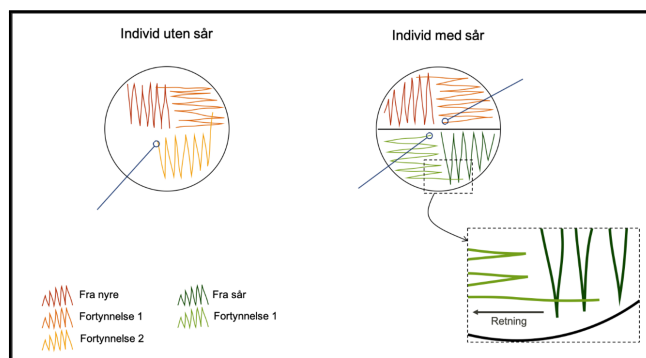
6.3 Bakteriologi

Ved mistanke om bakteriell sykdom i populasjonen er det aktuelt med uttak av prøver til dyrking, ved bruk av petriskåler med blodagar og salt petriskåler med marinagar. Dersom systemisk bakteriell infeksjon mistenkes, tas prøver fra nyret. Da rognkjeks mangler svømmeblære har de ingen barriere som beskytter nyret mot kontaminering. Ved uttak av bakteriologi er det derfor svært viktig å hindre kontaminering og sikre aseptisk teknikk. For uttak av bakteriologi fra nyret følges gjeldene prosedyre:

1. Først fjernes kondens i lokket ved å slå lokket mot et flatt, rent papir.
2. Merk bunnen av agarskålen med lokalitet, dato, organ og id for fisken.
3. Legg rognkjeksken med hodet mot venstre.
4. Åpne fisken med et sterilt skalpellblad.
5. Fjern indre organer uten å kontaminere nyrets overflate.
6. Ved bruk av podeøse i plast, lag først en åpning i nyret med en ny, steril skalpell. Før deretter steril plast-podeøse inn i åpningen laget med skalpellen. Ved bruk av podeøse i metall perforeres nyret med glødende podeøse. Vent til podeøsen har kjølt seg ned før den føres ytterligere inn, alternativt endre retning.
7. Unngå forurensning fra omkringliggende vev når podeøsen føres ut av nyret.
8. Inokuler på BAS (blodagar med salt) med to eller tre fortyninger (Figur 22) avhengig av hvorvidt det også skal tas prøve fra sårkant. Bytt eller steriliser podeøsen mellom hver fortyning.
9. Gjenta prosedyren for inokulering på MA (marinagar).

Dersom rognkjeksken har sår bør det i tillegg tas prøver til bakteriologi fra sårkant. For uttak av bakteriologi fra sårkant følges gjeldene prosedyre:

1. Ved bruk av plastpodeøse perforer sårkant med et sterilt skalpellblad. Før en steril podeøse inn i åpning etter skalpellen. For metallpodeøse før en glødende podeøse inn under i kanten av såret. Vent til podeøsen er avkjølt og endre retning.
2. Trekk forsiktig ut for å unngå kontaminering og inokuler på BAS. Benytt to fortyninger (Figur 22).
3. Gjenta prosedyren for inokulering på MA.



Figur 22: Illustrasjon av fortynning ved uttak av bakteriologi.

6.4 Blodprøver

Dersom det skal tas blodprøve er det viktig at fisken ikke bedøves i hjel, men at hjertet fortsetter å pumpe for blodprøveuttak. For å unngå kontaminering er det viktig å skifte sprøyter og kanyler mellom hver fisk, og skifte pipettespisser mellom hver prøve. Før blodprøvetaking må sprøyter klargjøres, og vacutainere/vakuumbør og eppendorf-rør merkes tydelig med vannfast tusj.

Blodprøven hentes ut rett fra hjertet. Rognkjeksens hjerte ligger rett i forkant av sugekoppen (Figur 23 for korrekt plassering av stikk). Sprøyten holdes i en vinkel på ca. 45° slik at kanylen treffer inn i hjertekammeret. Trekk ut kanylen og overfør blodet til et heparin-rør. Bland ved å vende hver prøve forsiktig (ikke rist) og sentrifuger (6000 rpm, 10 min.). Plasma overføres til eppendorf-rør med steril pipettespiss for hver enkelt prøve. Vær forsiktig slik at det ikke dras med røde blodceller. Etter blodprøvetaking avlives fisken med overdose bedøvelse med påfølgende avblødning.



(a) Trim 1.



(b) Trim 2.

Figur 23: Plassering på blodprøvetaking.

Referanser

- Bass, N., Wall, T., 2008. A standard procedure for the field monitoring of cataracts in farmed atlantic salmon and other species. BIM, Irish Sea Fisheries Board, Dun Laoghaire, Co. Dublin, Ireland, 2p .
- Bjerkås, E., Breck, O., Waagbo, R., et al., 2006. The role of nutrition in cataract formation in farmed fish. CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources 1.
- Boissonnot, L., Engebretsen, S., Austad, M., Aldrin, M., 2022a. Kondisjonsfaktor hos rognkjeks. Norsk Fiskeoppdrett 4, 4.
- Boissonnot, L., Karlsen, C., Hjort, K., Remen, M., Austad, M., 2022b. Effektiv: Effekt og velferd ved bruk av renseskjeks. sluttrapport: Fiskevelferd hos rognkjeks (ap1). fhf-901652.
- Boissonnot, L., Kharlova, I., Iversen, N.S., Staven, F.R., Austad, M., 2022c. Characteristics of lumpfish (*Cyclopterus lumpus*) with high cleaning efficacy in commercial Atlantic salmon (*Salmo salar*) production [upublisert manuskript] Status: til review.
- Breck, O., Bjerkås, E., Campbell, P., Rhodes, J., Sanderson, J., Waagbø, R., 2005. Histidine nutrition and genotype affect cataract development in atlantic salmon, salmo salar l. Journal of fish diseases 28, 357–371.
- Daborn, G.R., Gregory, R.S., 1983. Occurrence, distribution, and feeding habits of juvenile lumpfish, *Cyclopterus lumpus* L. in the Bay of Fundy. Canadian Journal of Zoology 61, 797–801. URL: <http://www.nrcresearchpress.com/doi/10.1139/z83-105>, doi:10.1139/z83-105.
- Eliassen, K., Danielsen, E., Johannesen, , Joensen, L.L., Patursson, E.J., 2018. The cleaning efficacy of lumpfish (*Cyclopterus lumpus* L.) in Faroese salmon (*Salmo salar* L.) farming pens in relation to lumpfish size and seasonality. Aquaculture 488, 61–65. URL: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0044848617313698>, doi:10.1016/j.aquaculture.2018.01.026.
- Eliassen, K., Patursson, E.J., McAdam, B.J., Pino, E., Morro, B., Betancor, M., Baily, J., Rey, S., 2020. Liver colour scoring index, carotenoids and lipid content assessment as a proxy for lumpfish (*Cyclopterus lumpus* L.) health and welfare condition. Scientific Reports 10, 8927. URL: <http://www.nature.com/articles/s41598-020-65535-7>, doi:10.1038/s41598-020-65535-7.
- Fraser, T., Hansen, T., Fleming, M., Fjellidal, P., 2015. The prevalence of vertebral deformities is increased with higher egg incubation temperatures and triploidy in atlantic salmon salmo salar l. Journal of Fish Diseases 38, 75–89.
- Geitung, L., Wright, D.W., Oppedal, F., Stien, L.H., Vågseth, T., Madaro, A., 2020. Cleaner fish growth, welfare and survival in atlantic salmon sea cages during an autumn-winter production. Aquaculture 528, 735623.
- Gutierrez Rabadan, C., Spreadbury, C., Consuegra, S., Garcia de Leaniz, C., 2021. Development, validation and testing of an Operational Welfare Score Index for farmed lumpfish *Cyclopterus lumpus* L. Aquaculture 531, 735777. URL: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0044848620310681>, doi:10.1016/j.aquaculture.2020.735777.
- Imsland, A.K.D., Frogg, N., Stefansson, S.O., Reynolds, P., 2019. Improving sea lice grazing of lumpfish (*Cyclopterus lumpus* L.) by feeding live feeds prior to transfer to Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) net-pens. Aquaculture 511, 734224. URL: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0044848619309135>, doi:10.1016/j.aquaculture.2019.734224.

- Imsland, A.K.D., Jonassen, T.M., Hangstad, T.A., Stefansson, S.O., Elvegård, T.A., Lemmens, S.C., Urskog, T.C., Nytrø, A.V., Reynolds, P., 2018a. The effect of continuous light and compressed photoperiods on growth and maturation in lumpfish *Cyclopterus lumpus*. *Aquaculture* 485, 166–172. URL: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0044848617310700>, doi:10.1016/j.aquaculture.2017.11.053.
- Imsland, A.K.D., Reynolds, P., Eliassen, G., Hangstad, T.A., Foss, A., Vikingstad, E., Elvegård, T.A., 2014. The use of lumpfish (*Cyclopterus lumpus* L.) to control sea lice (*Lepeophtheirus salmonis* Krøyer) infestations in intensively farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture* 424–425, 18–23. URL: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0044848613006881>, doi:10.1016/j.aquaculture.2013.12.033.
- Imsland, A.K.D., Reynolds, P., Hangstad, T.A., Jónsdóttir, D.B., Noble, T., Wilson, M., Mackie, J.A., Elvegård, T.A., Urskog, T.C., Mikalsen, B., 2018b. Feeding behaviour and growth of lumpfish (*Cyclopterus lumpus* L.) fed with feed blocks. *Aquaculture Research* 49, 2006–2012. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/are.13657>, doi:10.1111/are.13657.
- Imsland, A.K.D., Reynolds, P., Hangstad, T.A., Kapari, L., Maduna, S.N., Hagen, S.B., Jónsdóttir, D.B., Spetland, F., Lindberg, K.S., 2021. Quantification of grazing efficacy, growth and health score of different lumpfish (*Cyclopterus lumpus* L.) families: Possible size and gender effects. *Aquaculture* 530, 735925. URL: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0044848620314137>, doi:10.1016/j.aquaculture.2020.735925.
- Imsland, A.K.D., Reynolds, P., Lorentzen, M., Eilertsen, R.A., Micallef, G., Tvenning, R., 2020. Improving survival and health of lumpfish (*Cyclopterus lumpus* L.) by the use of feed blocks and operational welfare indicators (OWIs) in commercial Atlantic salmon cages. *Aquaculture* 527, 735476. URL: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0044848620309315>, doi:10.1016/j.aquaculture.2020.735476.
- Imsland, A.K.D., Reynolds, P., Nytrø, A.V., Eliassen, G., Hangstad, T.A., Jónsdóttir, D., Emaus, P.A., Elvegård, T.A., Lemmens, S.C., Rydland, R., Jonassen, T.M., 2016. Effects of lumpfish size on foraging behaviour and co-existence with sea lice infected Atlantic salmon in sea cages. *Aquaculture* 465, 19–27. URL: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0044848616304148>, doi:10.1016/j.aquaculture.2016.08.015.
- Jonassen, T.M., Hamadi, M., Remø, S.C., Waagbø, R., 2017. An epidemiological study of cataracts in wild and farmed lumpfish (*Cyclopterus lumpus* L.) and the relation to nutrition. *Journal of Fish Diseases* 40, 1903–1914. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jfd.12664>, doi:10.1111/jfd.12664.
- Garcia de Leaniz, C., Gutierrez Rabadan, C., Barrento, S.I., Stringwell, R., Howes, P.N., Whittaker, B.A., Minett, J.F., Smith, R.G., Pooley, C.L., Overland, B.J., Biddiscombe, L., Lloyd, R., Consuegra, S., Maddocks, J.K., Deacon, P.T.J., Jennings, B.T., Rey Planellas, S., Deakin, A., Moore, A.I., Phillips, D., Bardera, G., Castanheira, M.F., Scolamacchia, M., Clarke, N., Parker, O., Avizienius, J., Johnstone, M., Pavlidis, M., 2021. Addressing the welfare needs of farmed lumpfish: Knowledge gaps, challenges and solutions. *Reviews in Aquaculture* , raq.12589 URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/raq.12589>, doi:10.1111/raq.12589.
- Lein, I., Berge, G.M., Bogevik, A.S., Hamre, K., Aas, G.H., Kousoulaki, K., Krogdahl, , 2021. Ernæringsbehov og fôring for optimal helse og overlevelse av rensefisk. *Nofima Rapport* 28/2021, 82.
- Nilsson, J., Stien, L.H., Iversen, M.H., Kristiansen, T.S., Torgersen, T., Oppedal, F., Folkedal, O., Hvas, M., Gismervik, K., Ellingsen, K., et al., 2018. Welfare indicators for farmed atlantic salmon—part a. knowledge and theoretical background. (2018). *Welfare Indicators for farmed Atlantic salmon: tools for assessing fish welfare*. 351pp , 10–145.

- Noble, C., Iversen, M.H., Lein, I., Kolarevic, J., Johansen, L.H., Berge, G.M., Burgerhout, E., Puvanendran, V., Mortensen, A., Stene, A., Espmark, M., 2019. RENSVEL An Introduction to Operational and Laboratory-based Welfare Indicators for Lumpfish (*Cyclopterus lumpus* L.). Technical Report. FHF.
- Scholz, F., Glosvik, H., Marcos-López, M., 2018. Cleaner fish health. Cleaner fish biology and aquaculture applications , 221–257.
- Skår, M.W., Haugland, G.T., Powell, M.D., Wergeland, H.I., Samuelsen, O.B., 2017. Development of anaesthetic protocols for lumpfish (*Cyclopterus lumpus* l.): Effect of anaesthetic concentrations, sea water temperature and body weight. PloS one 12, e0179344.
- Sommerset, I., Jensen, B.B., Bornø, B., Haukaas, A., Brun, E., 2021. Fiskehelse rapporten 2020. Technical Report 41a/2021. Veterinærinstituttet. URL: www.vetinst.no.
- Treasurer, J.W., Noble, C., Puvanendran, V., Planellas, S.R., Iversen, M.H., 2018. Cleaner fish welfare, in: Treasurer, J.W. (Ed.), Cleaner fish biology and aquaculture applications. 1 ed.. 5M Publications, Sheffield, pp. 221–257.
- Waagbø, R., Hamre, K., Bjerkås, E., Berge, R., Wathne, E., Lie, Ø., Torstensen, B., 2003. Cataract formation in atlantic salmon, *salmo salar* l., smolt relative to dietary pro-and antioxidants and lipid level. Journal of fish diseases 26, 213–229.
- Williams, D.L., 2006. Oxidation, antioxidants and cataract formation: a literature review. Veterinary Ophthalmology 9, 292–298.

7 Bildekreditering

Bilde	Kredit
Fiskelarve	Erik Selander
Hoppekrep	Norsk Polarinstitut
Krepsdyrlarve	Norsk Polarinstitut
Ribbemanet	Erling Svensen, Lennart Nilsson
Krill	Per Harald Olsen
Blekksprut	Russ Hopcroft
Flerbørstemark	Arne Nygren
Spøkelseskrep	Matz Berggren
Tanglopper/marfluer (amphioda)	Anne Helene Solberg Tandberg, Katrine Kongshavn
Alger	Kansas Universitet, Marine Harvest
Tanglus (isopoda)	Hans Hillewaert
Lice	Lars Are Hamre

Tabell 12: Bildekreditering for Figur 19 og Figur 20. Alle andre bilder er tatt av forfattere.