

# Bærekraftig etterbruk av renseskjell

## Faglig sluttrapport AP3

Gøril Voldnes, Tatiana N. Ageeva, Morten Heide, Øystein Hermansen, Egil Hogrenning, Ingrid Kvalvik, Ekaterina Nikitina & Svein Kristian Stormo





Nofima er et næringsrettet forskningsinstitutt som driver forskning og utvikling for akvakulturnæringen, fiskerinæringen og matindustrien.

Nofima har om lag 390 ansatte.

Hovedkontoret er i Tromsø, og forskningsvirksomheten foregår på fem ulike steder: Ås, Stavanger, Bergen, Sunndalsøra og Tromsø

**Hovedkontor Tromsø:**

Muninbakken 9–13  
Postboks 6122 Langnes  
NO-9291 Tromsø

**Ås:**

Osloveien 1  
Postboks 210  
NO-1431 ÅS

**Stavanger:**

Måltidets hus, Richard Johnsensgate 4  
Postboks 8034  
NO-4068 Stavanger

**Bergen:**

Kjerreidviken 16  
Postboks 1425 Oasen  
NO-5844 Bergen

**Sundalsøra:**

Sjølsengvegen 22  
NO-6600 Sunndalsøra

**Felles kontaktinformasjon:**

Tlf: 77 62 90 00

E-post: [post@nofima.no](mailto:post@nofima.no)

Internett: [www.nofima.no](http://www.nofima.no)

**Foretaksnr.:**

NO 989 278 835 MVA



Creative commons gjelder når ikke annet er oppgitt

# Rapport

<b>Tittel:</b> <b>Bærekraftig etterbruk av rensefisk – Faglig sluttrapport AP3</b>	ISBN 978-82-8296-697-9 (pdf) ISSN 1890-579X
<b>Title:</b> Sustainable afteruse of cleanerfish	<b>Rapportnr.:</b> 34/2021
<b>Forfatter(e)/Prosjektleder:</b> Gøril Voldnes, Tatiana N. Ageeva, Morten Heide, Øystein Hermansen, Egil Hogrenning, Ingrid Kvalvik, Ekaterina Nikitina & Svein Kristian Stormo	<b>Tilgjengelighet:</b> Åpen
<b>Avdeling:</b> Avd Markedsforskning, Avd Sjømatkvalitet, Avd Næringsøkonomi	<b>Dato:</b> 30. november 2021
<b>Oppdragsgiver:</b> Fiskeri- og havbruksnæringsens forskningsfinansiering (FHF)	<b>Ant. sider og vedlegg:</b> 65 + 5
<b>Stikkord:</b> Etterbruk, rensefisk, næringsinnhold, kvalitet, markedspotensial og utfordringer	<b>Oppdragsgivers ref.:</b> FHF 901560
<b>Sammendrag/anbefalinger:</b> I dette prosjektet har vi forsket på muligheter og utfordringer knyttet til etterbruk av rensefisk som har hatt deler av sin livssyklus i merdene sammen med laksen for å spise lus. Vi har hatt en tverrfaglig tilnærming, hvor vi har identifisert næringsmessige og prosess tekniske produkttegenskaper som er viktig for å bruke fisken til humant konsum. Vi har testet rognkjeks og berggylt og næringsinnholdet i begge viser en bra proteinkvalitet, og lavt innhold av miljøgifter. I tillegg viser resultatene at berggylt har høye verdier av EPA+DHA og vitamin B12, og rognkjeks høy verdi av vitamin D3. I prosjektet har vi også undersøkt prosesserings- og lagringsmetoder for å bevare kvaliteten best mulig. Foreløpig testing viser veldig fine resultater for lakefrysing av fisken. Videre har vi undersøkt regelverket knyttet til rensefisk brukt til humant konsum. Her er forvaltningsregimet til berggylten sentralt for å ta vare på ressursen og velferden til rognkjeks gjennom hele livssyklusen sentralt. Vi har undersøkt lønnsomheten ved ulik bruk og ulike logistikk løsninger i tillegg til å ha undersøkt markedspotensialet til rensefisk i Sør-Korea. Gitt dagens forutsetninger med oppføring i merd for å oppnå en anvendelig størrelse, vil kostnadene bli veldig høye og en vil være avhengig av et svært betalingsvillig marked for å få det til å bli lønnsomt. Resultatene fra markedstest av rognkjeks og berggylt blant et utvalg informanter fra sjømatnæringsen i Sør-Korea, viser at salg av hel rensefisk til humant konsum også kan være utfordrende på grunn av utseende, smak, tekstur og lusespiserhistorie. Videreforedlede rensefiskprodukter kan ha større potensiale	<b>Prosjektnr.:</b> 12773
<b>English summary/recommendation:</b> In this project, we have researched opportunities and challenges related to the after-use of cleaner fish that have had part of their life cycle in the net cages together with the salmon to eat lice. For this, we have had an interdisciplinary approach, where we have identified nutritional and process technical product properties that are important for using the fish for human consumption. We have tested lumpfish and ballan wrasse and the nutrient content in both shows a good protein quality, and low content of environmental toxins. In addition, the results show that ballan wrasse has high values of EPA + DHA and vitamin B12, and the lumpfish high value of vitamin D3. In the project, we have also investigated processing and storage methods to preserve the quality as best as possible. Preliminary testing shows very good results for brine freezing of the fish. Furthermore, we have examined the regulations related to cleaner fish used for human consumption. Here, the management regime for ballan wrasse is central to taking care of the resource and welfare of the lumpfish throughout the life cycle. We have investigated the profitability of different uses and different logistics solutions in addition to having investigated the market potential for cleaner fish in South Korea. Given the preconditions for after-feeding in cages to achieve usable sizes, the costs will be very high and one will depend on markets with a high willingness to pay. The results from market tests of the cleanerfish among a selection of informants from the seafood industry in South Korea, show that selling whole cleaner fish for human consumption can also be challenging due to appearance, taste, texture and lice eating history. More processed cleaner fish products may have greater potential	

## **Forord**

Vi takker Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering (FHF) for finansieringen til dette prosjektet som er et viktig prosjekt for bærekraften og omdømmet til norsk laksenæring. Vi vil også takke våre næringspartnere Lerøy Aurora AS og Ryfylke rensefisk for deltakelsen og engasjement for å løse problemstillingen med bærekraftig etterbruk av rensefisk.

# Innhold

<b>1</b>	<b>Sammendrag</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Innledning</b> .....	<b>3</b>
2.1	Bakgrunn for prosjektet .....	3
2.1.1	Bærekraftig etterbruk.....	3
<b>3</b>	<b>Problemstilling og formål</b> .....	<b>5</b>
3.1	Delmål.....	5
<b>4</b>	<b>Prosjektgjennomføring</b> .....	<b>6</b>
4.1	Identifisering av næringsinnhold og prosestetniske egenskaper.....	7
4.1.1	Forsøksoppsett og metoder .....	7
4.2	Prosessering .....	9
4.2.1	Fryseforsøk .....	9
4.3	Regulatoriske aspekter .....	11
4.4	Marked .....	11
4.4.1	Valg av marked .....	11
4.4.2	Metode .....	11
4.5	Kost-nytte .....	13
<b>5</b>	<b>Resultater</b> .....	<b>14</b>
5.1	Næringsmessige egenskaper .....	14
5.1.1	Rognkjeks (Cyclopterus lumpus) .....	14
5.1.2	Berggyllt Labrus berggylla .....	21
5.2	Prosesstekniske egenskaper og fryselagring.....	25
5.2.1	Prosesstekniske egenskaper.....	25
5.2.2	Fryseforsøk .....	30
5.3	Regulatoriske aspekter .....	33
5.3.1	Villfanget leppefisk som renseskisk .....	33
5.3.2	Akvakultur (oppdrett og bruk av renseskisk).....	34
5.3.3	Fisk for humant konsum .....	35
5.3.4	Begrensninger og etterlevelse av regelverket.....	36
5.3.5	Oppsummering regelverk.....	36
5.4	Markedsmuligheter og utfordringer for renseskisk i Sør-Korea.....	37
5.4.1	Interesse for å prøve nye sjømatprodukter .....	38
5.4.2	Sammenligning med andre fiskearter .....	38
5.4.3	Oppfattelsen av renseskisk før og etter tilberedning.....	38
5.4.4	Potensiale i koreansk kjøkken .....	39
5.4.5	Holdninger til renseskisk som lusespiser .....	39
5.4.6	Interesse for kjøp, betalingsvillighet og kjøpskriterier .....	40
5.4.7	Oppsummering og konklusjon markedstest .....	40
5.5	Nytte-kostnadsanalyse (NKA) av renseskisk til humant konsum .....	40
5.5.1	Økonomi i dagens verdikjede .....	41
5.5.2	Alternative etterbruksområder .....	49

5.5.3	Tilpasninger i verdikjeden ved alternativ etterbruk .....	49
5.5.4	Lønnsomhetsbetraktninger alternativ etterbruk .....	56
<b>6</b>	<b>Hovedfunn etterbruk rensefisk .....</b>	<b>59</b>
<b>7</b>	<b>Leveranser .....</b>	<b>60</b>
<b>8</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>61</b>
<b>Vedlegg 1 - Interview guide South-Korea .....</b>		<b>i</b>
<b>Vedlegg 2 - Rognkjeks til humant konsum - skissering av prosesstrinn og håndtering .....</b>		<b>iii</b>

# 1 Sammendrag

Denne rapporten tar for seg muligheter og utfordringer knyttet til **etterbruk av rensefisk** som har hatt deler av sin livssyklus i merdene sammen med laksen for å spise lus. For å utforske dette har vi hatt en tverrfaglig tilnærming. Vi har identifisert næringsmessige og prosessstekniske produkttegenskaper og undersøkt prosesserings- og lagringsmetoder for å bevare kvaliteten best mulig. Videre har vi undersøkt regelverket knyttet til rensefisk brukt til humant konsum. Vi har undersøkt lønnsomheten ved ulike bruk og ulike logistikk-løsninger i tillegg til å ha undersøkt markedspotensialet i Sør-Korea.

Forskningen på næringsinnhold viser at rognkjeks og berggylt kan være gode kilder til protein av høy kvalitet, flerumettede omega-3 fettsyrer, samt flere vitaminer og ha lavt innhold av miljøgifter. Fettinnhold varierer avhengig av tilgang på mat. Prosessering av rognkjeks er utfordrende på grunn av dens karakteristiske kuleformede kroppsform, samt høy andel av hode og hud. Japankutt kan være best egnet som prosesseringsmetode både for rognkjeks og berggylt. Resultatene anses å være lovende med tanke på forbedret etterbruk av rensefisk.

Når det gjelder reguleringer viser vår gjennomgang at regelverket som omfatter rensefisk består av mange lover og forskrifter. Til tross for dette har det blitt stilt spørsmål ved bærekraften i leppefisket og velferden til rensefisken, noe som skaper usikkerhet for om et marked for etterbruk av rensefisk skal kunne oppstå.

Resultatene fra markedstesten i Sør-Korea viser at salg av hel rensefisk til humant konsum kan være utfordrende. Respondentene likte verken utseende, smaken eller teksturen på fisken, og synes historien om at den har vært brukt som lusespiser var ubehagelig. Prosessert rensefisk ville ifølge respondentene ha større potensiale i Sør-Korea.

Nytte-kostnadsanalyser er gjennomført for korttids-påvekst av rognkjeks og berggylt for salg til Asia. Resultatene indikerer betydelige tilleggskostnader, spesielt knyttet til lagring, slaktning og transport. Tilleggskostnadene var spesielt høye for berggylt på grunn av liten mengde fisk. Nyttien er også svært usikker ettersom man ikke har gode observasjoner av betalingsvilje og priser, men islandske eksportpriser indikerer at man bør finne bedre betalende markeder.

## English Summary

In this report we focus on opportunities and challenges related to the re-use of cleaner fish that have been used to eat lice of the salmon. To explore this, we have taken an interdisciplinary approach. We have identified nutritional and technological product characteristics and investigated processing and storage methods to preserve the best possible quality. Furthermore, we have examined the regulations related to cleaner fish used for human consumption and market access to selected markets (import regulations). We have investigated the profitability of different usages and different logistics solutions in addition to having investigated the market potential in South Korea. In South Korea, lumpfish and wrasse have been tested by a selection of key respondents in the seafood industry.

Research identifying nutritional quality and safety of cleaner fish revealed that both lumpfish and ballan wrasse can be good sources of high-quality protein, polyunsaturated omega-3 fatty acids, as well as several vitamins, and have a low content of environmental pollutants. Fat content in cleaner fish may vary depending on access to feed. The processing of lumpfish may be difficult due to an almost spherical body shape, with a large fraction of head and skin. Japanese cut is most suitable for

processing of both lumpfish and ballan wrasse. The results are considered promising with regards to improving the after-use of cleaner fish.

Regarding regulations, many laws and regulations affect the use of cleaner fish. Despite that, the sustainability of the wrasse fishery and the welfare of the cleaner fish has been questioned, which can create uncertainty in a market for re-use of cleaner fish.

The results of the market test show that export of whole cleaner fish for direct human consumption to this market can be challenging. The respondents did not like the appearances of the fish, found the texture to be too soft, and reported little flavor in the fish meat. In addition, the respondents found the lice eating history unpleasant. More processing may be a future opportunity.

Cost-benefit analysis showed that ongrowing cleanerfish and selling to human consumption adds considerable costs, especially for wrasse. Benefits are highly uncertain, as this type of products are not marketed. Export prices for Icelandic lumpsucker indicate that markets with higher willingness to pay needs to be found.



## 2 Innledning

Lakselus er en stor utfordring for norsk laksenæring. Som et ledd i bekjempelsen av lakselusen på en ikke-medikamentell måte har bruk av rensefisk i merdene vokst betydelig i omfang. Millioner av rognkjeks blir oppdrettet og leppefisk blir fisket med det ene målet å spise lus fra laksen, og millioner av leppefisk blir fisket utelukkende til dette formålet. Lite fokus har blitt satt på etterbruken av denne fisken når den slutter å spise lus. Dette er en utfordring både når det gjelder bærekraft og etikk. I et treårig prosjekt finansiert av FHF «Gjenfangst, bedøvelse, avliving og etterbruk av rensefisk» har et delmål vært å finne frem til en mer bærekraftig etterbruk av rensefisk. Nofima har hatt ansvar for denne delen og denne rapporten viser resultatene fra forskningen gjort for å oppnå dette delmålet. Prosjektets totale ramme var på 6 966 500 NOK. Hovedprosjektet er ledet av Atle Foss i Akvaplan-niva. Forskningspartnere er Akvaplan-niva, Havforskningsinstituttet og Nofima. Industripartnere er Lerøy Aurora, Ryfylke Rensefisk.

### 2.1 Bakgrunn for prosjektet

Lakselus har blitt en av laksenæringens største utfordringer og kravene om alternative ikke-kjemiske avlusningsmetoder vokser. Bruken av rensefisk har blitt en velegnet metode. Rensefisk inkluderer rognkjeks (*Cyclopterus lumpus*) og ulike leppefisk. Når det gjelder leppefisk er det fire arter som benyttes: Berggyllt (*Ballan wrasse*), Bergnebb (*Gold-sinny wrasse*), Grøngyllt (*Corkwing wrasse*) og Gressgyllt (*Rock cook*). Det ble i 2020 oppdrettet 34 millioner rognkjeks. I tillegg ble det produsert rundt 1,7 millioner leppefisk, samt fisket ca 17 millioner ville leppefisk (Fiskeridirektoratet, 2021). Med dagens priser påløper en kostnad for næringsaktørene på rundt en milliard kroner (Fiskeridirektoratet, 2021).

En stor innsats gjøres for å sikre dyrevelferd og overlevelse i fasen fram til rensefisken slutter å spise lus, men så er det stopp. Etter endt arbeid går rensefisken til ensilasje eller destrueres. Oppdrettere forteller at de må betale for at ensilasjeselskaper skal komme og hente fisken. Om man ser bort fra det økonomiske tapet dette innebærer, er dette også et miljømessig og etisk aspekt, som gjelder bruk av rensefisk generelt. Mattilsynet fant under sin nasjonale tilsynskampanje for "Velferd hos rensefisk" 2018–2019 grunn til bekymring og stort behov for forbedring fra næringsaktørene sin side hvis bruken av rensefisk skulle kunne videreføres (Mattilsynet, 2020). Innovativ etterbruk vil bidra til å dekke kostnader bedriftene allerede har tatt på kjøp av rensefisk, utvikle en ny næring med tilhørende arbeidsplasser og ringvirkninger, skape større incentiver til å løse utfordringer rundt dyrevelferd og sikre omdømmet til norsk sjømatnæring generelt, og norsk laksenæring spesielt.

#### 2.1.1 Bærekraftig etterbruk

Om lag 60 millioner rensefisk blir brukt årlig i merdene til oppdrettslaks. Etter endt funksjon som lusespiser i merdene, blir denne fisken i beste fall brukt til ensilasje, eller i verste fall behandlet som avfall. Dette er etisk problematisk, og heller ikke en miljømessig bærekraftig utnyttelse av ressursen. Etterbruk i denne sammenheng er tenkt på hva som skjer med rensefisken når den slutter å spise lus.

To mindre prosjekter har tidligere sett på deler av mulighetsområdet for etterbruk av rensefisk. Akvaplan-niva gjennomførte prosjektet «Etterbruk av rensefisk» finansiert av Fiskeri og Havbruksnæringens Forskningsfond i 2015. Prosjektet tok en liten test på markedsmulighetene for rognkjeks og berggyllt til humant konsum i Kina, og konkluderte med at det finnes et potensial, men at de ukjente

faktorene fortsatt er mange (Nytrø *et al.*, 2015). Rognkjeks er ikke en vanlig matfisk i noe marked, bortsett fra et veldig lite segment på Island og i Danmark for røykt rognkjeks. Island har de siste årene startet eksport av villfanget (og mye større) rognkjeks til Kina (et resultat av at all rognkjeks som fiskes primært på grunn av rognen, nå må føres til land mens den tidligere ble kastet på havet). Innovasjon Norge har også finansiert et lite prosjekt gjennomført av eksportbedriften Nordøy Sea, som hadde et mål om å eksportere rognkjeks til Sør-Korea. Prosjektet finansierte en firedagers «work-shop» i Sør-Korea hvor Gastronomisk institutt fra Norge utviklet og testet oppskrifter med rognkjeks tilpasset koreanske preferanser (Nordøy Sea, 2015). Nofima har i tillegg gjennomført et forprosjekt «Etterbruk av rognkjeks - fra lusespiser til middagsmat» finansiert av Regionale Forskningsfond Nord og Troms Fylkeskommune (Nøstvold *et al.*, 2016). Prosjektet gjennomførte en overordnet undersøkelse av flere potensielle asiatiske markeder for rognkjeks. Det ble først foretatt en gjennomgang av sekundærlitteratur og en småskala produkttest i asiatiske miljøer i Tromsø. Sør-Korea ble funnet spesielt interessant. Etter en feltstudie i Seoul ble det konkludert med at dette markedet burde undersøkes nærmere. De ulike forprosjektene avdekker et potensial i flere asiatiske markeder for rognkjeks, men konkluderer med det gjenstår mange utfordringer og usikkerheter knyttet til rensefisk til human konsum som gjør at det er behov for mer forskning og økt kompetanse på området. Det er blant annet behov for nærmere identifisering av næringsinnhold og lagringsegenskaper hos fisken i tillegg til økt kunnskap om regelverk, økonomi, markedspreferanser og -krav hvis man skal lykkes å utvikle til en ny og lønnsom næring.

### 3 Problemstilling og formål

Prosjektet har stor nytteverdi for næringen. I tillegg til å være ei etisk utfordring for oppdrettsnæringen utgjør bruk av rensefisk til lusebekjempelse en stor kostnad. Kjøp av om lag 60 millioner rensefisk til NOK 18–23 per stykk i tillegg til utgifter med røkting og fôr til fisken utgjør enorme kostnader for næringen. Etter endt bruk som lusespiser går fisken direkte til avfall eller i beste fall til ensilasje. Her må enkelte selskap i dag betale for å få hentet fisken som går videre til ensilasjeprodusenter.

Målet for prosjektet i sin helhet er å utvikle protokoller for effektiv innfangning og human avlaving av rensefisk, som gir grunnlag for bærekraftig etterbruk av fisken, enten for humant konsum eller gjennom utvinning av verdifulle enkeltkomponenter. Denne rapporten presenterer resultater fra **arbeidspakke 3 (AP3)** som har som delmål punkt 5. og 6. beskrevet nedenfor.

#### 3.1 Delmål

1. Utprøving av lyd/læring som attraktant for rensefisk (lab-skala). Kartlegging av adferd. Akvaplan-niva/HI (AP1).
2. Kartlegge fangsteffektivitet ved bruk av lyd/læring under kommersielle forhold i kombinasjon med passiv/aktiv oppsamling av fisk og effekt på stress. Akvaplan-niva/HI/Lerøy Aurora/Ryfylke Rensefisk (AP1).
3. Kriterier for human bedøvelse og avlaving av rensefisk Nofima/Akvaplan-niva/Optimar (AP2).
4. Utprøving av metode for avlaving av berggylt og rognkjeks ved bruk av el-bedøver tilpasset slakteri og servicebåter (slakt på merdkanten). Nofima/Akvaplan-niva/Optimar/Servicebåt/Lerøy Aurora (AP2).
5. **Identifisere produktkvaliteter (næringsinnhold: fettprofil, aminosyreprofil og miljøgifter) og lagrings- og holdbarhetskvaliteter for rognkjeks og berggylt. Nofima/Lerøy Aurora/Ryfylke Rensefisk (AP3).**
6. **Utforske markedspotensial og mulige utfordringer for rognkjeks og berggylt i utvalgte markeder. Nofima/Lerøy Aurora/Ryfylke rensefisk (AP3).**

## 4 Prosjektgjennomføring

Målet med arbeidspakke 3 er å legge fundamentet for en strategisk, innovativ og realiserbar produktutvikling av renseskisk. Dette krever ei tverrfaglig tilnærming hvor vi både ser nærmere på hva fisken inneholder for at den skal være sunn og trygg og spise. Det er også viktig å se nærmere på hvordan den bør prosesseres og lagres for å ta best mulig vare på råstoffet frem til den når et marked.

For å kunne utvikle og tilby et godt matprodukt fra renseskisk er identifisering av næringsmessige og prosess tekniske produkt egenskaper, og etablering av prosesserings- og lagringsmetoder essensielt. Næringsinnhold i fisken vil variere med gytesyklus, perioder med intensiv beiting/sult, samt vekstforhold, slik at oppdrettet fisk vil være forskjellig fra vill fisk av samme art. Det har, for å eksemplifisere med rognkjeks, blitt påvist at rognkjeksmuskelen er rik på fett, men har lavt proteininnhold (Davenport, 1985; Reykdal *et al.*, 2012; Nytrø *et al.*, 2015). I tillegg vil kjønnsmoden rognkjeks (hunnfisk) skille seg næringsmessig fra rognkall (hannfisk). Fettinnholdet i hunnfisken kan variere fra 0,6 til 6,0 % mens i hannfisken kan fettinnholdet være mer enn 10 %. Det antas at de kjønns spesifikke forskjellene er knyttet til forskjellig energiforbruk under kjønnsmodning, og dermed vil være fraværende i juvenile individer (Nytrø *et al.*, 2015). I naturen vil for eksempel ikke rognkjeks gyte før den blir 2–4 år gammel, mens oppdrettsrognkjeks vanligvis blir slaktet etter cirka 18 måneder, altså før fisken blir kjønnsmoden. Det er derfor av stor interesse å identifisere næringsinnhold i oppdrettet juvenil renseskisk.

Basert på markedsundersøkelse gjennomført av Nøstvold *et al.* (2016) vil frosset og/eller fersk (kjølt), rund rognkjeks være av interesse i asiatiske markeder siden fisken ser ut til å ha en fin porsjonsstørrelse. Det samme tenker vi er gjeldende for leppefisken. For å kunne selge hel renseskisk til asiatiske markeder er det behov for mer kunnskap om hvordan ulike prosesserings- (frysing/kjølt, sløyd/usløyd, pakking) og lagringsmetoder (frysing, kjøling, lagringstid) påvirker kvaliteten på fisken. Det vil derfor bli utført forsøk under ulike betingelser for å måle de kvalitetsmessige konsekvensene på fiskene. I tillegg til oppfattelsen av fiskenes utseende, smak og tekstur er det viktig å undersøke hvordan potensielle kjøpere reagerer på det faktum at renseskisken har vært brukt til å spise lakselus. Videre er det viktig å undersøke hvordan produktet bør presenteres i forskjellige markedssegmenter (fersk eller frysing) og undersøke forbrukernes preferanser og kulturelle mattradisjoner. Sannsynligheten for å lykkes med å introdusere en ny art eller et nytt produkt øker hvis lokale konsumvaner og kulturell bakgrunn er tatt med i forutsetningen under innovasjonsprosessen (Olsen *et al.*, 2008).

Renseskisk er en ny oppdrettsart og avles ikke fram for humant konsum. Det er derfor en del uklarheter rundt reglene for renseskiskoppdrett og etterbruken. Skal renseskisken kunne brukes som menneskeføde er det behov for en del regelavklaringer. Det er derfor nødvendig med en gjennomgang av eksisterende regelverk og komme fram til måter å adressere hull og uklarheter (Mandel, 2004; Bergek & Jacobsson, 2003). Lønnsomheten avhenger både av hvilken salgspris man kan oppnå og de ekstra kostnadene man pådrar seg forbundet med den alternative etterbruken. Primært vil dette være knyttet til faktorer som føring, høsting, slakting, pakking og transport. Produksjonskostnadene i selve oppdrettsfasen er ikke relevante ettersom disse vil påløpe uansett. Det vil også kunne være alternativkostnader som blir relevante. Eksempelvis har oppdretterne i dag kostnader til avliving og ensilasjemottak av renseskisk. Disse kan bortfalle ved alternativ etterbruk og må inkluderes som inntekter for den alternative etterbruken. En nytte-kostnadsanalyse vil gi informasjon om hvorvidt alternativ etterbruk av renseskisk er en lønnsom vei for næringen å gå (Porter, 2001).

## 4.1 Identifisering av næringsinnhold og prosestetniske egenskaper

### 4.1.1 Forsøksoppsett og metoder

#### Rognkjeks (*Cyclopterus lumpus*)

Rognkjeks ble tatt fra laksemerd i mars 2020 (Uttak 1) og september 2020 (Uttak 2). Begge uttak med rognkjeks ble levert av Lerøy Aurora AS.

Uttak 1. Det første partiet med oppdrettet rognkjeks (kroppsvekt ca. 30 g) ble overført til laksemerd i Karanes (Karlsøy, Troms og Finnmark fylke, Norge) i juli 2019. Deretter ble ny rognkjeks (kroppsvekt ca. 30 g) levert til samme laksemerd omtrent hver fjerde uke frem til oktober 2019. I laksemerden ble fisken tilleggsfôret med rensefiskfôr (Lumpfish Grower 20 mg, BioMar, Norge) en gang om dagen. I mars 2020 ble rognkjeks (n = 83) fisket med hov ut fra merden, bedøvet med et slag i hodet og bløgget. Etter utblødning, ble fisken pakket i plastposer og lagret ved -18 °C. Dagen etter ble fisken sendt til Nofima, Tromsø. Ved ankomst til Nofima ble fisken overført til et fryserom -40 °C inntil videre analyser.

Ved prøveuttak ble rognkjeksene tint i plastposer i kar med rennende vann (3,4 °C) over natta. Tint fisk ble sortert og fordelt i to vektgrupper: liten (n = 57, 78 ± 39 g) og stor (n = 26, 231 ± 67 g). Fem store rognkjeks ble sløyd og filetert. Under filetering ble sløyd vekt, samt vekt av filet, hode og bein registrert. Deretter ble tre prøvetyper tatt: 1) hel fisk fra rognkjeks med liten størrelse, 2) fileter fra stor rognkjeks og 3) skinn fra stor rognkjeks (Tabell 1). Hver gruppe ble hakket ved bruk av en kvern (Kilia, TK 20 ltr, Dorfmark, Tyskland). De tre prøvene ble deretter pakket i plastbeholdere (Kartell Labware, Noviglio, Italia) og frosset ved -40 °C inntil kjemiske analyser (Tabell 2).

Uttak 2. I september 2020 ble rognkjeks fisket ut fra laksemerd i Åbornes (Hansnes, Troms og Finnmark fylke, Norge). I denne laksemerden var det første rognkjekspartiet (kroppsvekt ca. 30 g) overført i august 2019. Deretter, ble nye rognkjekspartier (kroppsvekt ca. 30 g) tilsatt omtrent hver fjerde uke. Fisken ble tilleggsfôret (Clean Lumpfish 2–4 mm, Skretting, Norge) en gang om dagen. På uttaksdagen, ble 10 rognkjeks fisket ut fra laksemerd og slaktet som beskrevet for Uttak 1. Ferdig utblødd rognkjeks ble pakket i isoporkasse med is, transportert til Nofima, Tromsø, og lagret på et kaldt rom ved 0 °C over natta, inntil prosessering.

Ved prosessering, ble alle rognkjeks (kroppsvekt 513 ± 84 g) veid, sløyd, filetert og skinnnet. Vekt av de ulike delene ble registrert underveis prosessering. Av de 10 fiskene, ble kroppsdelene (unntatt innvoller) fra fem rognkjeks samlet, kvernet og analysert som sløyd fisk med hode (SLMH) (Tabell 1). Filetene fra de resterende fem rognkjeksene ble brukt til å analysere næringsinnhold (innhold av protein, fett, vann og karbohydrater) (Tabell 1). Disse to miksene ble pakket i plastbeholdere og frosset ved -40 °C, på samme måte som Uttak 1, før de ble analysert. Alle analyser som ble gjennomført er oppgitt i Tabell 2.

Tabell 1 Oversikt over prøver og parametere som ble analysert på rognkjeks fra Uttak 1 og Uttak 2, samt berggylt

Parameter	Rognkjeks, Uttak 1		Rognkjeks, Uttak 2	Berggylt
	78 ± 39 g <sup>1</sup>	231 ± 67 g <sup>1</sup>	513 ± 84 g <sup>1</sup>	464 ± 147 g <sup>1</sup>
Forenklet næringsinnhold	Hel fisk	Filet Skinn	Filet SLMH	Filet SLMH
Fettsyre (FA)	Hel fisk		SLMH	SLMH
Total Aminosyre (TAA)	Hel fisk			SLMH
Vitaminer (utenom vit. D3)	SLMH			SLMH
Vitamin D3			SLMH	
Mineraler	Hel fisk			SLMH
Metaller	Hel fisk			SLMH
Miljøgifter	Hel fisk			SLMH

<sup>1</sup> Kroppsvekt (gjennomsnitt ± standard avvik). SLMH: sløyd med hode.

### Berggylt (*Labrus berggylta*)

Berggylt ble sendt fra Lerøy Vest AS i Bekkjarvik (Austevoll, Norge) til Nofima i Tromsø i april 2020. Villfanget berggylt var overført til laksemerd i august 2019, rett etter fangst. I løpet av perioden i laksemerden fikk fisken rensefiskfôr (CLEAN Soft, Skretting, Norge). I juni 2020 ble berggylt (n = 19, total vekt 464 ± 147 g, lengde ca. 30 cm) fisket ut fra merden ved hjelp av teiner. Deretter ble fisken bløgget, pakket i plastposer (2 fisk per pose), lagt i en isoporeske og deretter fryst ned ved å plassere esken i et fryserom på cirka -18 °C. Dagen etter ble fisken sendt til Nofima, Tromsø. Ved ankomst til Nofima ble esken lagret i et fryserom på -40 °C inntil analyser.

I juni 2020, ble 10 fisk i pose tint i kar med rennende vann (4 °C) over natta. Ferdig tint fisk ble veid, målt for lengde, sløyd og filetert. Filetene fra fem fisk ble deretter homogenisert i en grinder (Kilia, TK 20 ltr, Dorfmark, Germany), pakket i plastbeholdere (Kartell Labware, Noviglio, Italy) og fryst ned ved -40 °C for senere analyser av bruttoenergi og næringsinnhold: innhold av vann, aske, fett og protein (Tabell 1).

De resterende fem berggyltene ble analysert som sløyd med hode (SLMH). Av disse fem, ble tre fisk brukt for oversikt over prosentvis fordeling av kroppssammensetning med hensyn på prosessering. Dette vil si at sløyd vekt, samt vekt av filet, hode, bein og innvoller ble registrert. Deretter ble alt utenom innvoller, homogenisert, pakket i plastbeholdere og fryst ned ved -40 °C for senere analyser. Miksen av SLMH (sløyd med hode) ble brukt for analyser av næringsinnhold (vann, aske, fett og protein) og bruttoenergi, samt innhold og sammensetning av totale aminosyrer (TAA), fettsyrer (FA), vitaminer, mineraler, tungmetaller og miljøgifter (polyklorerte dibenzodioksiner/furaner, PCDD/Fs; polyklorerte bifenyler, PCB og dioksinlignende polyklorerte bifenyler, dl-PCBs) (Tabell 1).

Alle kjemiske analyser ble gjennomført med to parallelle prøver fra hver miks. Analysemetodene er vist i Tabell 2.

Tabell 2 Oversikt over analyser som ble gjennomført både på rognkjeks og berggylt

Parameter	Analyseprinsipp	Referanse
Vann	Gravimetrisk analyse	AOAC International, 2019
Tørrstoff	Gravimetrisk analyse	AOAC International, 2019
Fett	Pulsed NMR	Fiebig & Lüttke, 2003
Protein	N × 6.25, Leco TruMac N analyzer	Hamre & Mangor-Jensen, 2006
Total Aminosyre	Ion exchange chromatography	Commission Regulations, 2009
Fettsyre	Transmethylation extraction and GC/FID	ISO 12966-2:2011
Vitamin A	HPLC	ISO 14565:2000
Vitamin E	HPLC	ISO 6867:2000
Vitamin B1	HPLC	EN 14122:2014
Vitamin B2	HPLC	EN 14152:2014
Vitamin B3	HPLC	EN 15652:2009
Vitamin B6	HPLC	EN 14663:2005
Vitamin B9	SPR and HPLC	Mæland et al., 2000
Vitamin B12	HPLC	Vyas et al., 2012
Vitamin D3	HPLC	EN 12821:2009
Tunge metaller	ICP-SFMS	ISO 17294-2:2016
PCDD/Fs + PCBs + dl-PCBs	HRGC/HRMS	CSN EN 16190

Pulsed NMR: pulset kjernemagnetisk resonans spektrometri.

GC/FID: gasskromatografi/flamme ioniseringsdetektor.

HPLC: høypresisjonsvæskekromatografi.

SPR: overflate plasmon resonans.

ICP-SFMS: induktivt koblet plasmasektor feltmassespektrometri.

HRGC/HRMS: gasskromatografi- og massespektrometri med høy oppløsning.

PCDD/Fs: polyklorerte dibenzodioksiner/furaner.

PCB: polyklorerte bifenylar.

dl-PCBs: dioksinlignende PCB.

I september 2021 ble resterende ni (av de 19 fiskene fra juni) tint og brukt for å kartlegge prosess-tekniske egenskaper. Resultat fra 12 fisk (3 fisk i juni + 9 fisk analysert i september, Uttak 1) er oppsummert i Tabell 10. I mars 2021, for samme formål, ble berggylt av mindre størrelse (n=12, sløyd vekt  $89 \pm 29$  g, lengde  $19 \pm 2$  cm) prosessert (Tabell 10, Uttak 2). Denne fisken kom fra Lerøy Midt AS, lokalitet Hitra (Trøndelag, Norge). Vill berggylt (Uttak 2) ble satt ut i laksemerd i juli 2020 og var der til midten av mars 2021. Den ble slaktet og bløgget på utsendingsdagen.

## 4.2 Prosessering

På grunn av redusert aktivitet under Covid-restriksjoner, var det utfordrende med tilgang på råstoff til gjennomføring i prosjektet. Forsøk med prosess og lagring er derfor gjennomført på rognkjeks.

### 4.2.1 Fryseforsøk

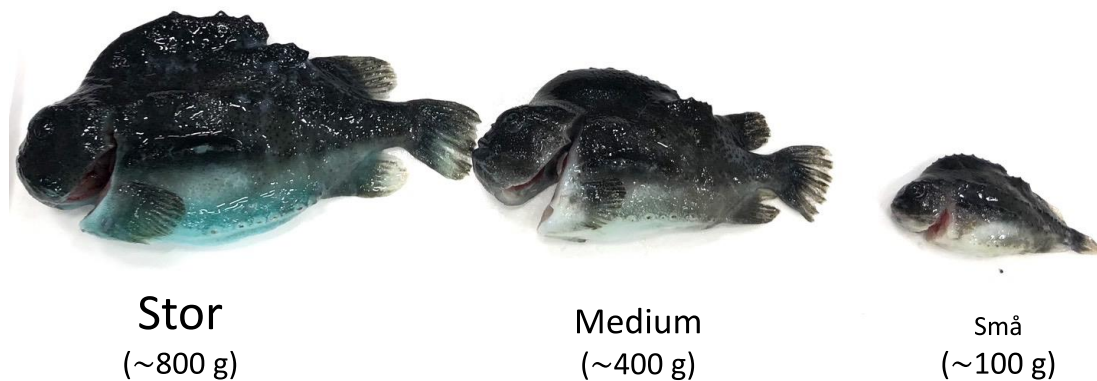
Formålet med forsøket var å undersøke effekt på kvalitet på rognkjeks ved bruk av to forskjellige frysemetoder. Dette ble gjort ved å studere effekter fra innfrysing, tining og fryselagring av rognkjeks.

I mars 2020, ble rognkjeks (n = 20, vekt  $524 \pm 191$  g) skaffet til veie fra et norsk oppdrettsanlegg som ligger cirka 40 km nordvest for Tromsø. Ved slakting, ble hver fisk tatt ut ifra merd med hov, bedøvet

med slag i hode, bløgget, lagt i sjøvann for utblødning i cirka 30 minutter, pakket i isoporkasser med is og transportert til Nofima, Tromsø. Dette råstoffet ble brukt både til fryseforsøk og holdbarhetsforsøk.

Ved ankomst ble seks rognkjekser brukt for å studere kvalitetsforskjeller knyttet mot innfrysingsmetode. Fiskene ble veid og størrelsessortert i tre grupper (Figur 1). Deretter ble en gruppe singelfryst i vindtunnel (-21 °C, 3 m/s) og den andre gruppen i lakefryser (-19 °C, 0,1 m/s) (Figur 2) og temperaturen logget. Direkte etter innfrysing ble disse tint i et kar med rennende vann (4 °C) og tatt ut av tinekaret etter hvert som de ble tint (pga. den ulike størrelsen). Fisken ble deretter lagret i en tett pose i kjøleskap (cirka 4 °C) i en uke. Fisken ble veid før innfrysing, etter tining og etter kjølelagring.

I tillegg, ble rognkjeks (n = 7) brukt for å studere fryselagringseffekt. Rognkjeks ble fryst i fryselake (n = 4) og vindtunnel (n = 3), glasert (ved å dyppe fiskene tre ganger i nedkjølt ferskvann) og fryselagret (-21 °C) i en åpen plastbakke i 14 uker. Fiskene ble fryselagret uten innpakning for å fremskynde forskjeller som kan forekomme under fryselagring. Alle fisk ble veid før og etter innfrysing, gjennom fryselagring og til slutt etter tining.



Figur 1 Ulike størrelser av rognkjeks



Figur 2 Viser tunnelfryser (venstre) og lakefryser (høyre) brukt i forsøket



### 4.3 Regulatoriske aspekter

Reglene for bruk av rensefisk har betydning både for kostnadene forbundet med oppdrett og fangst av rensefisken, bruken i laksemerden og for avliving og etterbruk. Arbeidet er basert på en skrivebordstudie av relevante regler og forskrifter, samt offentlig statistikk på produksjon. I tillegg er noe informasjon innhentet direkte fra fagpersoner i Mattilsynet, Fiskeridirektoratet og oppdrettere.

### 4.4 Marked

#### 4.4.1 Valg av marked

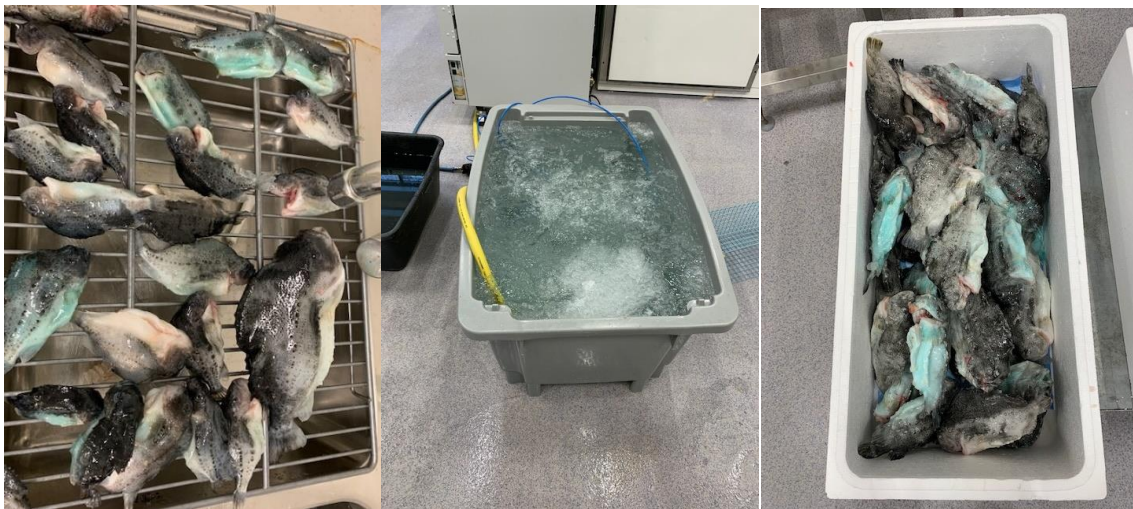
For å kunne sikre en bærekraftig etterbruk av rensefisk, er det viktig å identifisere et marked med forbrukere som er villig til å kjøpe og spise rensefisk. Tidligere forundersøkelser av rognkjeks har vist et potensiale i asiatiske markeder (Nøstvold *et al.*, 2016; Nytrø *et al.*, 2015). I dette prosjektet valgte vi derfor å undersøke potensial og eventuelle utfordringer knyttet til bruk av rensefisk til humant konsum i et asiatiske land, nærmere bestemt Sør-Korea. Sør-Korea er Norges nest største handelspartner i Asia, og Norges femte største marked, og byr dermed på store markedsmuligheter innen blant annet sjømat ([www.innovasjon Norge.no](http://www.innovasjon Norge.no)). Sør-Korea er et av de landene i verden som bruker mest penger på bedriftsutvikling og forskning, og er rangert som nr. 5 på Ease of Doing Business index av Verdensbanken. Dette gjør at Sør-Korea på få tiår har utviklet seg til et økonomisk og teknologisk foregangsland, med store muligheter for norske bedrifter ([www.innovasjon Norge.no](http://www.innovasjon Norge.no))

#### 4.4.2 Metode

Ettersom man ikke har mye kunnskap om hvordan ulike typer rensefisk (rognkjeks og berggylt) oppfattes i det sørkoreanske markedet ble det valgt en kvalitativ tilnærming. Dette besto i en markedstest av rognkjeks og berggylt, der 7 sentrale aktører (importører, grossister, og kokker) innen sjømatnæringen i Sør-Korea fikk tilsendt rensefisk til testing. Uttestingen foregikk ved at de koreanske aktørene tilberedte fisken med ulike metoder, etterfulgt av intervju for å undersøke hvordan de evaluerte fisken. Grunnet reiserestriksjon som følge av Covid-19 var det ikke mulig å selv reise til utvalgt marked for å teste produktene. Det ble derfor inngått en kontrakt med Innovasjon Norge i Sør-Korea for å få hjelp til å utføre undersøkelsene.

Nofima skaffet fisk fra norske oppdrettsanlegg, cirka 70 rognkjeks og 70 berggylt, med størrelse 200–600 gram. Rognkjeks og berggylt ble bløgget og sendt til Nofima iset i kasser. Rognkjeks ble sløyd av oppdrettsanlegget, mens berggylten ble sløyd hos Nofima. Deretter ble all fisken hurtig innfrysning ble sikret ved at fisken ble fordelt i en reol med hyller og satt inn i et fryserom med -30 °C. Deretter ble en kraftig vifte satt inn i fryserommet for å blåse kald luft over fisken. Etter cirka en time med denne behandlingen var fisken helt fryst. Fisken ble tatt ut av fryserommet og glasert ved hjelp av å senke den i isvann med oksygen i totalt 20 sekunder (2 dypp av 10 sekunder). Fisken ble deretter fordelt i flyfraktkasser (isopor) og satt på fryselager (-30 °C) fram til avsendelse. Transporten til Sør-Korea ble gjort ved fly i fryst tilstand fra Tromsø til Seoul i Sør-Korea, hvor fisken ble satt på fryselager. Deretter ble fisken transportert ut til respondentene av en representant for Innovasjon Norge etter avtale om når det passet dem å få testet ut fisken. Hver respondent fikk utlevert cirka 10 rognkjeks og 10 berggylt hver.

### Bilder innfrysing og glasering av rognkjeks



Figur 3 Bilder av Rognkjeks – singelfrysing (venstre), glasering med is og oksygen (midten), singelpakket i flyfraktkasser (høyre)



Figur 4 Bilder Berggyllt – før innfrysing (venstre) og etter innfrysing (høyre)

De sørkoreanske aktørene fikk i oppgave å vurdere beste tilberedningsmåte ut fra fiskens utseende/utforming og koreansk matkultur. De vurderte fiskene i forhold til smak, konsistens, utseende og potensiale for bruk i den koreanske matkulturen. På grunn av tidspress og mangel på kapasitet til flere koreanske aktører endte det opp med 7 vellykkede testinger.

I etterkant av testen ble det foretatt semistrukturerte intervju ved hjelp av en intervjuguide. Denne intervjuformen gir mulighet til å stille utdypende spørsmål underveis i intervjuet. Intervjuguiden var en liste over temaer og generelle spørsmål som skulle gjennomgås i løpet av intervjuet. Dette for å gi en god balanse mellom standardisering og fleksibilitet. Hovedtemaene i intervjuguiden var:

- Sammenligning av rensefisk med andre fiskearter
- Oppfattelse av rensefisk før og etter tilberedning
- Potensiale i det sørkoreanske kjøkkenet
- Holdning til rensefisk som lusespiser
- Interesse for kjøp, betalingsvillighet og kjøpskriterier

Intervjuene ble foretatt av representant fra Innovasjon Norge som møtte respondentene ansikt til ansikt. Intervjuene fulgte intervjuguiden utviklet av Nofima. I de første 3 intervjuene deltok forskere fra Nofima på Teams, slik at de kunne instruere representanten fra Innovasjon Norge hvordan intervjuene skulle utføres på en mest mulig vitenskapelig måte. Det ble lagt vekt på viktigheten av å stille alle respondentene de samme spørsmålene, samt viktigheten av oppfølgingsspørsmål når respondentene kom med interessante svar som krevde mer utdyping. Intervjuene der forskere fra Nofima deltok ble foretatt på engelsk eller koreansk. Representant fra Innovasjon Norge fungerte som oversetter under intervjuene som ble foretatt på koreansk. Intervjuene ble tatt opp, transkribert og oversatt fra koreansk til engelsk ved behov. Transkripsjonene ble nøye gjennomgått og resultatene, med sitater fra respondentene for å sikre transparens (Guba & Lincoln, 1991).

#### **4.5 Kost-nytte**

Rensefisken sorteres i dag ut ved merd eller på slakteri, ensileres og inngår i verdikjeden for ensilasje fra oppdrettsnæringen. I prosjektet er det gjennomført en eksplorativ studie om hvordan kostnadsforhold påvirkes av å benytte rensefisk til humant konsum, eksemplifisert med salg fersk eller frossen til Asia. Dette vil være en helt ny verdikjede, noe som medfører stor usikkerhet i hvilke aktiviteter som kreves og hvordan denne organiseres. For å belyse dette har vi gjort dybdeintervju med informanter hos en sentral oppdrettsaktør med stor erfaring både med bruk av rognkjeks og rensefisk. Disse intervjuene danner sammen med sekundærdata grunnlaget for en økonomisk modell over dagens ressursbruk og en tenkt produksjon der rognkjeks og berggylt sorteres ut, fôres opp og sendes til slakteri og videre til kunde. Denne modellen estimerer kostnadene forbundet med aktivitetene. Vi har dessverre svært lite informasjon tilgjengelig om nyttesiden av salget i form av priser. De estimerte kostnadene, som er svært usikre, gir dermed bare grunnlag for betraktninger om hva salgsprisene bør være for at nytten skal overstige kostnadene.

## 5 Resultater

### 5.1 Næringsmessige egenskaper

Når man skal vurdere om fisken er egnet til human konsum er det potensielt både positive og negative egenskaper som bør tas hensyn til. Positive egenskaper knyttes ofte til forekomst av vitaminer og mineraler, proteinkvalitet, innhold av essensielle aminosyrer og fettsyrer, mens negative egenskaper kan være innhold av miljøgifter som for eksempel dioksiner, PCB og tungmetaller. I tillegg vil prosess tekniske egenskaper ha betydning, som for eksempel kroppsform, om det er enkelt/ikke enkelt å bearbeide, vil være viktig med hensyn på hvordan fisken skal kuttet/bearbeides før den blir introdusert til konsument. I dette arbeidet er rensefisk - rognkjeks og berggyllt - karakterisert med tanke på human konsum, basert på de næringsmessige og prosess tekniske egenskapene til fiskene. Samme metoder er brukt i analyser av begge artene og der det var mulig presenteres resultatene samlet.

#### 5.1.1 Rognkjeks (*Cyclopterus lumpus*)

Størrelse på rognkjeks i Uttak 1 varierte mye, ettersom fisken ikke ble sortert før forsendelse til Nofima. Ved Nofima ble fisken sortert etter vekt før videre analyse; og delt i to grupper, henholdsvis små og stor fisk. I gruppen med små rognkjeks varierte vekt mellom 22–150 g og i gruppen med stor fisk mellom 151–384 g. Ny rognkjeks ble tilsatt til merden hver fjerde uke, og tid for hvor lenge den hadde stått i merd som lusespiser kunne variere fra 4 uker til 8 måneder. Imidlertid var det mer små fisk enn stor. Under bearbeiding av Uttak 1 ble det observert at noen rognkjeks hadde fôrrester i mage- og tarmsystemet. Ettersom dette kunne påvirke resultater fra de kjemiske analysene samt at det var mye små fisk, ble det bestemt å få tak i større rognkjeks (Uttak 2) og analysere disse som sløyd med hode (SLMH).

#### Nærings sammensetning

Næringsinnhold i rognkjeks, samt fôrsammensetning som ble gitt til rognkjeks i Uttak 1 og Uttak 2, er vist i Tabell 3. Alle prøver av rognkjeks hadde høyt vanninnhold (87,5–92,2 %) og lavt proteininnhold (5,3–7,41 %). Hel fisk, skinn og SLMH hadde et høyere askeinnhold enn fileter fra begge uttak, noe som er knyttet mot høyere innhold av mineraler og sporstoffer i bein og hud enn i fiskemuskel (Lorentzen *et al.*, 2001).

Tabell 3 Næringsinnhold i rognkjeks, analysert fra to uttak. Her vises også fôrsammensetning, Lumpfish Grower 20 mg og CLEAN Lumpfish 2–4 mm

Parameter	Uttak 1				Uttak 2		
	Lumpfish Grower 20 mg <sup>1</sup>	Hel fisk	Filet	Skinn	CLEAN Lumpfish 2–4 mm <sup>1</sup>	SLMH	Filet
Aske (%)	12	1,6	1,2	1,5	10,5	1,5	0,5
Vann (%)	8	91,5	87,5	92,1	i.t.	92,1	92,2
Protein (%)	48	5,7	7,41	6,3	57	5,3	6,5
Fett (%)	12	1,3	3,7	0,9	15	0,7	0,9
Energi (kcal/100g)		34	64	33		29	33
Energi (kJ/100g)		144	266	141		121	140

i.t. – ikke tilgjengelig.

SLMH: sløyd med hode

<sup>1</sup> Lumpfish Grower 20 mg (Biomar, 2020); CLEAN Lumpfish 2 – 4 mm (Skretting, 2021).

Fettinnholdet i fileter fra Uttak 1 og 2 var veldig forskjellig, henholdsvis 3,7 og 0,9 %. Dette er mest sannsynlig ikke knyttet til forskjellene i fôret, da fettinnhold i begge typer fôr var nærmest likt. Resultatene tyder på at fisken fra Uttak 2 ikke har spist tilstrekkelig til tross for at den ble tilbudt fôr daglig. Andre forskere har registrert en økning i fettinnhold (fra ca. 2,8 til ca. 4,2 %) hos oppdretts-rognkjeks etter opphold i laksemerd i cirka sju måneder (Espmark *et al.*, 2020). I løpet av denne perioden økte rognkjeksens vekt fra 30–50 g til 230–500 g. Konklusjonen var at fisken har spist nok, ikke kun renseskfôr, men det kunne også vært plankton og/eller laksepellet, som førte til oppbygging av fettreservene. Våre resultater viser at næringsmessig kvalitet på rognkjeks avhenger av håndtering/fôringregimet og generell tilgang til mat mens fisken brukes som rensesk i laksemerd.

### Totale aminosyrer (TAA) og proteinkvalitet

TAA-sammensetning i hel rognkjeks fra Uttak 1 er oppsummert i Tabell 4. Rognkjeksprotein hadde alle essensielle aminosyrer (EAA), og prosentvis andel av EAA var 36,0 %. EAA er de aminosyrene som menneskekroppen ikke kan produsere selv, mens de ikke-essensielle aminosyrene blir produsert i kroppen. Betinget-essensielle aminosyrer blir også produsert i kroppen, men det usikkert om kroppen klarer å produsere nok av disse aminosyrene til å fylle behovet hvis en blir syk eller under stress (FAO/WHO/UNU, 2007). Blant EAA var nivåene av histidin (His) og metionin (Met) de laveste (ca. 1,5 mg/g), mens valin, leucin, lysin, (Val, Leu, Lys) og fenylalanin (Phe) var blant de høyeste (ca. 3 mg/g).

Tabell 4 Totale aminosyrer (TAA), essensielle aminosyrer (EAA), betinget-essensielle aminosyrer og ikke-essensielle aminosyrer både i rognkjeks (Uttak 1) og berggyllt (SLMH)

Aminosyrer	Rognkjeks (hel, Uttak 1)	Berggyllt (SLMH)*
<b>Essensielle aminosyrer</b>	<b>mg/g</b>	<b>mg/g</b>
Histidin	1,6	3,3
Treonin	2,4	6,9
Valin	2,9	6,7
Isoleucin	2,6	6,5
Leucin	3,2	9,9
Lysin	3,2	12,6
Metionin	1,5	4,4
Fenylalanin	2,9	6,2
Tryptofan	i.a.	i.a.
<b>Betinget-essensielle aminosyrer</b>	<b>mg/g</b>	<b>mg/g</b>
Tyrosin	0,9	4,0
Glycin	9,2	11,6
Arginin	4,9	11,2
Prolin	4,0	5,8
Cystein	0,5	1,4
<b>Ikke-essensielle aminosyrer</b>	<b>mg/g</b>	<b>mg/g</b>
Serin	3,4	7,0
Alanin	4,2	9,0
Asparaginsyre	4,6	13,7
Glutaminsyre	6,9	20,1
∑ TAA	58,9	140,3
∑ EAA	21,2	60,5
% EAA	36,0	43,1

\*SLMH – sløyd med hode

i.a. – ikke analysert. Tryptofan brytes ned under hydrolyse med 6M saltsyre.

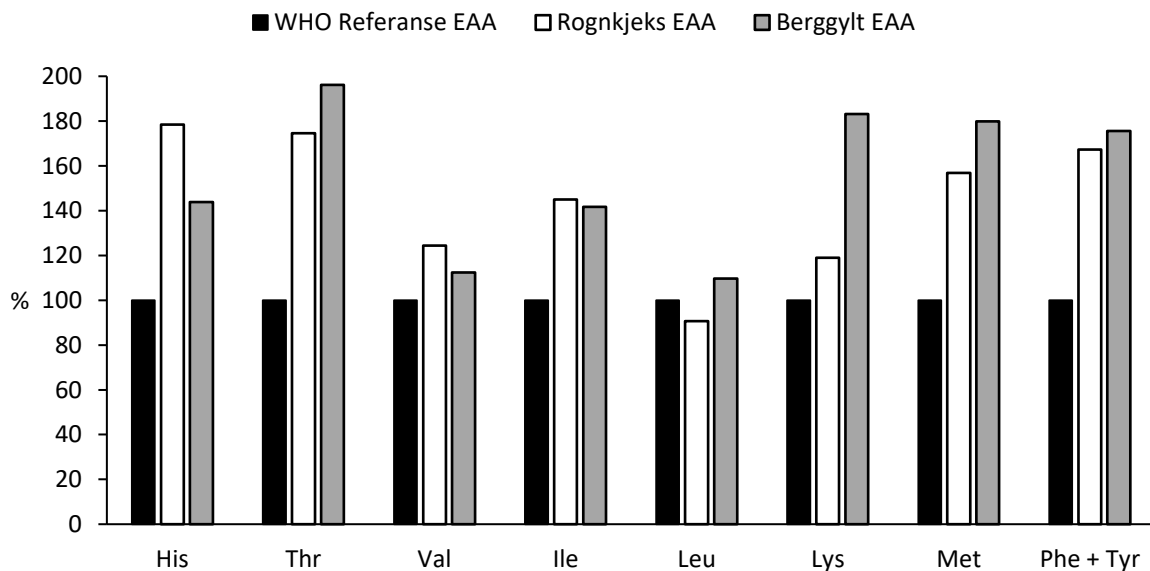
∑ TAA – sum totale aminosyrer

∑ EAA – sum essensielle aminosyrer

% EAA – prosentvis andel essensielle aminosyrer

Proteinkvalitet er i hovedsak knyttet til fordøyelighet og innholdet av EAA. For å evaluere proteinkvalitet i kosten, foreslås en sammenligning med et "referanseprotein" for mennesker oppgitt av Verdens helseorganisasjon (WHO) (Damodaran, 2008; FAO/WHO/UNU, 2007). Et referanseprotein inkluderer den minimale nødvendige mengden av hver EAA for voksne friske mennesker. Ved å beregne forholdet mellom hver EAA både i det analyserte proteinet og referanseproteinet, er det mulig å sammenligne de to proteinene, og dermed bestemme proteinkvalitet. En aminosyre (AA) som gir den laveste verdien er den mest begrensende AA. Proteiner av høy kvalitet inkluderer alle EAA som er på nivåer over "referanse"-nivået.

Prosentvis sammenligning mellom hver EAA i rognkjeksprotein med den korresponderende EAA i WHOs-referanseprotein når referanse EAA-nivået er satt opp til 100 % er visst i Figur 5. Bare Leu-nivå var noe lavere i rognkjeks enn det oppgitte referanse EAA-nivået, som antas å være relatert til prøvetakingsmetoden (Tabell 1). Rognkjeksprotein gir imidlertid en tilstrekkelig mengde av de resterende EAA-ene, spesielt His, Thr, Ile, Met og Phe. Resultatene tyder på at rognkjeksprotein er av god kvalitet. Imidlertid er det av interesse å få informasjon om fordøyeligheten samt proteinkvaliteten i rognkjeksfilet i senere forsøk.



Figur 5 Essensielle aminosyrer (EAA) både i rognkjeksprotein (hel Uttak 1) og berggyllt (sløyd med hode, SLMH) i forhold til de WHO-estimerte inntaksbehov hos voksne mennesker når referanseproteinnivået er satt opp til 100 %. His - Histidin, Thr - Treonin, Val - Valin, Ile - Isoleucin, Leu - Leucin, Lys - Lysin, Met - Metionin, Phe + Tyr - Fenylalanin og Tyrosin er summert.

### Fettsyre (FA) sammensetning

FA-sammensetning i hel rognkjeks fra Uttak 1 og rognkjeks SLMH fra Uttak 2 er oppsummert i Tabell 5. FA-sammensetningen var omtrent lik i begge uttakene. Det vil si, prosentvis andel av mettet FA (SFA) varierte fra 19,7 til 20,8 %, av enumettet FA (MUFA) fra 34,5 til 37,1 % og flerumettet FA (PUFA) fra 31,6 til 34,4 %.

Palmitinsyre (16:0) var den dominerende SFA i rognkjeks. Andelen av palmitin syre var litt høyere i Uttak 1 enn i Uttak 2. Forskjellen i innhold av palmitinsyre kan forklares med at rognkjeks i Uttak 1 var analysert som hel fisk, ikke sløyd. Palmitinsyre er også den vanligste SFA både i vill og oppdrettstorsk (Jensen *et al.*, 2013), laks (Jensen *et al.*, 2020) og andre sjømatarter fanget i langs den nordøstlige

Middelhavskysten (Durmuş, 2018). Prosentvis andel av oljesyre (18:1n-9) var høyest blant MUFA. Oljesyre er også den vanligste MUFA både hos planter og dyr samt mikroorganismer (Lund & Rustan, 2020; Tvrzicka *et al.*, 2011).

Andel av linolsyre (LA, 18:2n-6) var dobbelt så høy i rognkjeks fra Uttak 1 (10,8 %) som i Uttak 2 (5 %). Fisken i Uttak 1 var hel, noe som antas å forklare forskjellen. Andelen  $\alpha$ -linolsyre (ALA, 18:3n-3) var nesten lik i begge uttakene, henholdsvis 1,8 og 2,2 % i Uttak 1 og Uttak 2. Linolsyre (18:2n-6) finnes i betydelige mengder i planter og i vegetabiliske oljer, og i dyr kommer den hovedsakelig fra vegetabiliske oljer.  $\alpha$ -linolensyre (18:3n-3) finnes det også mye av i vegetabiliske oljer og alger. Dermed kan linolsyre (18:2n-6) og  $\alpha$ -linolensyre (18:3n-3) brukes som markører på at fisken har fått vegetabiliske oljer (Lund & Rustan, 2020; Olsen, 2017; Sigurgisladóttir & Pálmadóttir, 1993). Både LA- og ALA-nivåene indikerer at vegetabiliske oljer ble tilsatt til rensefiskfôret. Det er også kjent at FA-sammensetning i fôret blir gjenspeilet i den totale FA-sammensetningen i fisk (Jobling *et al.*, 2008; Olsen, 2017; Ytrestøyl *et al.*, 2015). For eksempel kan andelen LA i oppdrettstorsk (4 %) være fire ganger høyere enn hos vill torsk (1 %) (Jensen *et al.*, 2013).

Tabell 5 Fettsyre (FA) sammensetning vist som prosentvis andel (prosent av totale FA) og innhold av FA (mg/g prøve) i hel rognkjeks (Uttak 1), rognkjeks (SLMH, Uttak 2) og berggyllt (SLMH)

Fettsyre	Rognkjeks (hel, Uttak 1)		Rognkjeks (SLMH*, Uttak 2)		Berggyllt (SLMH*)	
	Prosent	mg/g	Prosent	mg/g	Prosent	mg/g
14:0	2,7	0,4	4,5	0,3	2,3	0,4
16:0	14,0	1,8	10,9	0,8	15,0	2,7
18:0	4,1	0,5	4,3	0,3	5,0	0,9
$\Sigma$ SFA	20,8	2,7	19,7	1,4	22,3	4
16:1n-7	5,1	0,7	4,4	0,3	6,4	1,2
18:1n-9	25,6	3,3	16,9	1,2	24,4	4,4
20:1n-9	2,5	0,3	8,8	0,6	3,7	0,7
22:1n-9	1,3	0,2	7,0	0,5	1,6	0,3
$\Sigma$ MUFA	34,5	4,5	37,1	2,6	36,1	6,6
18:2n-6 (LA)	10,8	1,41	5,0	0,4	3,1	0,6
18:3n-3 (ALA)	1,8	0,23	2,2	0,2	1,0	0,2
18:4n-3	1,0	0,13	2,0	0,1	0,6	0,1
20:2n-6	0,3	0,04	0,3	0,02	0,6	0,1
20:5n-3 (EPA)	8,3	1,08	9,0	0,6	6,1	1,1
22:5n-3	1,3	0,16	0,9	0,1	1,8	0,3
22:6n-3 DHA)	10,9	1,42	12,2	0,9	16,1	2,9
$\Sigma$ PUFA	34,4	4,5	31,6	2,3	29,3	5,3
$\Sigma$ omega-3	23,2	3,0	26,3	1,9	25,6	4,6
$\Sigma$ omega-6	11,1	1,5	5,3	0,42	3,7	0,7
Forhold omega-6/omega-3	0,5		0,2		0,1	

\*SLMH – sløyd med hode

LA: linolsyre; ALA:  $\alpha$ -linolensyre acid; EPA: eicosapentaensyre; DHA: docosahexaensyre; SFA: mettede fettsyrer; MUFA: monoumettede fettsyrer; PUFA: polyumettede fettsyrer.

De helsebringende effektene av sjømat er ofte knyttet opp mot høyt innholdet av langkjedete omega-3 PUFA, spesielt eicosapentaensyre (EPA, C20:5n-3) og docosahexaensyre (DHA, C22:6n-3), samt forholdet mellom omega-6 og omega-3 FA. Det anbefales at inntaket av EPA (20:5n-3) og DHA (22:6n-

3) (EPA+DHA) bør være mellom 250–500 mg/dag (Jensen *et al.*, 2013; Olsen, 2017; Tvrzicka *et al.*, 2011). Resultatene viser at cirka 170 g rognkjeks (SLMH) kunne gi 250 mg EPA+DHA og, dermed, dekke det anbefalte daglige behovet. Det anbefales også å redusere omega-6/omega-3 FA forholdet. Oftest, dette forholdet i det vestlige kostholdet ligger mellom 15–17 omega-6/1 omega-3 (Jensen *et al.*, 2013; Simopoulos, 2008). Forholdet bør imidlertid være 5 omega-6/1 omega-3 eller færre (Olsen, 2017). Forholdet omega-6/omega-3 FA var 0,5 i hel rognkjeks (Uttak 1) og 0,2 i rognkjeks SLMH (Uttak 2). Begge tall var veldig lave, derfor kan konsum av rognkjeks bidra til å redusere omega-6/omega-3-forholdet i hverdagskosten.

## Vitaminer

Innhold av utvalgte vitaminer i rognkjeks SLMH (Uttak 1) er oppsummert i Tabell 6. Vitamin A og B9 var under metodens deteksjonsgrense, henholdsvis < 60,0 µg/100g og < 25,0 µg/100g (data er ikke vist). For sammenligningsformål brukes de anbefalte EU-nivåene, populasjonsreferanseinntak (Population Reference Intake, PRI) eller tilstrekkelig inntak (Adequate Intake, AI).

Tabell 6 Vitaminer både i rognkjeks sløyd med hode (SLMH, Uttak 1) og berggylt sløyd med hode (SLMH) samt EU-anbefalte inntaksnivåer, populasjonsreferanseinntak (PRI) og tilstrekkelig inntak (AI) for menn og kvinner (≥ 18 år). PRI er i vanlig skrift og AI er i **fet** skrift.

Vitamin	Rognkjeks (SLMH, Uttak 1)	Berggylt (SLMH)	Enhet	PRI / AI <sup>1</sup>		Enhet
				Menn	Kvinner	
E	1,26	1,13	mg/100g	<b>13</b>	<b>11</b>	mg/day
B1 <sup>2</sup>	1,2	0,26	mg/MJ	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	mg/MJ
B2	0,2	0,12	mg/100g	1,6	1,6	mg/day
B3 (total) <sup>2</sup>	5,3	2,3	mg/MJ	<b>1,6</b>	<b>1,6</b>	mg/MJ
B6	0,05	0,13	mg/100g	1,7	1,6	mg/day
B12	1,8	2,2	µg/100g	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>	µg/day
D3 <sup>3</sup>	9,2		µg/100g	<b>15</b>	<b>15</b>	µg/day

<sup>1</sup> PRI er inntaksnivået som er tilstrekkelig til å dekke det daglige næringsbehovet til 97,5% (praktisk tall alle) friske mennesker av bestemt alder (EFSA, 2017). AI brukes når det ikke er nok informasjon til å etablere en PRI. AI er det observerte eller eksperimentelt bestemt inntaksnivået basert på data samlet fra en gruppe friske mennesker av bestemt alder som er antatt å være tilstrekkelig.

<sup>2</sup> For vitamin B1 og vitamin B3 uttrykkes PRI-ene som vitaminmengde per MJ forbrukte kalorier. MJ = megajoule = 239 kcal. Rognkjeks: Vitamin B1 0,14 mg/100 g = 1,2 mg/MJ. Vitamin B3 0,64 mg/100 g = 5,3 mg/MJ.

Berggylt: Vitamin B1 0,1 mg/100 g = 0,26 mg/MJ. Vitamin B3 (total) 0,86 mg/100 g = 2,3 mg/MJ.

<sup>3</sup> Vitamin D3 ble analysert i rognkjeks SLMH fra Uttak 2. Vitamin D3 3,68 IE/g = 9,2 µg/100g. Under vilkår for antatt minimal kutan (gjennom hud) vitamin D-syntese. I nærvær av endogen (indre) kutant vitamin D-syntese er kravet til vitamin D i kosten lavt eller kan til og med være null.

Vurdert fra analysene ser vi at rognkjeks kan være en god kilde til vitaminer B12 og D3. For eksempel, basert på AI, kan 220 g rognkjeks dekke det daglige behovet for vitamin B12 hos voksne menn og kvinner (Tabell 6). PRI-nivå for vitamin D3 kan bli oppfylt ved å spise kun 160 g rognkjeks.

Nivåer av vitamin B1 og vitamin B3 i rognkjeks var høyere enn de korresponderende AI (Tabell 6). Imidlertid, for vitamin B1 er det ingen bestemt øvre tolerable inntaksnivå (Upper tolerable level, UL) grunnet ekstremt lav toksisitet og mangel på vitenskapelige data (Scientific Committee on Food & Scientific Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies, 2006). Det finnes ingen rapporter om bivirkninger for vitamin B1, selv ved daglige inntak opptil flere 100 mg (Scientific Committee on Food & Scientific Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies, 2006). Vitamin B3 (total) er en sum av



nikotinsyre og nikotinamid og har en fellesbetegnelse niacin. UL for fri nikotinsyre er 10 mg/dag og for nikotinamid er 900 mg/dag (EFSA NDA Panel, 2014) (EFSA NDA Panel (EFSA Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies), 2014), dvs. det detekterte nivået av vitamin B3 i rognkjeks er fortsatt akseptabelt.

## Mineraler

Innhold av makro- og mikromineraler i hel rognkjeks (Uttak 1) er vist i Tabell 7. I likhet med vitaminer ble innholdet av forskjellige mineraler evaluert basert på PRI og AI. Nikkel (Ni), kobolt (Co) og krom (Cr) var under metodens deteksjonsgrenser, henholdsvis < 0,02, < 0,004 og < 0,02 mg/kg (data er ikke vist).

Innholdet av alle mineraler var lavt og under de korresponderende PRI eller AI (Tabell 7). Det er ingen bestemte PRI eller AI for svovel (S) og Vanadium (V). S regnes ofte ikke som et essensielt mikromineral for mennesker ettersom det finnes mye S ellers i naturen. De viktigste kildene til S er aminosyrer, metionin og cystein, som brukes til å produsere de fleste proteiner i kroppen (Lorentzen *et al.*, 2001). Vanadium (V) anses ikke som essensielt for mennesker og har ingen næringsverdi, og derfor ingen anbefalte inntaksnivåer bestemt (EFSA, 2004).

Natrium (Na) var mineralet det var mest av i rognkjeks. I følge EFSA NDA -panelet (2019) vil et Na-inntak på 2,0 g/dag være tilstrekkelig til å redusere risikoen for kardiovaskulære sykdommer og for å opprettholde Na-balansen for de fleste voksne. Fra en slik vurdering vil rognkjeks på 250 g bidra med bare 0,8 g Na og kan dermed bidra til lavt natriuminhold i kosten.

Tabell 7 Mineraler både i rognkjeks (hel, Uttak 1) og berggyllt sløyd med hode (SLMH) samt populasjonsreferanseinntak (PRI) og tilstrekkelig inntak (AI) for menn og kvinner (≥ 18 år). PRI er oppgitt i vanlig og AI i **fet** skrift

Mineral	Rognkjeks (hel, Uttak 1)	Berggyllt (SLMH)	Enhet	PRI and AI <sup>1</sup>		Enhet
				Menn	Kvinner	
<b>Makromineraler</b>						
Na	324	110	mg/100g	i.b.	i.b.	
P	292	1090	mg/100g	<b>550</b>	<b>550</b>	mg/day
Ca	232	1500	mg/100g	1000 <sup>2</sup>	1000 <sup>2</sup>	mg/day
K	150	305	mg/100g	<b>3500</b>	<b>3500</b>	mg/day
Mg	21.8	40,7	mg/100g	<b>350</b>	<b>300</b>	mg/day
S	81,5	244	mg/100g	i.b.	i.b.	
<b>Mikromineraler</b>						
Se	22,5	29,7	µg/100g	<b>70</b>	<b>70</b>	µg/day
Mo	3,35	u.d.	µg/100g	<b>65</b>	<b>65</b>	µg/day
V	0,755	18,7	µg/100g	i.b.	i.b.	
Zn	0,695	1,3	mg/100g	16,3	12.7	mg/day
Fe	0,348	0,814	mg/100g	11	16	mg/day
Mn	0,101	0,379	mg/100g	<b>3,0</b>	<b>3,0</b>	mg/day
Cu	0,048	0,042	mg/100g	<b>1,6</b>	<b>1,5</b>	mg/day
Cr		11,3	µg/100g	i.b.	i.b.	

i.b. – ikke bestemt.

<sup>1</sup> PRI er inntaksnivået som er tilstrekkelig til å dekke det daglige næringsbehovet til 97,5 % (praktisk tall alle) friske mennesker av bestemt alder (EFSA, 2017). AI brukes når det er ikke nok informasjon til å etablere en PRI. AI er det observerte eller eksperimentelt bestemt inntaksnivå basert på data samlet fra en gruppe friske mennesker av bestemt alder som er antatt å være tilstrekkelig.

<sup>2</sup> Aldersgruppe ≥ 18–24 år. For aldersgruppe ≥25 år er PRI for Ca = 950 mg/dag både for menn og kvinner.

## Miljøgifter og tungmetaller

Innhold av miljøgifter og tungmetaller i hel rognkjeks (Uttak 1) er oppsummert i Tabell 8. Nivåene av miljøgifter var lave, og i noen tilfeller under deteksjonsgrensen (data er ikke vist). Eksempelvis, var SUM ICES-6 PCB var 68 ganger lavere, og SUM TEQ 12 dl-PCB og TEQ 17 PCDD/Fs var 14 ganger lavere enn EU sine maksimumsnivå satt opp for fisk (Commission Regulation, 2011).

Tabell 8 Miljøgifter og tungmetaller i hel rognkjeks (Uttak 1) og berggylt, sløyd med hode (SLMH)

Forbindelse	Rognkjeks (hel, Uttak 1)	Berggylt (SLMH)	EU maksimum nivå	Enhet
			Muskel eller hel fisk <sup>1</sup>	
Sum ICES-6 PCBs <sup>2</sup>	1,1	11	75	ng/g
Sum TEQ 12 dl-PCBs <sup>3</sup>	0,22	1,5		pg/g
Sum TEQ 17 PCDD/Fs <sup>4</sup>	0,25	0,39	6,55	pg/g
Hg	0,00438	0,174	0,5	mg/kg
Pb	0,0161	0,0178	0,3	mg/kg
Cd	0,00692	0,00793	0,05	mg/kg
As	0,255	4,77		mg/kg

<sup>1</sup> Der fisk forventes å bli spist hel, gjelder maksimumsnivået for hele fisk (Commission Regulation, 2006, 2011).

<sup>2</sup> Sum ICES-6 PCB inkluderer PCB 28, 52, 101, 138, 153, og 180.

<sup>3</sup> Sum TEQ 12 dl-PCB inkluderer PCB 77, 81, 105, 114, 118, 123, 126, 156, 157, 167, 169, og 189.

<sup>4</sup> Sum TEQ 17 PCDD/PCDF inkluderer 2378-TCDD, 12378-PeCDD, 123478-HxCDD, 123678-HxCDD, 123789-HxCDD, 1234678-HpCDD and OCDD; 2378-TCDF, 12378-PeCDF, 23478-PeCDF, 123478-HxCDF, 123678-HxCDF, 123789-HxCDF, 234678-HxCDF, 1234678-HpCDF, 1234789-HpCDF, OCDF.

<sup>5</sup> Sum of PCDD/Fs og dl-PCBs. Sum of PCDD/Fs er 3.5 pg/g våtvekt.

Nivåene av tungmetaller kvikksølv (Hg), bly (Pb) og kadmium (Cd) i rognkjeks var også mye lavere enn de korresponderende EU-maksimumsnivåer (Commission Regulation, 2006). Resultatene tyder på at rognkjeks brukt som rensefisk kan anses som en trygg fisk til humant konsum.

## Konklusjon

Rognkjeks hadde høyt vanninnhold og lavt proteininnhold. Imidlertid var proteinet av god kvalitet og det er en god kilde til alle essensielle aminosyrer. Fettinnholdet var ulikt i Uttak 1 og Uttak 2, noe som indikerer en variasjon avhengig av fôringsregimet mens den brukes som rensefisk i laksemerd.

Fettsyresammensetningen var gunstig med hensyn til innhold av de langkjedete omega-3 fettsyrene, spesielt EPA- og DHA. Hvis en 170 g rognkjeks blir konsumert, vil det anbefalte daglige inntaksnivået på 250 mg EPA+DHA bli dekket. Rognkjeks kan også være en god vitaminkilde. For eksempel kan 160–220 g rognkjeks dekke det daglige behovet hos mennesker av vitamin D3 og B12. Innholdet av flere mineraler var lavt, men rognkjeks kan være nyttig i en natriumfattig diett. Nivå av miljøgifter og metaller var lavere enn de fastsatte maksimumsnivåene i EU, noe som gjør rognkjeks til et trygt produkt å konsumere.

Med henvisning til analyse av næringsmessig kvalitet på rognkjeks vil vi understreke at dette er gjort basert på kun to uttak og dermed bør betraktes som veiledende. Tilsvarende analyser på rognkjeks fra flere oppdrettsanlegg bør gjennomføres for å få bedre innsikt. Screening og karakterisering av rognkjeks bør utføres både på individuell fisk og filet. Dersom fisken skal vurderes til konsum som en hel fisk, bør sulting av rognkjeks før slakt innføres for å unngå fôrrester i mage-tarm systemet.

Resultatene presentert i denne studien anses å være lovende med tanke på muligheter for forbedret etterbruk av rognkjeks sammenlignet med den manglende etterbruk som praktiseres i industrien i dag.

### 5.1.2 Berggylt Labrus berggylda

#### Nærings sammensetning

Næringsinnhold av berggylt (brukt som rensefisk i laksemerd) analysert som filet og SLMH er oppsummert i Tabell 9. Resultatene viste at SLMH hadde et noe lavere vann- og proteininnhold samt et noe høyere fett- og askeinnhold enn berggyltfilet. Det er som forventet ettersom prøvene SLMH hadde skinn, bein og hode i tillegg til filet i kontrast til prøvene tatt fra filet hvor det er kun fiskemuskel som ble analysert.

Videre viste resultatene at både berggylt SLMH og filet hadde et relativt høyt vanninnhold og lavt fettinnhold. Tidligere ble det rapportert at villfanget hel berggylt av omtrent samme størrelse (total vekt  $430 \pm 138$  g) kan inneholde cirka 3,4 % fett i våt vekt (Hamre *et al.*, 2013). I dette tilfelle var ikke fisken sløyd. Det vil si at innvollene var med, noe som kunne gi et høyere fettinnhold ettersom innvoller kan inneholde mer fett, spesielt lever, sammenlignet med andre deler av fisken. Et annet studie har vist at fettinnholdet i villfanget berggylt av mindre størrelse (kroppsvekt  $182,6 \pm 23,1$  g) kan være 3,6 % (Espmark *et al.*, 2020). I samme studie ble det også påvist at oppdrettet berggylt (total vekt  $35,1 \pm 3,2$  g) kan inneholde opptil 8,5 % fett. Dette tyder på at fettinnholdet varierer ut ifra størrelse og vedlikehold/fôrtilgang før slakting. Fisken som ble analysert i vårt forsøk var mager. Det lave fettinnholdet og høye vanninnholdet tyder på at til tross for at berggylden fikk rensefiskfôr hadde den ikke spist nok. Det bør også nevnes at de fleste fisk som ble analysert var kjønnsmodne hunner. Ved kjønnsmodning bruker fisken sitt energilager for oppbygging av gonader (Eliassen & Vahl, 1982). Dette kan delvis forklare det lave fettinnholdet som ble registrert.

Proteininnholdet i berggylt analysert i dette forsøket var noe lavere enn det som ble rapportert tidligere. Eksempelvis, kan hel villfanget berggylt av omtrent samme størrelse inneholde 18,7–18,9 % (Hamre *et al.*, 2013, Espmark *et al.*, 2020). Proteinkvalitet blir omtalt i kapittel Totale aminosyrer (TAA) og proteinkvalitet.

Basert på forenklet næringsdeklarasjon, kan man si at den analyserte berggylden ligner noe på torskefisk, som for eksempel, torsk, hyse, og andre fiskearter som pangasius (Tabell 9).

Tabell 9 Næringsinnhold (%) i berggylt, analysert som filet ( $n=5$  fisk) og sløyd med hode (SLMH) ( $n=12$  fisk)

Parameter	Berggylt		Torsk*	Hyse*	Pangasius*
	Filet	SLMH	I skiver, rå	Filet, rå	Filet, rå
Fiskens vekt (g)	$439 \pm 45$	$444 \pm 90$			
Vann (%)	80,4	76,7	80	81	84
Protein (%)	16,7	14,8	18,1	16,6	13,1
Fett (%)	0,5	1,8	0,3	0,2	1,1
Aske (%)	1,1	3,4			
Karbohydrater	1,3	3,3	0	0	0
Energi (kcal/100g)	77	89	75	68	63
Energi (kJ/100g)	325	374	319	290	265

\*Kilde: <https://www.matvaretabellen.no/>, hentet 17.09.2021.

#### Totale aminosyrer (TAA) og proteinkvalitet

Resultater for innhold og TAA-sammensetning i berggylt analysert som SLMH er oppsummert i Tabell 4. Resultatene viste at berggyltprotein inneholdt alle essensielle aminosyrer (EAA), og prosentandelen

av EAA var 43,1 %. Av alle EAA var innhold av histidin (His) og metionin (Met) lavest (ca. 3–4 mg/g), mens nivået leucin (Leu) og lysin (Lys) var høyest (ca. 10 og 13 mg/g).

Kvalitet på berggyltprotein ble evaluert ved bruk av samme metode som for rognkjeksprotein. Figur 5 viser prosentvis sammenligning mellom hver EAA i berggyltprotein med den korresponderende EAA i WHO-referanseprotein når mengde til hver referanse-EAA er satt opp til 100 %. Resultatene viste at berggyltprotein hadde en tilstrekkelig mengde av alle EAAer, spesielt His, Thr, Ile, Lys, Met og Phe. Det tyder på at berggyltprotein er av god kvalitet og kan brukes til humant konsum. Imidlertid er det nødvendig med mer forskning for kunnskap om fordøyelighet og proteinkvalitet i berggyltfilet.

### **Fettsyre (FA) sammensetning**

Tabell 5 gir en oppsummering av resultater for sammensetning og innhold av FA i berggylt SLMH. Prosentvis andel av mettet FA (saturated fatty acids, SFA) var cirka 22 %, enumettet FA (monounsaturated fatty acids, MUFA) var cirka 36 % og flerumettet FA (polyunsaturated fatty acids, PUFA) var cirka 29 %.

I likhet med rognkjeks var palmitinsyre (16:0) den dominerende SFA i berggylt og oljesyre (18:1n-9) var den dominerende MUFA. Når det gjelder PUFA er det verdt å nevne at berggylt inneholdt både linsyre (LA, 18:2n-6) og  $\alpha$ -linolensyre (ALA, 18:3n-3). Dette er indikasjon på at fiskefôr som ble gitt til berggylt inneholdt vegetabiliske oljer.

Videre, resultater antyder at kun 63 g berggylt (SLMH) er tilstrekkelig for å få 250 mg EPA+DHA og dermed dekke det anbefalte minimale daglige inntaksbehovet. Imidlertid, her bør det nevnes at prøvene var analysert som SLMH og resultatene kan være annerledes hvis man analyserer kun fileten. Likevel, resultatene er lovende.

Forholdet omega-6/omega-3 i den analyserte berggylten var 0,1. Dette er veldig lavt og derfor kan inntak av berggylt bidra til å redusere omega-6/omega-3-forholdet i hverdagskosten.

### **Vitaminer**

Tabell 6 viser innholdet av utvalgte vitaminer som ble detektert i berggylt (SLMH). Vitamin A og B9 var under minimum deteksjonsgrensene, henholdsvis  $< 60,0 \mu\text{g}/100\text{g}$  og  $< 25,0 \mu\text{g}/100\text{g}$  (data er ikke vist). Som for rognkjeks, for sammenligningsformål legges de anbefalte daglige EU-nivåene, populasjonsreferanseinntak (Population Reference Intakes, PRI) eller tilstrekkelig inntak (Adequate Intakes, AI) til i tabellen.

Resultatene indikerer at den analyserte berggylten kan være en god kilde til vitamin B12. For eksempel, hvis en spiser en cirka 200 g berggylt som porsjonsfisk kan det dekke det daglige behovet for vitamin B12 hos voksne menn og kvinner. Vitamin B12 finnes hovedsakelig i en diett av animalsk opprinnelse, og sjømat er en spesielt god kilde i det typiske kostholdet (Nordic Council of Ministers, 2014). Konsentrasjonene av vitamin B1 og B3 i berggylt var litt høyere enn tilsvarende AI men basert på de korresponderende øvre tolerable inntaksnivå (se kapittel Rognkjeks (Cyclopterus lumpus) Vitaminer) er de fortsatt akseptable.

### **Mineraler**

Tabell 7 viser innholdet av makro- og mikromineraler i berggylt (SLMH) samt de anbefalte daglige EU-nivåene, PRI og AI. Nikkel (Ni), kobolt (Co) og molybden (Mo) var under metodens deteksjonsgrenser, henholdsvis  $< 0,02$ ,  $< 0,005$  og  $< 0,009 \text{ mg}/\text{kg}$  (data er ikke vist).

Blant makromineraler, var nivåene av kalsium (Ca) og fosfor (P) de høyeste og de var høyere enn de korresponderende PRI og AI. Dette kan forklares med tilstedeværelse av beinvev i prøvene. Både Ca og P er beinmineraler, og for eksempel opptil 99 % av alt kalsium i en fisk finnes i beinvevet (Lorentzen *et al.*, 2001). Det tolerable øvre inntaksnivået (The tolerable Upper Intake Level, UL) for Ca er oppgitt som 2500 mg Ca per dag (Scientific Committee on Food & Scientific Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies, 2006). Videre er det ikke etablert UL for P, men det er indikert at normale friske individer kan tåle opp mot 3000 mg P per dag og samtidig unngå uønskede effekter (Scientific Committee on Food & Scientific Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies, 2006). Hvis fisken spises som porsjonsfisk vil beinvev mest sannsynlig ikke bli spist. Det er imidlertid av interesse å analysere rein fiskemuskel for innhold av mineraler i senere forsøk.

Innhold av Kalium (K) var under den korresponderende AI. I fisk regnes kalium som elektrolytt (Lorentzen *et al.*, 2001). Den er viktig for fiskens væskebalanse og løste kaliumsalter finnes intracellulært. I mennesker er K et essensielt næringsstoff som er involvert i væske-, syre- og elektrolyttbalansen og er nødvendig for normal celfunksjon. Diettmangel på K er svært uvanlig på grunn av den utbredte forekomsten av kalium i ulike matvarer (Scientific Committee on Food & Scientific Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies, 2006).

For Natrium (Na) er det ikke gitt tilstrekkelige data til å godkjenne anbefalte nivåinntak for Na (EFSA NDA Panel (Panel on Nutrition Novel Foods and Food Allergens) *et al.*, 2019). Imidlertid, EFSA-panelet mente at Na-inntaket på 2,0 g/dag var tilstrekkelig til å redusere risikoen for kardiovaskulære sykdommer og for å opprettholde Na-balansen for de fleste voksne, inkludert gravide og ammende kvinner. I den sammenhengen kan berggyllt på cirka 250 g bidra med bare 0,3 g Na og kan dermed anses å være egnet for diett med lavt natriuminhold.

Når det gjelder mikromineralene, var innholdet av alle forbindelser med definerte EU-inntaksnivåer i 100 g berggyllt lavere enn tilsvarende PRI eller AI. For mikromineralet selen (Se), kan man oppsummere at hvis berggyllt på cirka 250 g blir konsumert som porsjonsfisk, er bidraget til selen (Se) (74,3 µg) og det anbefalte gjennomsnittlige inntaksnivået AI blir oppfylt.

### **Miljøgifter og tungmetaller**

Innhold av miljøgifter og tungmetaller i berggyllt (SLMH) er vist i Tabell 8. Til sammenligning med rognkjeks var innhold av alle miljøgifter i berggyllt litt høyere. Dette er mest sannsynlig knyttet mot at berggyllt var villfanget og ikke oppdrettet. Nivåene av alle miljøgifter var fortsatt veldig lave, og i noen tilfeller under metodens deteksjonsgrenser (data er ikke vist).

Det ble også registrert at berggyllt (SLMH) inneholdt 1,87 mg aluminium (Al)/kg prøve. I 2008 etablerte EFSA AFC-panelet ett tolerabelt ukentlig inntak (Tolerable Weekly Intake, TWI) på 1 mg aluminium/kg kroppsvekt per uke for kostholds aluminium fra alle kilder (EFSA AFC Panel, 2008). Ranau *et al.* (2001) har analysert 27 ulike fiskearter for Al-innhold i filet. De har påvist at de fleste fiskearter inneholdt mindre enn 0,2 mg Al/kg filet. En sammenligning mellom fileter og forskjellige torskeorganer viste høyere aluminiumkonsentrasjoner i organer enn i filet, spesielt i gjeller. Dette er mest sannsynlig knyttet opp mot Al-inntaket via gjeller. Det høye nivået av Al i berggyllt analysert som SLMH kan mest sannsynlig forklares med at prøvene blant annet inneholdt vev fra gjeller. Som regel regnes ikke hode med gjeller og bein som den spiselige delen av fisken fordi fisken kan spises som porsjonsfisk. Likevel, resultatene tyder på at Al-nivået bør sjekkes også i filet.

## Konklusjon

Berggylt i Uttak 1 hadde et relativt høyt vanninnhold og et lavt fettinnhold. Næringsmessig kan den analyserte berggylten rangeres som mager fisk (fettinnhold er lavere enn 3 %). Det er også verdt å nevne at det ikke var fôrrester i magetarmsystemet slik som det ble funnet for rognkjeks. Sammenlignet med vill berggylt var fettinnholdet i den analyserte berggylten også noe lavere. Dette kan knyttes mot fôringsregimet i løpet av perioden da fisken ble brukt som rensefisk i laksemerd. I tillegg var flere analyserte fisker kjønnsmodne. Kjønnsmodning kan føre til at energilager hos fisk blir brukt til oppbygning av gonader, og dermed føre til et noe lavere fettinnhold. Følgelig, kan det være interessant å analysere berggylt av mindre størrelse.

Berggyltprotein var av høy kvalitet og gjør fisken til en god kilde til alle essensielle aminosyrer. Fettsyresammensetningen anses også å være gunstig med hensyn til innhold av de langkjedete omega-3 fettsyrene, spesielt EPA- og DHA-innholdet. Resultatene viser at kun 63 g berggylt er nok for å dekke det anbefalte daglige inntaket på 250 mg EPA + DHA. Det bør imidlertid nevnes at prøvene var analysert som SLMH og dette kan være annerledes hvis man analyserer på filet. Likevel, resultatene anses å være lovende.

Oppsummering av næringsmessig (basert på innhold av vann, proteiner og fett) innhold, viser at berggylt ligner mye på torskefiskearter (f.eks. torsk, hyse).

Berggylt kan være en god B-vitaminkilde, særlig vitamin B12. For eksempel, inneholder berggylt 2 ganger så mye vitamin B12 som oppdrettstorsk (<https://www.matvaretabellen.no/fisk-og-skalldyr-g4/torsk-oppdrett-raa-04.326>, hentet 22.09.2021). Hvis man spiser cirka 200 g berggylt som porsjonsfisk kan det dekke det daglige behovet for vitamin B12 hos voksne mennesker. Innholdet av flere beinmineralelementer var høyere enn det anbefalte daglige behovet for mennesker. Dette er sannsynligvis knyttet opp mot at fisken ble analysert som sløyd, med bein og skinn. Berggylt kan også være en god kilde til selen (Se). Innholdet av selen var like høyt som oppgitt for oppdrettstorsk, cirka 30 µg/100g (<https://www.matvaretabellen.no/fisk-og-skalldyr-g4/torsk-oppdrett-raa-04.326>, hentet 22.09.2021).

Nivåene av miljøgifter og tungmetaller var veldig lave, noe som gjør berggylt til et trygt produkt å spise. Imidlertid bør en være oppmerksom på innhold av aluminium (Al) ettersom dette var litt for høyt sett i sammenligning med anbefalte verdier. Dette kan knyttes mot opparbeidingen av prøvematerialet fra fisken, da prøvene inneholdt bein, hode og gjeller. Dette er som regel ikke regnet som de spiselige delene av fisken.

Resultatene fra dette arbeidet tyder på at berggylt brukt som rensefisk i laksemerd er en undervurdert fisk. Det er imidlertid viktig å nevne at resultater om næringsinnhold som presentert her kun dekker et begrenset uttak med berggylt, og det bør derfor betraktes som veiledende. Mer omfattende screening og karakterisering av berggylt fra flere oppdrettsanlegg, både på enkelt fisk og fileter anbefales får å få et bredere innblikk og kunnskap på dette feltet. Resultatene fra denne studien av næringsinnhold anses å være lovende med tanke på muligheter for mer bærekraftig etterbruk av berggylt.

## 5.2 Prosesstekniske egenskaper og fryselagring

### 5.2.1 Prosesstekniske egenskaper

#### Berggylt

Tabell 10 viser prosentvis fordeling av kroppsdelene av stor (Uttak 1) og liten (Uttak 2) berggylt. I Uttak 1 var fiskene av stor størrelse (lengde ca. 30 cm, total vekt  $480 \pm 182$  g). Minstemål ved fangst av berggylt som er oppgitt av fiskeridirektoratet er  $14 \text{ cm}^1$  og som regel er berggylt av denne størrelsen når den blir overført til laksemerd. Imidlertid, erfares det at villfanget berggylt av større størrelse ( $\pm 20$  cm) kan bli overført til merden (Lerøy Vest AS, personlig kommunikasjon) noe som er sannsynlig for fisken analysert i dette arbeidet. Berggylt i Uttak 1 ble brukt som renseskjold i cirka 8 måneder. Dette tyder på at fisken var større enn  $14$  cm allerede ved innsetting i laksemerd. I tillegg var de fleste individer i Uttak 1 kjønnsmodne hunner. Berggylt er en hermafrodit, altså en fisk som skifter kjønn. De blir kjønnsmodne når de er cirka  $16$ – $18$  cm lang, og da blir de fleste fiskene kjønnsmodne hunner<sup>2</sup>. Senere skifter hunnene kjønn og blir hanner. Fisk på  $18$ – $22$  cm er fra  $2$  til  $5$  år gamle, og  $36$ – $38$  cm lange berggylt er cirka  $16$  år gamle. De fleste analyserte fiskene var fra  $27$  til  $32$  cm lange. Ifølge Dipper *et al.* (1977), kan fisken av den størrelsen være mellom  $8$  og  $11$  år gammel.

Ettersom det er vanlig å bruke berggylt av mindre størrelse som renseskjold i laksemerd ble det besluttet å undersøke små berggylt (Uttak 2). Fiskene i Uttak 2 var berggylt på cirka  $19$  cm lengde og med cirka  $89$  g vekt (sløyd med hode) (Tabell 10). Basert på størrelsen tyder det på at fiskene var cirka  $4$ – $5$  år gamle (Dipper *et al.*, 1977). Det var utfordrende å få tak i berggylt ettersom det ikke brukes berggylt som renseskjold nær Troms, i tillegg var det Covid-restriksjoner over en lengre tidsperiode. Fiskene i Uttak 2 ble analysert parallelt med en annen prosjektaktivitet (der fisk ble sendt til Korea for markedsundersøkelser), og råstoffet var på det tidspunktet allerede sløyd ved mottaket. Resultater for prosentvis fordeling av ulike deler av stor (Uttak 1) og liten (Uttak 2) berggylt er derfor sammenlignet med utgangspunkt i sløyd fisk med hode (SLMH).

Ved sammenligning av en stor og liten berggylt, Uttak 1 (SLMH) og Uttak 2 (SLMH) kan man se at den største forskjellen mellom uttakene var prosentandelen filet Tabell 10. Stor fisk hadde større andel filet enn mindre fisk, henholdsvis rundt  $40$  og  $33$  %. I tillegg kan det nevnes at alle fiskene ble filetert manuelt, og jo mindre fisken var, desto mer utfordrende og tidkrevende ble fileteringen. Filetandelen i berggylt var tilstrekkelig også i forhold til den totale vekten av fisken. Til sammenligning, utgjør beinfri filet hos Atlantisk torsk cirka  $37$  % (Lynum, 2005) mot cirka  $36$  % hos analysert berggylt i Uttak 1.

Tabell 10 Prosentvis fordeling av ulike deler av berggylt med ulik størrelse, Uttak 1 og Uttak 2

Kroppsdel	Berggylt		
	Uttak 1 (n=12)		Uttak 2 (n=12)
	Total vekt $480 \pm 182$ g	Vekt SLMH* $405 \pm 81$ g	Vekt SLMH* $89 \pm 29$ g
Hode (%)	$24 \pm 3$	$26 \pm 3$	$26 \pm 2$
Skinn (%)	$10 \pm 3$	$11 \pm 1$	$15 \pm 3$
Filet (%)	$36 \pm 2$	$40 \pm 3$	$33 \pm 6$
Bein (%)	$19 \pm 4$	$19 \pm 1$	$22 \pm 3$
Innvoller (%)	$9 \pm 4$		

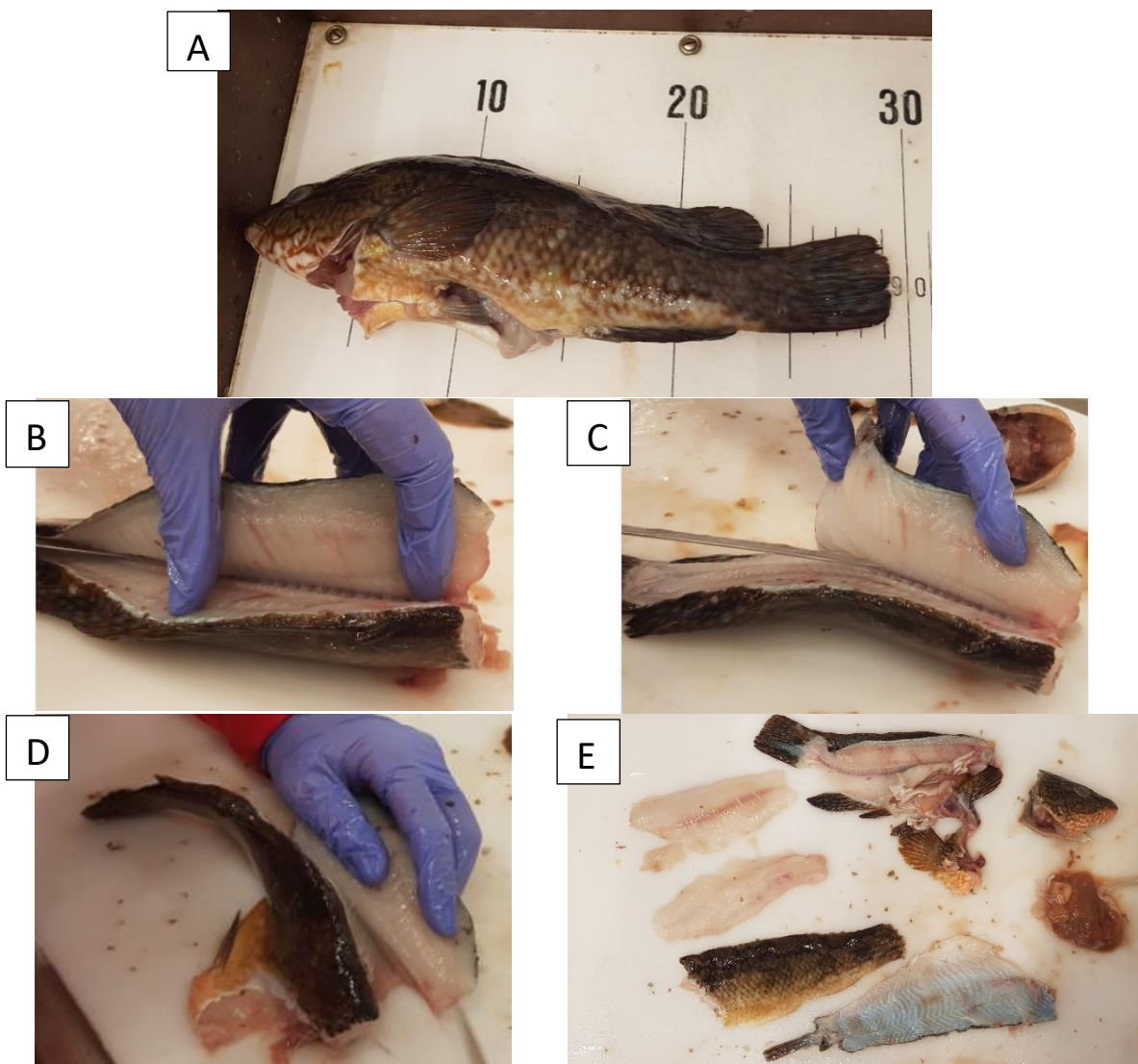
\*Vekt SLMH – vekt av sløyd fisk med hode.

<sup>1</sup> <https://www.fiskeridir.no/Yrkesfiske/Tema/Leppefisk/Minstemaal>, hentet 17.09.2021

<sup>2</sup> <https://www.hi.no/hi/temasider/arter/leppefisk/berggylte>, hentet 17.09.2021

For å studere kroppsoppbygning og mulighet for å sammenligne med andre fiskearter ble berggylt filetert på samme måte som for torskefisk. Først, ble fisken sløyd, deretter ble hode med ørebein fjernet og filet ble deretter frigjort fra ryggbeinet og skinnen (Figur 6).

For å forenkle prosessering, mekanisk og med hensyn på tid, kan berggylt, spesielt av mindre størrelse, prosesseres ved bruk av såkalt «Japan kutt». Det vil si at hode og buk med innvoller blir skåret av på skrå (Figur 7). Dette er også vanlig måte å skjære vill berggylt blant fiskere<sup>3</sup>. Etter et japankutt kan man enten skjære fileter av fra rygggraden eller stoppe før fileteringen slik at man får en sløyd fisk uten hode, men med bein og skinn. Eventuelt kan man velge å fjerne halefinnen. Vi mener at et slikt produkt vil være sensorisk attraktivt dersom berggylden skal konsumeres som porsjonsfisk. Dessuten vil fjerning av hode, gjeller og innvoller være gunstig for å forlenge fiskens holdbarhet.



Figur 6 Håndfiletering av berggylt (Uttak 1)  
A: berggylt SLMH med lengde på cirka 30 cm  
B-D: fileteringstrinn  
E: oversikt over berggyltens ulike deler.

<sup>3</sup> <http://www.fiskeri.no/Tema/Berggyltfilet.htm>, hentet 21.09.2021





Figur 7 Berggylt prosessert ved bruk av japankutt<sup>4</sup>

### Konklusjon

Den enkleste måten å prosessere berggylt på er japankutt. Dette sparer tid, og det passer både for stor og liten berggylt samtidig som et slikt kutt gir et produkt med attraktivt utseende. Man kan også lage fileter fra større berggylt. Filetene ligner da mye på abborfilet både i formen, farge og i innholdet av bein.

### Rognkjeks

Prosentvis fordeling av de ulike kroppsdelene i rognkjeks er vist i Tabell 11. Ingen av de analyserte rognkjeksene var kjønnsmodne. I Uttak 1 var andeler filet og skinn litt lavere enn i Uttak 2. Dette kan knyttes mot størrelsesforskjell samt at det var mer utfordrende å filetere små rognkjeks enn stor. Videre, filetandel (fra 15 til 19 %) var omtrent av samme størrelsesorden som oppgitt av Reykdal *et al.* (2012) og Ólafsson *et al.* (2009), henholdsvis 14 og 23 %. Andel innvoller i rognkjeks fra Uttak 1 var dobbelt så stor som for Uttak 2, henholdsvis 19 og 8 %. Mest sannsynlig er dette knyttet mot fôrrester i magetarmsystemet i rognkjeks fra Uttak 1.

Tabell 11 Prosentvis fordeling av ulike deler av rognkjeks fra Uttak 1 (n = 5) og Uttak 2 (n = 10)

Kroppsdel	Uttak 1	Uttak 2
	264 ± 73 g <sup>1</sup>	513 ± 84 g <sup>1</sup>
Hode (%)	18 ± 2	18 ± 1
Skinn (%)	29 ± 5	35 ± 3
Filet (%)	15 ± 5	19 ± 2
Bein (%)	13 ± 3	15 ± 2
Innvoller (%)	19 ± 5	8 ± 1

<sup>1</sup> Kroppsvekt (gjennomsnittlig total vekt ± standard avvik).

Hode og skinn til sammen utgjorde den største andelen i alle fisk, 47 og 53 % henholdsvis i Uttak 1 og Uttak 2. Dette er høyere sammenlignet med det som ble funnet for vill rognkjeks, cirka 40 % av Ólafsson *et al.* (2009) og Reykdal *et al.* (2012), men omtrent likt med det som ble oppgitt av Paradis *et al.* (1975), cirka 50 %. I de studiene varierte vekten på rognkjeks fra cirka 1 og 4,5 kg. Det at hode og

<sup>4</sup> <http://www.fiskeri.no/Tema/Berggyltfilet.htm>, hentet 21.09.2021

skinn til sammen utgjør halvparten av fisken kan være problematisk i forhold til hvordan fisken skal utnyttes og hvilket produkt som skal lages. Spesielt gjelder det små fisk.

Som oftest blir vill rognkjeks verdsatt for sin rogn, som anses å være godt egnet for produksjon av kaviarprodukter, mens resten av fisken ofte håndteres som fiskeavfall (Davenport, 1985; Johannesson, 2006; Paradis *et al.*, 1975; Powell *et al.*, 2018). Imidlertid er det flere land som bruker selve fisken til humant konsum. For eksempel eksporterer Island frossen rognkjeks til Kina (Þórðarson *et al.*, 2018), og i Russland brukes vill rognkjeks til flere produkter, eksempelvis varmrøkte produkter eller til hermetik (Figur 8)<sup>5</sup>.



Figur 8 Eksempler på utvalgte produkter laget av vill rognkjeks som brukes i Russland<sup>5</sup>

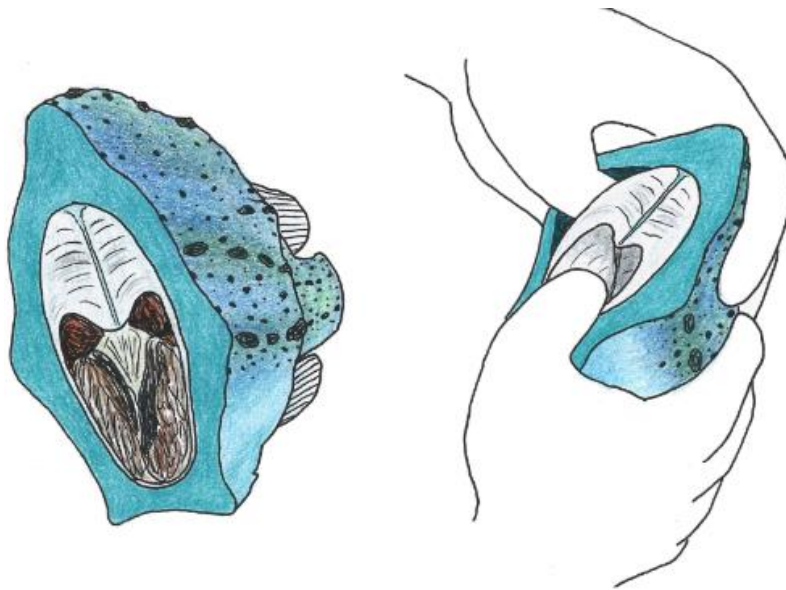
A: Røkt rognkjeksfilet i skiver

B: Hodekappet, sløyd og skinn rognkjeks, røkt

C: Hermetisert rognkjeksfilet med olje.

I følge Nøstvold *et al.* (2016) kunne norsk rognkjeks passet til og eksporteres til asiatiske land hel som en porsjonsfisk. I flere asiatiske land er det vanlig å konsumere fisk som hel med skinn, bein, hode og innvoller. I vår studie ble et alternativt produkt laget, der vi skar rognkjeks fra nakken bak ørebein, over magen til gattåpningen (Figur 10). En slik kutt blir ofte referert til som "japankutt" (Volda University College *et al.*, 2021). Japankutt forenkler prosessering ettersom tradisjonell filetering av rognkjeks (som også ble prøvd i denne studien) var ganske utfordrende og tidskrevende. I tillegg til japankutt ble også alle finner (inkludert halefinne) og skinn fjernet, noe som ga et produktutbytte på henholdsvis 28 og 34 % i Uttak 1 og Uttak 2. Det er verdt å nevne at skinnets tykkelse og elastisitet gjorde det enkelt å fjerne skinn for hånd (Figur 9).

<sup>5</sup> <http://xn--b1ade3afmki.xn--p1ai/species/%D0%BF%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%B3%D0%BE%D1%80/>, hentet 27.09.2021



Figur 9 Manuell fjerning av rognkjeksskinn (Illustrasjon: Gunhild S. Johansson, Nofima, Tromsø) (Prosjekt: Blue-CC)

Etter vår mening, ser det nye produktet tiltrekkende ut og ligner mer på andre fiskearter noe som kan gjøre det enklere å få en interesse for arten hos konsumenter. Hvis rognkjeks (etter å ha blitt brukt som rensefisk) skulle brukes til andre formål enn ensilering, kan dette produktet vurderes.



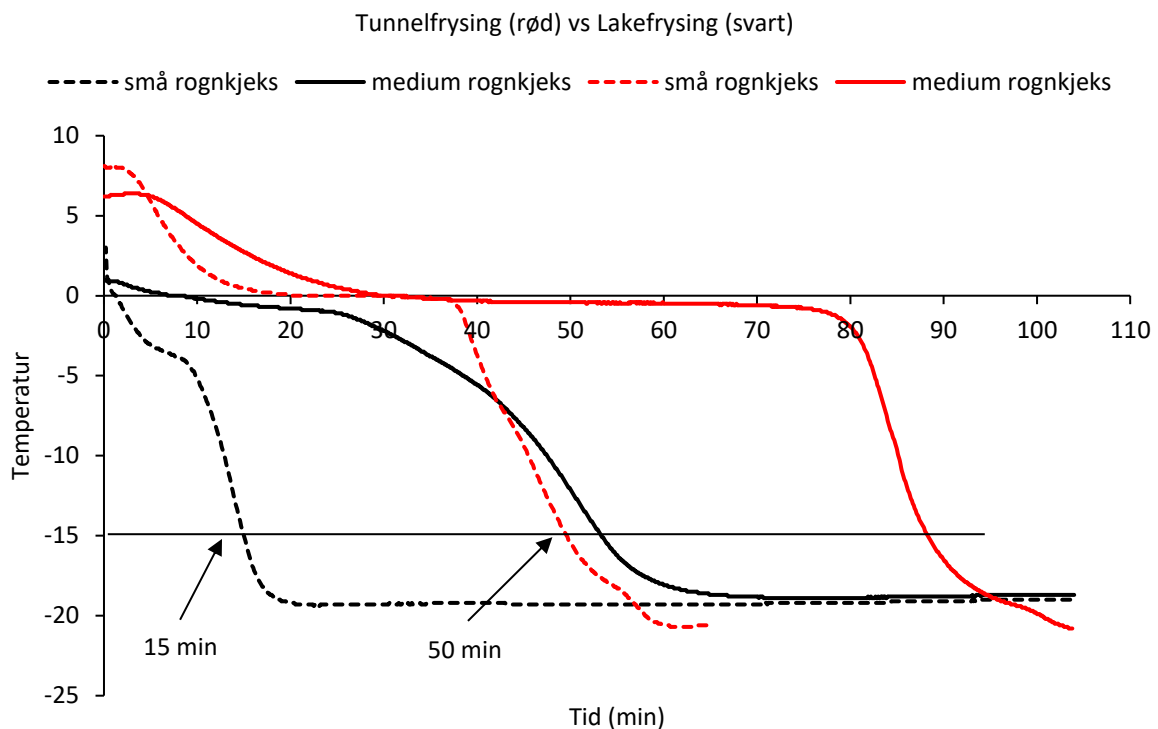
Figur 10 Bilde av rognkjeks med bruk av japankutt (venstre) og japankutt uten skinn (høyre)

### Konklusjon

Prosessering av rognkjeks kan være utfordrende ettersom den har en kuleformet kroppsform med en stor andel av hode og skinn. Hvis rognkjeks (etter å ha blitt brukt som rensefisk) skulle brukes til andre formål enn ensilering, kan små rognkjeks brukes som hel fisk eller som et produkt ved bruk av japankutt, skinning og fjerning av alle finner. Etter vår mening har sistnevnte et mer attraktivt utseende. I tillegg er det viktig å nevne at rognkjeks bør sorteres etter størrelse før prosessering. En fisk med vekt på over 150–200 g vil bli enklere å prosessere og gir et bedre utbytte enn små fisk.

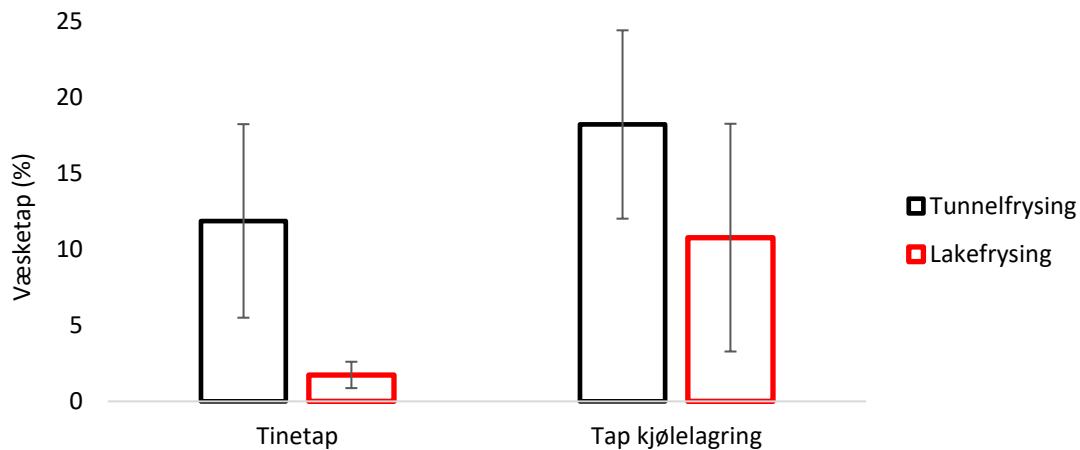
### 5.2.2 Fryseforsøk

Lake- og tunnelfrysing ble valgt ettersom det er metoder som oftest brukes i fiskeindustri og er relativt enkle å implementere i prosesseringslinjen ved behov. Figur 11 viser temperaturutviklingen for små og medium rognkjeks gjennom lakefrysing og tunnelfrysing. Sammenligning av innfrysingstid ved ulike frysemetoder ble gjennomført basert på tiden det tok før temperaturen i fisken sank ned til  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ved  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  er mesteparten av vann i fisken i frossen tilstand samtidig som at fryseraten fortsatt er høy. Resultatene viste at lakefryseren er cirka 3 ganger raskere enn vindtunnelen. For eksempel er innfrysingstiden for små rognkjeks 15 og 50 minutter, i henholdsvis lakefryser og vindtunnel. Det samme gjelder større fisk.



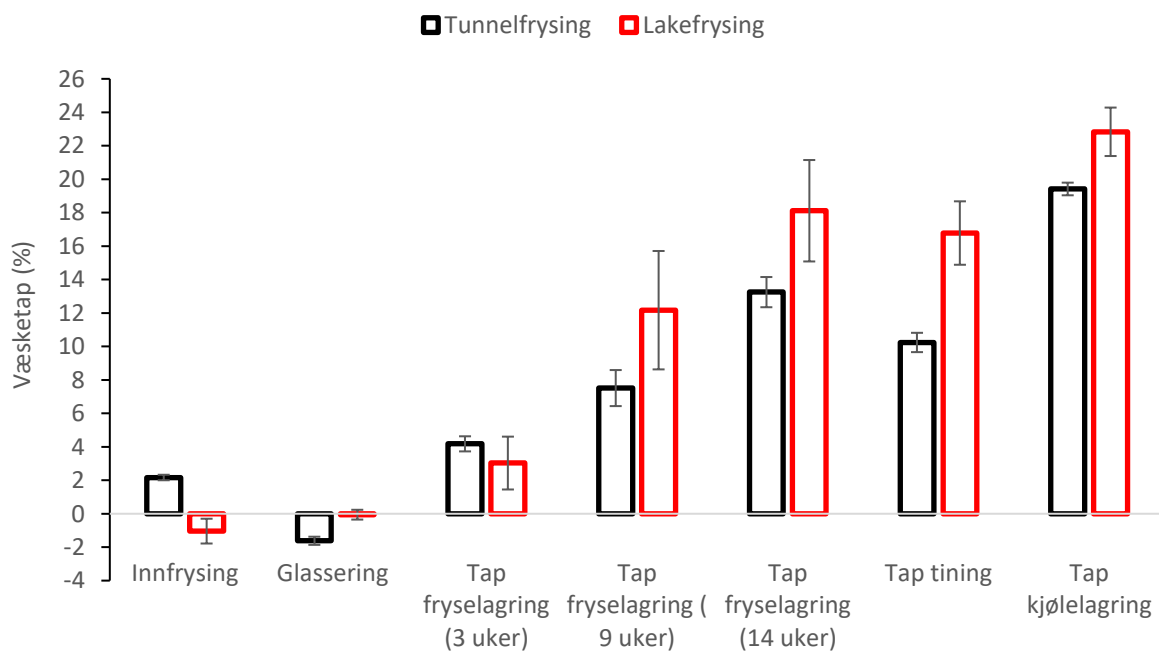
Figur 11 Fryseskjema for innfrysing av små og medium rognkjeks ved hjelp av vindtunnel og lakefrysing

Figur 12 viser prosentvist væsketap etter tining (direkte etter innfrysing) og etter en ukes kjølelagring ( $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Tiden det tok for å tine en fisk varierte fra 30 minutter til 3 timer for små og stor rognkjeks, henholdsvis. Væsketap etter tining var  $2 \pm 1\%$  for lakefrossen og  $12 \pm 6\%$  for tunnelfrossen rognkjeks. Etter en ukers kjølelagring økte væsketapet for begge metoder, men det totale væsketapet var fortsatt lavere for lakefrossen rognkjeks. Resultatene indikerte at lakefrysingen begrenset væsketapet både ved tining og den påfølgende kjølelagringen.



Figur 12 Tinetaap (til venstre) og tinetaap etter kjølelagring (1 uke, 4 °C, til høyre)

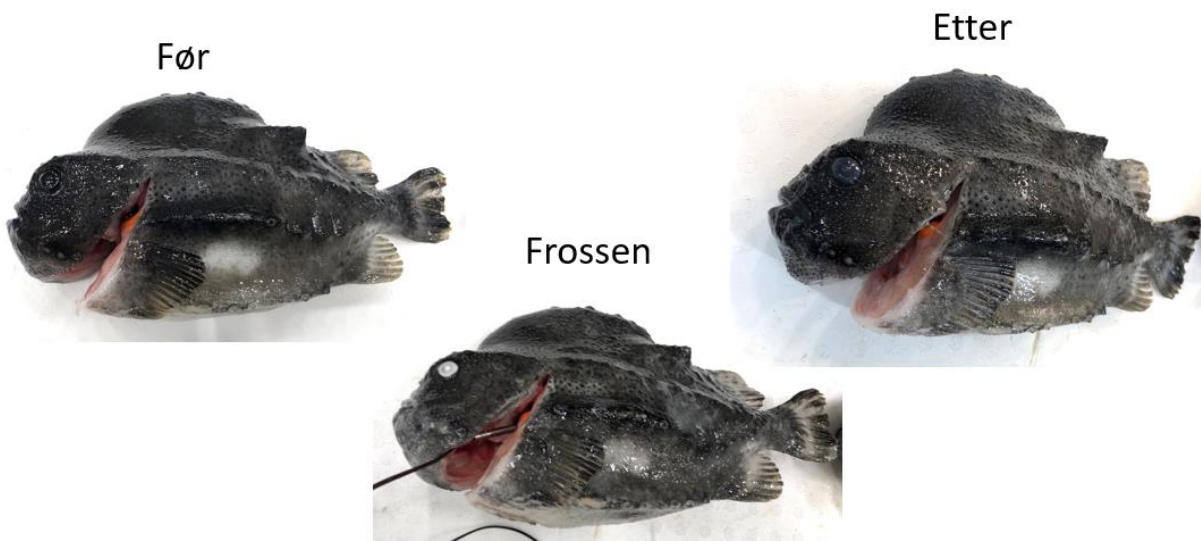
Figur 13 viser vektendringer (%) etter innfrysing, glasering, fryselagring (3, 9 og 14 uker), tining og kjølelagring (en uke). Resultatene viste at lakefrysing medførte minst tap ved innfrysing, men at det lakefrosne råstoffet tapte mer vekt i frosset tilstand, vel og merke i upakket tilstand og ved -21 °C. De største vektendringer i lakefrosne fisk oppstod mellom 3 og 14 uker av fryselagring.



Figur 13 Vektendring (%) gjennom innfrysing, glasering, fryselagring (3, 9 og 14 uker), tining og kjølelagring (en uke).

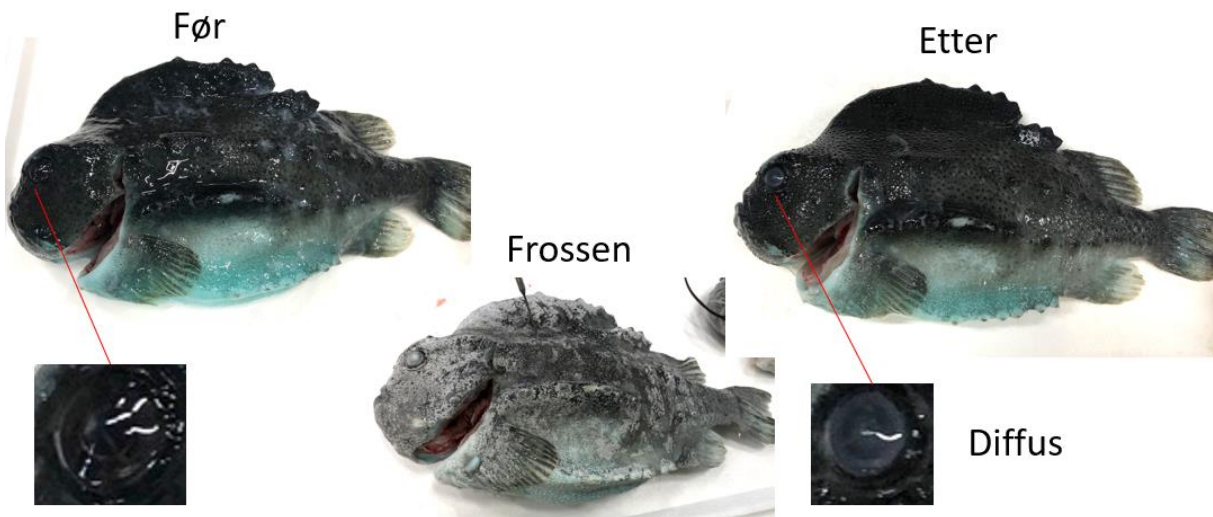
I tillegg hadde lakefrosne rognkjeks et mer attraktivt utseende (tilnærmet lik fersk fisk) i frosset tilstand (Figur 16), kun fargen på øynene ble forandret (Figur 14) i motsetning til tunnelfrosne fisk der rognkjeks så mer uttørket ut (Figur 15). Lakefrosne rognkjeks i frosset tilstand hadde i tillegg annerledes tekstur, det vil si at det ble et synlig fingermerke etter et relativt intensivt fingertrykk på fisken i rygg-området. Mens tunnelfrosne fisk virket som mer uttørket og var hardere i konsistensen. Imidlertid, i tint tilstand hadde begge gruppene et attraktivt utseende, kun øynene ble mindre gjennomskjinnelige.

## Lakefrysing



Figur 14 Rognkjeks før og etter lakefrysing, samt i frossen tilstand.

## Tunnelfrysing



Figur 15 Rognkjeks før og etter tunnelfrysing, samt i frossen tilstand.



Figur 16 Rognkjeks fryselagret i åpen plastkasse. Til venstre: tunnelfryst og lakefryst rognkjeks på dag 0 av fryselagring. Til høyre: tunnelfryst og lakefryst rognkjeks etter 20 dagers fryselagring.

### Konklusjon

Ettersom dette var et pilot-forsøk med begrenset antall fisk bør resultatene anses som veiledende. Ved videre forsøk bør fisken fryselagres i emballasje/innpakning. I dette forsøket visste det seg at lakefrysing var mer effektiv for innfrysing og kort kjølelagring mens tunnel singelfrysing var bedre for langtids fryselagring. Singelfrysing er best egnet hvis fisken ikke skal sløyes før innfrysing.

## 5.3 Regulatoriske aspekter

Fisk som blir benyttet til rensefisk er både villfanget og oppdrettet. Rensefisk som har sitt opphav som vill fisk har dermed vært underlagt et annet regelverk enn fisk som har blitt oppdrettet til rensefisk. Vi har derfor strukturert teksten etter rensefiskens sitt opphav. Delkapittel 5.4.1 tar for seg rensefisk som har opphav som villfanget leppefisk. Delkapittel 5.4.2 tar for seg rensefisk som har blitt oppdrettet, men også bruk av rensefisk i akvakulturanlegg. Delkapittel 5.4.3 adresserer forskrifter som gjelder for bruk av fisk til humant bruk. Delkapittel 5.4.4 tar for seg begrensninger i og etterlevelse av dagens regelverk. For rensefisk gjelder *Dyrevelferdsloven* sine bestemmelser som viser til dyr sin egenverdi. I paragraf 3 uttrykkes følgende: «Dyr har egenverdi uavhengig av den nytteverdien de måtte ha for mennesker. Dyr skal behandles godt og beskyttes mot fare for unødige påkjenninger og belastninger.»

I tillegg er aktørene bundet til visse særforrifter som vi vil adressere i de følgende delkapitlene. Regelverket er omfattende og detaljert. Vårt mål er ikke å gi en fullstendig gjennomgang av regelverket, men å gi en oversikt av aktuelle forskrifter og de overordnede implikasjonene av forskriftene.

### 5.3.1 Villfanget leppefisk som rensefisk

Ifølge forskrift om regulering av fisket etter leppefisk i 2021 (2021) gjelder et generelt forbud for norske fartøy å drive fangst etter leppefisk (§ 1). Forskriften åpner derimot opp for at fartøy som er gitt adgang til å delta i fisket er unntatt forbudet (§ 2). Forskriften spesifiserer at fartøyene som har adgang til å delta i *Lukket gruppe* kan fiske 90 % av totalkvoten, mens fartøy som deltar i *Åpen gruppe*, *ungdomsfiskeordningen* og *fritidsfiske* kan fiske de resterende 10 % av kvoten (§ 2). Den totale kvoten er fullt ut definert av tre regioner som har egne totalkvoter, regioner som også har bestemmelser for

når en utøvelse av fisket kan foregå i løpet av året (§ 2). Videre er det introdusert fartøyskvoter<sup>6</sup> i fisket (§ 3). Forskriften instruerer også at eventuell bifangst øyeblikkelig skal tilbakeføres til sjøen slik at den kan returnere til sitt naturlige habitat uten å påføres skade (§ 6). For aktører som deltar i fisket må det også finnes en leveringsavtale med kjøper (deltakerforskriften, 2021: § 43 til § 44).

I henhold til forskrift om utøvelse av fisket i sjøen (2004) stilles det krav til røkting<sup>7</sup> (§ 28 ledd 7), rømningshull, fluktåpninger og inngangssperre i teiner og ruser som blir benyttet i fisket (§ 33b og § 33c). Det er også iverksatt regionspesifikke regler for bruk av teiner og ruser (§ 33 tredje ledd). Det er ikke satt artsspesifikke kvoter på leppefisk. Av hensyn til dyrevelferd finnes det bestemmelser for fangst som skal holdes levende (Kapittel XVIII). Visse paragrafer<sup>8</sup> gjelder for rensefisk, herunder generelle krav (§ 86) og krav til transport (§ 92). Forskrift om krav til fartøy som skal fiske og føre fangsten levende (2005) stiller krav til utrustningen av fartøyene som skal utøve fisket. Formålet er å sikre at fisken blir forsvarlig behandlet fra et fiskevelferds perspektiv (§ 1) og forskriften gjelder for fartøy som fisker og fører rensefisk (§ 2). Her stilles det krav til blant annet fartøyet sitt utstyr og innretninger om bord (§ 3), og fiskeredskap (§ 4). Fisket er også regulert etter landingsforskriften (2014) som krever at opplysninger om fangsten skal registreres, med formål om å trygge en bærekraftig forvaltning av ressursen og for å oppnå kvotekontroll (§ 1).

### 5.3.2 Akvakultur (oppdrett og bruk av rensefisk)

Akvakulturnæringen er regulert etter akvakulturdriftsforskriften (2008). Med utgangspunkt i denne forskriften kan man dele opp i tre kategorier etter driftstyper av rensefisk: (1) *Installasjoner for midlertidig oppbevaring av rensefisk*, (2) *bruk av rensefisk i akvakulturanlegg* og (3) *akvakultur av rensefisk inkludert stamfisk og settefisk av rensefisk*. Vi gir nå en utfyllende, men ikke en fullstendig presentasjon av paragrafene som gjelder. For en fullstendig oversikt over hvilke paragrafer og ledd som gjelder for de tre kategoriene henviser vi til forskriftens § 3. Felles er at kapittel 1 og 7 gjelder for de tre kategoriene.

Formålet med forskriften er å oppnå nærings- og samfunnsøkonomiske mål samtidig som utviklingen er bærekraftig, og bidrar til god helse hos akvakulturdyr og velferd hos fisk (§ 1). I forskriftens kapittel 2, Generelle krav, spesifiseres krav til driften som gjelder i sin helhet for kategorien *akvakultur av rensefisk inkludert stamfisk og settefisk av rensefisk* og i stor grad for de to andre kategoriene. For alle tre kategoriene gjelder følgende: driften skal være forsvarlig fra et teknisk, biologisk og miljømessig perspektiv og ivareta helse og velferd (§ 5), krav til faglige kvalifikasjoner hos personell (§ 6), en beredskapsplan som skal bistå til å opprettholde smittehygiene og fiskevelferd i kritiske situasjoner og som gir en oversikt over tiltak som kan iverksettes når slike situasjoner inntreffer (§ 7), krav til regelmessige tiltak for å hindre innføring av og spredning av smittsomme sykdommer (§ 11), en varslingsplikt overfor Mattilsynet ved mistanke om forskjellige typer sykdom, økning av uavklart dødelighet eller forhold som har ført til alvorlige fiskevelferdsmessige utfall (§ 14), krav til aktsomhet ved benyttelse av legemidler og kjemikalier (§ 15) og til fjerning av død fisk og slaktning (§ 16).

Med få unntak gjelder kapittel 3, Særskilte krav ved produksjon av fisk, for alle tre kategoriene. Her gjelder følgende krav for de tre kategoriene: at installasjoner og produksjonsenheter legger til rette for et naturlig levemønster hos fisken, samt for inspeksjon og behandling av fisken (§ 19), at metoder,

<sup>6</sup> I åpen gruppe er det innført en maksimalkvote per fartøy.

<sup>7</sup> Gjelder ikke hellidager og søndager.

<sup>8</sup> Se § 85 andre ledd



installasjoner og utstyr som benyttes skal være skikket ut ifra et fiskevelferdsperspektiv (§ 20), at vannet skal tilpasses fisken sitt behov og overvåkes (§ 22), til en forsvarlig tetthet av fisk (§ 25), at fisken sin velferd skal ivaretas ved utsett i akvakulturanlegg (§ 26), at fôr skal være helse – og velferdsbringende og tilpasset fisken (§ 27), at håndtering av fisken er skånsom (§ 28), at fisk som det er en påkjenning for å leve skal avlives (§ 34), krav til tiltak for å hindre og begrense rømming (§ 37), meldeplikt dersom rømming har oppstått eller mistenkes (§ 38). Paragraf 28 påpeker også at rensefisk som brukes sammen med annen fisk skal sorteres ut for gjenbruk eller avlivning før enheten blir tømt for fisk.

Noen paragrafer i kapittel 4, Ytterligere krav ved produksjon av stamfisk og matfisk, gjelder for kategoriene *bruk av rensefisk i akvakulturanlegg* og *akvakultur av rensefisk inkludert stamfisk og settefisk av rensefisk*. For førstnevnte gjelder krav til driftsplan og journalføring (§ 40 til § 42). For produksjonsenheter skal det eksempelvis journalføres utsett, uttak og tap på artsnivå. Det stilles også krav til månedlig rapportering (§ 44 første ledd bokstav a, b, f, g og h) og helsekontroller (§ 50 til § 50a). For sistnevnte kategori gjelder eksempelvis krav i forhold til avl og reproduksjon (§ 51) og avlsfaglig kompetanse (§ 53), men også her er det krav til rapportering (§ 44 fjerde ledd og § 45).

Kapittel 5, Ytterligere krav ved produksjon av settefisk og kultiveringsfisk, inneholder paragrafer som gjelder for kategorien *akvakultur av rensefisk inkludert stamfisk og settefisk av rensefisk*. Her stilles det eksempelvis krav til smittemessig adskilte enheter (§ 56), journalføring (§ 57), rapportering (§ 58), inntak av stamfisk eller villfanget fisk (§ 61) og helsekontroller (§ 62).

Videre må aktørene forholde seg til forskrift om IK-Akvakultur (2004). Forskriften stiller krav til det systematiske interne arbeidet (internkontroll) som skal iverksettes for at krav i overensstemmelse med akvakulturlovgivningen oppfylles (§ 1). Forskriften spesifiserer også hva internkontroll er, samt retningslinjer for dokumentering av kontrollen (§ 5). Forskrift om tiltak for å forebygge, begrense og bekjempe PD hos akvakulturdyr (2017) gjelder også, hvor formålet er å hindre utbrudd og minske konsekvensen av pankreassykdom (PD) (§ 1). Her er det krav til tiltak som rutinemessige prøvetakinger (§ 4).

I henhold til laksetildelingsforskriften (2004) vil en tillatelse til å drive akvakultur av laks, ørret og regnbueørret også omfatte bruk av rensefisk (§ 5a). Forskrift om utvidelse av akvakulturanlegg med videre (2008) spesifiserer at etablering av et akvakulturanlegg for oppdrett av rensefisk må godkjennes av Mattilsynet (§ 5) på bakgrunn av krav til søknaden (§ 6) og forhold inkludert hensyn til det omkringliggende miljøet (§ 7). Dersom det skal etableres en installasjon for midlertidig oppbevaring av rensefisk skal Mattilsynet ha melding om dette (§ 4 bokstav c).

### **5.3.3 Fisk for humant konsum**

I dette avsnittet vil vi se på kravene som er gitt i forskrift om kvalitet på fisk og fiskevarer (2013). Formålet er at forbrukere skal bli tilbudt fisk og fiskevarer av god kvalitet (§ 1) og omfatter enhver fisk og fiskevare som hovedsakelig består av fisk som skal benyttes til humant konsum (§ 2). Kapittel IV, Kvalitetskrav til råstoff, spesifiserer krav til råstoffet for forskjellige typer av anvendelse (§§ 10–13). I paragraf 14 listes tilstander av fisk og fiskevarer som ikke kan brukes til humant konsum, for eksempel om fisken er selvdød. I kapittel VI, Særlige bestemmelser om oppdrettet fisk, adresseres oppdrettet fisk. Her stilles det krav til at spor av fôr ikke skal finnes i mage eller tarm (§ 16). Videre spesifiserer paragraf 17 følgende:

«Oppdrettet fisk skal sorteres innenlands slik at fisk med sår, misdannelser, grove behandlingsfeil eller indre kvalitetsfeil ikke omsettes til humant konsum.»

Det åpnes derimot opp for feilretting som muliggjør bruk til humant konsum og for bruk til diverse innlands konsum (§ 17). Kapittel X tar for seg generelle krav til emballasje og merking.

#### 5.3.4 Begrensninger og etterlevelse av regelverket

I perioden juni–desember 2018 gjennomførte Mattilsynet en tilsynskampanje hos et utvalg av matfiskanlegg som benyttet rensefisk, alle settefiskanlegg for rensefisk, og hos fiskere (Mattilsynet, 2020). Tilsynet ble også supplert med en spørreundersøkelse. Hensikten med tilsynskampanjen, kjent som *Rensefiskkampanjen*, var å undersøke helse og velferd hos rensefisk og herunder identifisere forbedringspunkter. Mattilsynet påpekte at det legges ned mye arbeid for at rensefisken skal ha det bra, men konkluderte med at situasjonen i næringen ikke var bærekraftig eller forsvarlig i henhold til dyrevelferd (Mattilsynet, 2020). Mattilsynet anslo at et høyt antall rensefisk døde i merdene og stilte seg spørrende til hvor individene ble av og hvorfor de døde. Videre forventet Mattilsynet tiltak fra næringen for å bedre dyrevelferden og påpekte at forholdet ville bli fulgt opp. I den forbindelse listet Mattilsynet opp noen punkter som næringen måtte etterleve. Mattilsynet påpekte også at regelverket må forbedres ettersom behov identifiseres og poengterte at det er viktig at regelverket blir kommunisert godt for å forenkle etterlevelsen av regelverket.

Det har også blitt stilt spørsmål ved bærekraften i leppefisket. Totalkvoten i 2018 var på 18 millioner leppefisk og dermed over 9 millioner mindre enn det som ble fisket i 2017 (Fiskeridirektoratet, 2021). Dette kan tyde på at uttaket var over det bærekraftige nivået i 2017, og at en totalkvote dermed var nødvendig for å trygge den biologiske bærekraften. Individuelle fartøyskvoter er også innført i fisket, noe som antas å fremme den økonomiske bærekraften (Asche *et al.*, 2008). Havforskningsinstituttet (HI) påpeker at det er usikkerhet rundt artene sine bestandsutviklinger og at lokalt overfiske kan forekomme selv om det er iverksatt regionale kvoter, noe som HI også har mottatt rapporter om fra publikum (Havforskningsinstituttet, 2020). Fiskeridirektoratet mottok også høringsinnspill fra aktører med forskjellige oppfatninger rundt bestandsutviklingen og kvotestørrelser (Fiskeridirektoratet, 2020b). HI har tidligere anbefalt en egen kvote for berggyllt, men har gått bort fra denne anbefalingen grunnet et redskapskrav som er innført i 2021 (Havforskningsinstituttet, 2020); HI argumenterer for at artene tilsynelatende er relativt likt påvirket av beskatningen. I fisket er det altså innført noen viktige, tradisjonelle fiskeriforvaltningsprinsipper, men det råder fortsatt noe uenighet hos aktørene om hvorvidt reguleringene trygger en bærekraftig forvaltning.

#### 5.3.5 Oppsummering regelverk

Vår gjennomgang viser at regelverket som omfatter rensefisk er sammensatt og består av en rekke lover og forskrifter. Til tross for dette påpekte Mattilsynet at dyrevelferden hos rensefisk i mange tilfeller ikke var forsvarlig. På bakgrunn av dette stilte Mattilsynet krav til næringen for å forbedre situasjonen, men det ble også poengtert at regelverket kan bli tydeligere og kommunisert bedre, og dermed lette etterlevelsen av regelverket. I fisket etter leppefisk er det i senere tid innført viktige tradisjonelle fiskeriforvaltningsprinsipper noe som antas å forbedre bærekraften, men det eksisterer fremdeles noe uenighet blant aktørene om bestandsutviklinger og kvotestørrelser. En bærekraftig utvikling i både fisket etter leppefisk og bruken av rensefisk vil være viktig om et marked for etterbruk av rensefisk skal kunne oppstå.

## 5.4 Markedsmuligheter og utfordringer for renseskjeks i Sør-Korea

Syv industrielle kjøpere/kokker sa seg villig til å tilberede rognkjeks og berggylt for å teste potensialet for det sørkoreanske markedet. De to artene ble tilberedt på mange ulike måter, både stekt, grillet, fritert og kokt. Renseskjeks ble utprøvd i flere forskjellige spennende retter, som for eksempel stuing med chilisaus, grillet med grønnsaker og soyasaus og frityrstekt (se bildene under for eksempler). Rettene ble laget etter respondentene sine egne preferanser, og hva de trodde ville være passende @tilberedning ut fra fiskens egenskaper.

Bilder under viser eksempler på ulike retter laget av respondentene i Sør-Korea. Respondentene har selv tatt bildene og delt de med oss.



Rognkjeks fritert



Rognkjeks i «hot pepper sauce»



Rognkjeks i soya



Berggylt i soya



Rognkjeks fritert



Rognkjeks stekt



Berggylt fritert



Berggylt i «hot pepper sauce»

#### 5.4.1 Interesse for å prøve nye sjømatprodukter

Respondentene kom med motstridende svar når det gjelder villighet til å prøve nye arter/produkter. Det kommer frem av intervjuene at enkelte aktører kontinuerlig leter etter noe nytt å kunne tilby sine kunder, og at disse mener at forbrukere hele tiden leter etter noe nytt. Andre sier derimot at koreanerne er veldig konservative og ikke liker nye ukjente produkter, og at det er ekstremt vanskelig å nå gjennom i markedet med nye ting. Følgende sitat fra en av respondentene illustrerer dette på en god måte:

*“Whomever the first penguin is, he must put a tremendous effort. Otherwise, it’s almost impossible.”*

#### 5.4.2 Sammenligning med andre fiskearter

Flere av respondentene synes rognkjeks og berggylt var lik andre fiskearter de hadde sett og/eller hatt erfaring med. To av respondentene sammenlignet berggylt med tropisk fisk på grunn av fargene. Andre assosiasjoner var til papegøyefisk, «croaker fish», goldeye rockfish og mountain trout. Rognkjeks ble oppfattet som en ukjent fisk av to respondenter, mens resten assosierte den med ulike fiskearter. Det er verd å merke seg at få av respondentene assosierte rognkjeks og berggylt med samme fiskeart, noe som kan tyde på at utseende til begge rensfiskene ble oppfattet som spesielle og nye.

#### 5.4.3 Oppfattelsen av rensfisk før og etter tilberedning

Før tilberedning var reaksjoner på utseende på begge fiskene mest påfallende. De fleste respondentene likte ikke utseende til hverken berggylt eller rognkjeks, og det ble uttrykt av flere at de syntes fiskene så uappetittlige ut, rare, og rett og slett skumle. Når det gjaldt berggylten, likte flere respondenter ikke mønsteret og fargene på fisken. Den ene respondente sa at mønsteret fikk den til å se uappetittlig ut, mens en annen sa at fargene gjorde han rett og slett redd for å spise den. Ikke alle respondentene hadde negative assosiasjoner til utseende til berggylten, en synes at den hadde nydelige farger, mens en annen ikke synes den så rar ut ettersom respondente hadde sett en lignende fisk før.

Når det gjaldt rognkjeks, likte flere av respondentene ikke fargen. To av respondentene likte heller ikke formen på fisken, som ble beskrevet som ruglete. Flere av respondentene synes fisken var stygg eller skremmende. En av respondentene uttrykte det på følgende måte: «vi har mange styggere fisker i Sør-Korea, men denne er annerledes enn stygg, den er skummel.» En annen sa at denne fisken hadde

definitivt ikke fristende utseende. En tredje respondent sa at utseende på fisken fikk han til å føle seg svært ukomfortabel og usikker på hvordan han skulle kunne lage noen som helst rett med fisken som ville bli bra.

Etter tilberedning kommenterte mange at berggyllt hadde lite smak. En av respondentene uttrykte det på følgende måte: «*det var ingen smak, litt kjedelig*». Nesten alle kom med negative kommentarer til konsistensen som ble oppfattet som bløt eller myk uten motstand. Den ene respondenten uttrykte: «*Munnfullen var ikke god i det hele tatt. Den var ikke elastisk, men hadde en smuldrende konsistens.*» De fleste kommenterte at fargen etter tilberedning ikke var bra. En kommentar var at «mange oppfatter fargerik fisk som tvilsom eller rar». Størrelsen på fisken var grei.

Mange av de sørkoreanske aktørene kommenterte at det var lite kjøtt på rognkjeks. Dette gjorde det vanskelig å beskrive smak og konsistens. De som kommenterte smaken, sa at den var grei. Skinnet ble beskrevet som tykt uten mye tyggemotstand, og en respondent sa at skinnet ikke smakte godt. To sa at skinnet kunne inneholde mye kollagen. Den ene respondenten sa: «*Skinnet var veldig grøtaktig, bra for kollagen, men smakfullt.*» Konsistensen til kjøttet ble beskrevet som for myk og ikke en nytelse. Når det gjaldt utseende etter tilberedning sa en av respondentene at det var ruglete og en annen at fargen ikke var likende. En av respondentene kommenterte at fisken skulle vært større slik at det ville vært mere kjøtt.

En av respondentene forsøkte å tilby barna sine fisken som hun hadde tilberedt, men de hadde nektet å smake.

#### **5.4.4 Potensiale i koreansk kjøkken**

Ingen av respondentene mente at berggyllt kunne brukes i hel form i det koreanske kjøkkenet, mens en respondent mente at rognkjeks kunne brukes som substitutt for «shaggy sea raven» når denne arten var ute av sesong. Flere av respondentene mente at berggyllt og rognkjeks hadde lite appetittvennlig utseende og at disse fiskeartene ikke kunne selges hel til forbruker. Utseende ville skremme forbrukerne. Fisken burde ifølge respondentene enten videreføres før den selges til forbruker, eller selges til restauranter som kan lage retter med den uten å vise forbrukerne hvordan den ser ut. Når det gjaldt hvilke videreførte produkter som kunne selges, nevnte tre av respondentene filet som et mulig alternativ. To av respondentene mener at tørking eller semi-tørking kan være en mulighet. Dette vil i ifølge en av respondentene få frem mer smak av fisken som i utgangspunktet er smakløs. En annen sier at tørket fisk er svært populært i Sør-Korea fordi det benyttes som snacks, blant annet i forbindelse med drikke av alkohol. En respondent sier at røyking kan prøves.

Det kom også noen anbefalinger til bruk som ikke var i det koreanske kjøkkenet. Noen av aktørene anbefalte å benytte fisken til kjæledyrfôr, under forutsetning at prisen ikke var for høy. En av respondentene antok at det var mye kollagen i skinnet til rognkjeks, og anbefalte derfor å satse på hudpleieindustrien som er en stor trend i Sør-Korea. Våre undersøkelser av næringsinnhold viser derimot at det ikke er mye kollagen i skinnet.

#### **5.4.5 Holdninger til rensefisk som lusespiser**

I undersøkelsen var det viktig å finne ut hvordan respondentene ville reagere på det faktum at fisken har blitt brukt til å spise lus av laksen. Det ble stilt spørsmål om hvordan de reagerer på denne

informasjonen selv, og hvordan de tenker at forbrukere ville reagere på det. Alle respondentene unntatt en svarte at de synes dette var negativt, men i ulik grad. Noen syntes det var litt ubehagelig, og tenkte at forbrukere generelt i hvert fall ville reagere på det. Andre syntes det var veldig negativt og en uttrykte følgende: «Jeg tror ikke det er noen som ville kjøpe denne fisken hvis de visste det.» En annen svarte at siden fisken ikke en gang er smakfull, så vil det at den har spist lus få forbrukerne til å tro at produsentene har dumpet fisken i markedet. En av respondentene mente at dette ikke var problematisk så lenge fisken smakte godt. Videre ble det uttrykt at godt informasjons- og markedsføringsarbeid kunne hjelpe til å få kjøperne fortrolig med dette faktum, og for å få forbrukere til å forstå at det ikke er farlig for dem å spise fisken. Samlebetegnelsen renseskisk var også fremmet som et ord som virket frastøtende og som ble anbefalt å ikke bruke.

#### **5.4.6 Interesse for kjøp, betalingsvillighet og kjøpskriterier**

Tre av respondentene ville ikke kjøpe renseskisk. To svarte at de kanskje ville kjøpe, men at det var avhengig av pris. En ville kjøpt den om renseskisk ble populært i markedet, mens siste respondent ville vurdere å kjøpe renseskisk som dyremat. Ettersom ingen av respondentene var veldig interessert i å kjøpe renseskisk var det vanskelig å snakke om betalingsvillighet. En respondent svarte at han kanskje kunne betale 3000–5000 won (ca. 22–38 NOK), mens en annen antydte en pris på 5000 won/kg (ca. 38 NOK). Viktigste kjøpskriterium var ferskhet. Andre kriterier som ble nevnt var kvalitet, bekvemmelighet, smak, fri for miljøgifter og pris.

#### **5.4.7 Oppsummering og konklusjon markedstest**

Resultatene fra markedstesten av berggyllt og rognkjeks viser at introduksjon av disse artene i det sørkoreanske markedet kan være svært utfordrende. Hovedårsakene er;

- Utseende og fargen til rognkjeks og berggyllt ble generelt oppfattet som stygg, rar, skummel og lite fristende både før og etter tilberedning. Dette er særlig utfordrende med tanke på salg av hel fisk direkte til forbruker. Mer videreforedlede produkter (filet/røkt/tørket) kan derimot ha større mulighet for å lykkes ifølge respondentene.
- Begge artene oppfattes ikke til å være god å spise. Årsakene som nevnes er at fiskene har lite smak, en løs eller bløt konsistens og lite kjøtt. Igjen blir videreforedling nevnt som en mulighet, ved å tørke eller røyke produktene mener respondentene at det er mulig at man kan få frem mer smak i fisken.
- Det kan være utfordrende at renseskisk blir brukt til å spise lus. De sørkoreanske aktørene reagerer stort sett negativt eller meget negativt til dette. Riktig markedsføring og kommunikasjon om dette vil være viktig.

Hvis man velger å jobbe videre med det sørkoreanske markedet for rognkjeks og/eller berggyllt bør man sette søkelys på videreforedlede produkter. Filet, tørket eller røykte produkter kan være en mulighet. Videre bør man fokusere på bedrifter som er innovative, og åpne for å introdusere nye arter og produkter i markedet.

### **5.5 Nytte-kostnadsanalyse (NKA) av renseskisk til humant konsum**

En viktig driver for all produksjon hos private aktører er at aktiviteten er lønnsom. Aktiviteten i vårt case, renseskisk, er spesiell ettersom aktørene allerede benytter disse som ikke-medikamentell

intervensjon mot lakselus. Dette vurderer de dermed som en lønnsom aktivitet i seg selv, selv med betydelige kostnader. Lønnsomheten i alternativ etterbruk vil dermed avhenge av om tilleggskostnadene oppveies av salgsinntektene fra ny etterbruk. Man må her også ta hensyn til hvordan dagens salgsinntekter påvirkes.

I denne delen av prosjektet skal vi først belyse produksjonskostnadene knyttet til dagens produksjon og deretter gjøre betraktninger rundt kostnadene knyttet til de potensielle andre bruksområdene som er identifisert i prosjektet. Ettersom det naturlig nok er svært lite empiri tilgjengelig for sistnevnte vil det være betydelig usikkerhet knyttet til de konkrete tallstørrelsene. I mange tilfeller vil imidlertid den kvalitative vurderingen av lønnsomhet kunne gjøres mer sikker, ettersom usikkerheten i mange tilfeller ikke vil være tilstrekkelig til å endre på om prosjektet vurderes som lønnsomt eller ikke. Det er også viktig å påpeke at det ikke bare er økonomi som er avgjørende for mange av bedriftenes beslutninger. For eksempel kan den ikke-økonomiske verdien av at et produkt utnyttes kunne veie opp for manglende økonomisk lønnsomhet. Gjennomgangen og analysene som gjøres her baserer seg på grove antagelser og forutsetninger og kan nærmere utdypes i senere studier.

Selv om vi har som mål å få best mulig estimat på lønnsomhet ved alternativ etterbruk av renseskisk, har NKA-metoden (nytte-kostands-analyse) her snarere en veiledningsrolle. Ved mangel av empiriske data benyttes NKA som et rammeverk for å organisere kunnskap og stille viktige spørsmål om problematikken (såkalt kognitive roller (Sunstein, 2000)). I analyser av nye prosesser med mange ukjente variabler er slik tilnærming vanlig og mest relevant. Det vil si at selv om beregningene er basert på grove antagelser og har betydelig grad av usikkerhet, er denne analysen nyttig for å avdekke viktige faktorer som påvirker lønnsomhet.

### **5.5.1 Økonomi i dagens verdikjede**

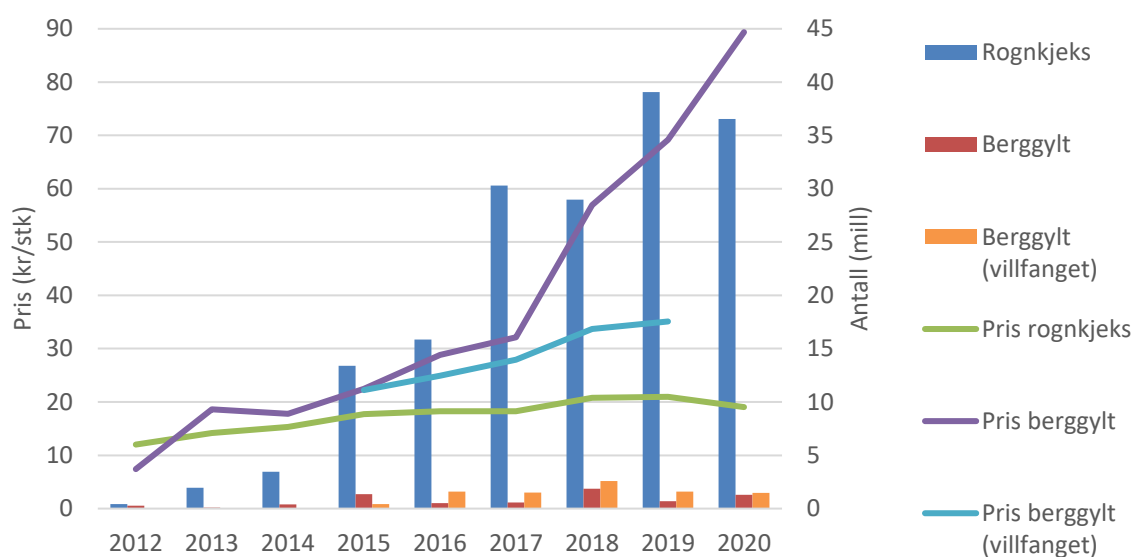
#### **Produksjon av settefisk/innkjøp**

En betydelig del av ressursbruken og kostnadene ved renseskisk skjer i forkant av utsett i fiskemerdene. Dette trinnet i produksjonsprosessen betegner vi her som settefiskproduksjon. For oppdrettet renseskisk vil dette være kostnadene knyttet til avl og hold av stamfisk, produksjon av befruktede egg, inkubering, startfôring og videre vekst frem til fisken er klar for utsett i sjøen. Ofte vil dette også inkludere vaksinerings av denne fisken. Det fiskes også et betydelig antall renseskisk fra ville bestander (berggytt).

For settefiskproduksjon av laksefisk har man gode empiriske data for ressursbruk og kostnader gjennom den årlige lønnsomhetsundersøkelsen (se eksempelvis Fiskeridirektoratet, 2020a). Det gjøres ikke tilsvarende detaljert kartlegging av kostnader for produsentene av renseskisk. I svært mange tilfeller vil salgsprisene i stor grad reflektere kostnadsbruken, og denne vil dermed være en god indikator på ressursbruken. I tilfellet med renseskiskproduksjon har etterspørselen de senere årene vært svært høy og produksjonen relativt ny og sannsynligvis ikke i optimal skala. Dette kan bety at produsentene har kunnet ta noe høyere priser og hatt noe høyere kostnader enn i et modent marked. Vi benytter likevel observerte salgspriser som indikator på produksjonskostnadene i denne fasen av produksjonen.

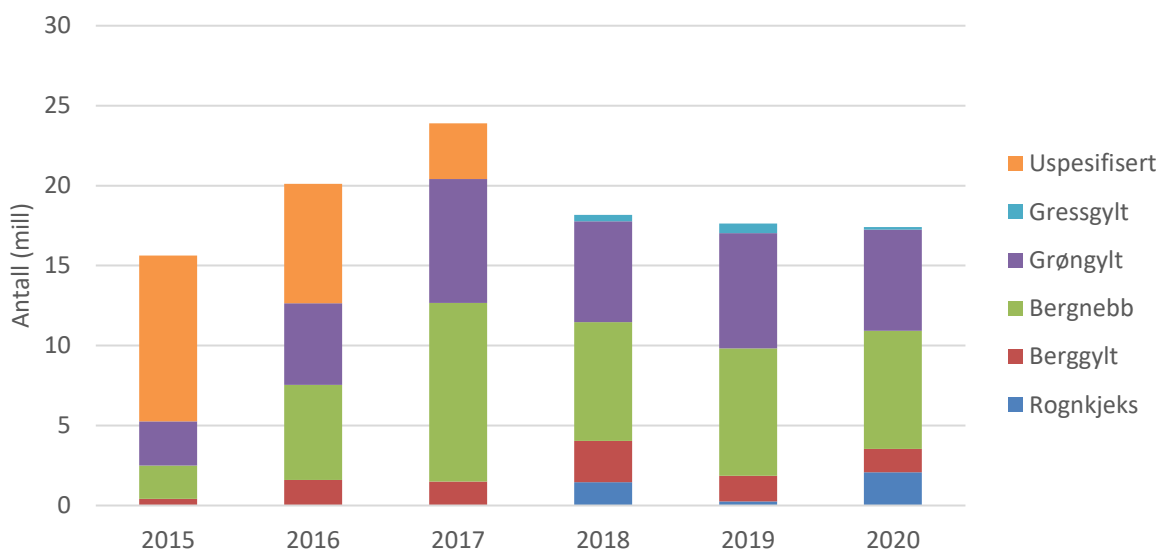
Pris og mengde solgt oppdrettet renseskisk til lakselusbekjempelse er vist i Figur 17. I all hovedsak er det rognkjeks og berggytt som oppdrettes. Salget av rognkjeks økte spesielt sterkt fra og med 2015, og var i 2020 på om lag 36 millioner fisk. Prisene steg fra 12–15 kr/stk til et nivå rundt 20 kr/stk. I 2020

var gjennomsnittsprisen 19,0 kr/stk. Antallet berggylt er betydelig lavere enn for rognkjeks og med store variasjoner mellom årene. I 2020 ble det solgt om lag 1,3 millioner berggylt. Beregnede salgspriser har økt svært kraftig, fra om lag 8 kr/stk i 2012 til 90 kr/stk i 2020.



Figur 17 Antall og pris for oppdrettet rensefisk og villfanget berggylt (Kilde: Fiskeridirektoratet)

Som nevnt blir det også fisket en del rensefisk som selges til oppdrettere. Dette er ifølge statistikk fra Fiskeridirektoratet primært bergnebb og grøngylt, men også rognkjeks, berggylt og gressgylt. Utsett i lakseoppdrett i perioden 2015 til 2020 er illustrert i Figur 18. Totalantallet har vært relativt stabilt de senere årene og var 17 millioner i 2020. Dette betyr at den oppdrettede rensefisken utgjorde om lag 70 % av totalen i 2020.



Figur 18 Antall villfangede rensefisk per art satt ut i lakseoppdrett (Kilde: Fiskeridirektoratet)

Det er variasjoner mellom de ulike lakseoppdretternes strategier for håndtering av lakselus og også mellom individuelle lokaliteter som benytter rensefisk. En viktig ressursbruksparameter er antallet som settes ut. Denne beregnes gjerne som en andel av antall laksefisk. En oppdretter indikerer at de



sikter mot å ha om lag 8 % rognkjeks i forhold til antall laks. Dersom tilgangen på rognkjeks er dårlig kan i følge en oppdretter 6 % også kan gi god effekt, mens 4 % ofte blir for lite. En annen informant som benytter villfanget leppefisk sier de bruker 5–10 % innblanding. Når det benyttes villfanget rensfisk utgjør berggylt bare en liten andel av totalen. Med basis i salget som rapportert til Fiskeridirektoratet utgjør berggylten om lag 8 %.

Tid for utsett varierer også betydelig. En oppdretter valgte en strategi for første utsett der man satte ut rognkjeks når temperaturene øker etter en vinter i sjø. Første utsett gjerne i midten av april og siste i slutten av september. Eksempelvis for et utsett av stor settefisk (2–500 gr) i januar kan man ha første utsett av rognkjeks i juni. Ved utsett av mer normal smolt (ca. 100 gr) i juni eller senere tilsettes rognkjeks i april året etter. Denne satte ikke ut rognkjeks i det mørke halvåret.

For villfanget leppefisk er det vanligst å benytte disse fra juli, da åpner fiskeriene, og rensfisken har god aktivitet frem til november, når vinteren starter, da går den delvis i dvale. I merdene har leppefisken tilgang på fôr, noe som bidrar til å holde aktiviteten oppe. Oppdrett av leppefisk er i startfasen, men bidrar ikke med store mengder. Noen kan da supplere med utsett av rognkjeks på vinteren. På vestlandet kan sjøtemperaturen bli for høy for rognkjeks om sommeren, og den fiskes ofte ut og destrueres. Det settes ut leppefisk både på vårutsett og høstutsett og blir værende i merden helt til fisken slaktes ut.

Det må ofte suppleres med tilleggsutsett for å kompensere for dødelighet og for rognkjeks etter hvert som den ved en viss størrelse stopper å spise lakselus. Intervallet mellom påfyll varierer avhengig av dødelighet og veksten hos rognkjeks i tillegg til lakselussituasjonen og tilgjengeligheten av ny rognkjeks. En oppdretter forteller at det generelt suppleres annenhver måned i det lyse halvåret.

Størrelsen på rognkjeks ved utsett er gjerne i gjennomsnitt 20–30 gram. Da vil det være en gruppe individer med størrelse ned mot 15 gram. Rognkjeks mindre enn 9 gram vil kunne rømme ut gjennom notposer beregnet for mindre smolt, mens i «storfiskposer» der lysåpning er 50 mm kan man ikke sette ut rognkjeks mindre enn 27 gram. Størrelsen på berggylt er svært varierende, men kan ofte være 14 til 30 cm ved utsett. Dette tilsvarer om lag 150–200 gram ved utsett.

En faktor som må hensyntas er at rognkjeks vokser fort om den får tilgang på laksefôr. Dette vil gjerne skje om forskjellen mellom laksefisken og rognkjeks er relativt liten. Den vil da relativt raskt vokse seg ut av størrelsen der den beiter mest på lakselus. Generelt finnes det lite lus i mageprøver av rognkjeks over 200 gram. En tommelfingerregel for vekst hos rognkjeks i merd er at den dobler vekten om lag hver 6. uke i sommerhalvåret og hver 8. om vinteren. Dette gjelder når den spiser lus kombinert med rognkjeksfôr. Berggylt opprettholder beiteaktiviteten godt uansett størrelse, men vokser svært sakte i merdene.

Når det slaktes ut merder flyttes leppefisk og rognkjeks som er under en viss størrelse over til de gjenværende merdene. Slik kan det bli relativt høy innblanding av rensfisk, om lag 20 %, mot slutten av en lokalitets driftssyklus. Svinnet av rognkjeks i løpet av en produksjonssyklus varierer betydelig, men er generelt om lag 30 %.

En del av rensfisken vaksineres før utsett. Dette koster om lag 1,75 kr/stk. Ettersom rognkjeks selv er utsatt for sykdommer (bl.a. skottelus), kan det oppstå behov for behandling på lokalitet.

Rensefisk transporteres med ulike metoder fra settefiskprodusenten til lokalitetene. Det er mest vanlig med lastebiltransport i kar. En lastebil har generelt 10 kar og kan ha om lag 3 500 stk per kar. Dette er biomassebegrenset, slik at man ved transport av små fisk kan ha et noe høyere antall, maksimalt 40 000. Kostnaden for biltransporten er gjerne 30–40 000 kr per leveranse.

Biltransport medfører at rensefisken må fraktes fra karene i settefiskanlegget til lastebilen, noe som medfører en viss belastning på fisken. I tillegg må fisken fraktes fra en kai til lokaliteten. Dette kan gjøres med en servicebåt med kran der karene løftes om bord. Avhengig av servicebåten må man gå flere turer for å ta alle karene. Operasjonen er arbeidskrevende. Typisk kreves det fire personer fra lokaliteten og tre mannskap på servicebåten i en varighet på om lag 10–12 timer.

Et alternativ til bil er bruk av brønnbåt. En vanlig prismodell for kjøp av brønnbåttjeneste er betaling per time og prisen kan være 2 000 kr/t. Det er vanlig å betale for båtens tur til settefiskanlegget. Dette betyr at flere suksessive transporter isolert sett vil være gunstig. En vanlig transport kan være startutsett på 8 % til en lokalitet med totalt 150 000 rensefisk. Transportkostnaden vil avhenge av distansen og tidsbruken ved mottak og avlevering. Eksempelvis kan en transport til en tenkt lokalitet ta to døgn og koste 100 000 kr.

Både lastingen og lossingen av brønnbåt er mer skånsom og effektiv enn ved biltransport. Rensefisken pumpes inn og ut av brønnbåten med vakuumpumpe. Dersom man tømmer båten sakte, spylor vann over fisk som suger seg fast og bruker lys mot pumpepunktet følger de aller fleste fiskene med. Lossing til seks merder kan ta om lag 3,5 timer.

Rognkjeksens fôres med en egen type fôr med lavere fettinnhold enn laksefôret. Det anbefales en utfôring på 2 % av biomassen om sommeren. På vinteren anbefales en noe høyere utfôring siden det er mindre alternative matkilder. Fôrprisen er om lag 26–30 kr/kg og for en lokalitet brukes det 5–25 kg/dag.

Ifølge en informant vokser leppefisken ujevnt og relativt sakte. Selv om den har tilgang til fôr, går dette mest til vedlikehold, ikke vekst. Berggylt i vill tilstand vokser kanskje 1 cm per år, mens i oppdrett har den kanskje halve veksten. Dette er godt i samsvar med vekst som rapportert i Dipper *et al.* (1977) på 1–2 cm i året. Oppdretterne fokuserer på at kondisjonsfaktoren opprettholdes gjennom produksjons-syklusen, da dette er en god indikator på hvor godt man har ivaretatt velferden til fisken. En oppdretter indikerte at leppefisken øker rundt 10 % i vekt i løpet av prosessen. En annen oppdretter hadde gjort forsøk med å fôre bergnebb i egen merd i 30 dager. K-faktoren økte da kraftig, men den vokste lite i lengde. Oppdretteren anslo at ved 1–2 måneders oppfôring kunne vekten øke med 10–20 %, i all hovedsak som følge av økt kondisjonsfaktor.

Bruk av rognkjeks krever utstyr knyttet til fôring og skjul. Skjulene er med på å redusere svømmehastigheten hos laksen, slik at rognkjeks får bedre anledning til å beite på eventuelle lus. Det finnes forskjellige leverandører av begge deler. Basert på erfaringer fra en oppdretter antar vi at et skjul med tre blader har kapasitet til 23 000 rognkjeks og at det benyttes fire skjul per merd. I tillegg har man ett skjul i reserve. Bedriften regner med at varigheten for et skjul er tre år.

Skjulene må vaskes for å fjerne organismer som gror på disse. Noen oppdrettere vasker disse selv, mens andre benytter eksterne leverandører. Vaskeintervallet vil variere med begroingen, men kan være hver fjerde uke mens rensefisken er i sjøen. Tid med rognkjeks avhenger av produksjons-

strategien, men med en produksjon der man har rognkjeks fra april til slakting i oktober vil dette si vasking om lag 5 ganger i løpet av en produksjonssyklus.

Det finnes flere typer fôringsautomater, spesielt automater som står ved hver merd og en sentralfôringsenhet med lufttrykk. Førstnevnte krever en per merd med tillegg av vannpumpe, slange og innerdel. Levetiden er usikker, vi forutsetter i beregningene en levetid på 6 år. Selv om den faktiske levetiden kan være mye lengere utvikles det stadig nyere og mer effektive modeller av utstyr slik at erstatning av utstyret likevel er økonomisk hensiktsmessig.

Fôring, kontroll og røkting av rensfisken og tilhørende utstyr er arbeidskrevende. Det er samlet inn anslag på arbeidsbehovet fra lokalitetsledere. Dette er krevende å estimere, men disse melder generelt om at det kreves en ekstra person på anlegget som følge av hold av rognkjeks. Tidligere var det vanlig med to personer per skift på en lokalitet, nå er det gjerne tre. Det er kommet til flere arbeidsoppgaver de senere årene, både som følge av regelendringer og rutiner. Blant annet er det ikke lengre tillatt å arbeide alene på en lokalitet. Da kan det bli svært problematisk for driften å bare være to i utgangspunktet. Dette indikerer at det kan være flere forhold i tillegg til rognkjeks som har bidratt til den økte bemanningen. Vi velger likevel å benytte estimatet fra driftslederne i de videre beregningene. Årsverkkostnaden setter vi til 850 000 kr.

I utgangspunktet lar oppdretterne rensfisken bli i merden til slakting. Håndtering medfører stress og man kan ødelegge dynamikken mellom rensfisken og laksen. Ved en del tilfeller må rognkjeks tas ut. Dette kan være for å unngå at det er for stor størrelsesforskjell mellom nyutsatt og eldre fisk. Eksempelvis dersom det er tilsatt rognkjeks på høsten og laksen skal stå så lenge at det er behov for nyutsatt rensfisk til våren. Dette er velferdsmessig problematisk å drive utfisking vinterstid med lave sjø- og lufttemperaturer.

Plass til skjul kan bli en begrensning i en merd, da det er mye annet utstyr som også krever plass. Dersom det oppstår plassmangel i form av tilgjengelig skjul kan det bli aktuelt å fiske ut den største andelen av rognkjeks. Stor størrelsesforskjell i gruppen av rognkjeks kan føre til problemer med aggressivitet.

Ved badbehandling mot eksempelvis lakselus må også rognkjeks fiskes ut. Dersom behandlingen skjer i brønnbåt kan man samle rognkjeks i, eller nært, skjulet med fôring og trekke skjulet mot kanten av merden. Deretter kan det settes en avkastnot rundt dette for å unngå at rognkjeks suges inn i slangen til brønnbåten.

Ved presenningsbehandling samles rognkjeks og tas ut av merden og overføres til en separat merd eller i kar. Dette kan gi oksygenproblematikk og håndteringsdødelighet. Hvor ofte dette skjer varierer betydelig mellom lokaliteter. Noen er ubehandlet gjennom en hel produksjonssyklus, mens andre kan ha opplevd flere behandlinger.

Det vil være forskjellig arbeidsbehov knyttet til de alternative metodene. I tillegg kan ikke arbeidsbåten benyttes til andre oppgaver. Lokalitetslederne estimerer en kostnad på 10 000 kr per utfisking. Dette på grunn av at andre oppgaver må utsettes eller gjøres på overtid. For enkelthets skyld antar vi at utfisking fra merd koster 10 000 kr. Leppefisk fiskes vanligvis bare ut når laksen i merden skal slaktes. Ved andre operasjoner settes det en sperrenot rundt leppefiskskjulene og så fiskes gjenværende rensfisk ut og settes i denne nota. For rensfisk som skal avlives benyttes Tricaine, som er svært kostbart, men det benyttes kun små mengder.

Vasking av oppdrettsnøtene må gjøres oftere ved bruk av rensefisk enn ellers. Det er vanskelig å fastslå bidraget fra rensefiskbruken ettersom det er betydelige lokale og temporale variasjoner. Det er vanlig å vaske nøter før utsett av rognkjeks, hver tredje uke fra april, deretter om lag annenhver uke når man har rensefisk. Uten rensefisk er det store variasjoner. I nord rapporterer en oppdretter at det vaskes gjerne i forbindelse med våroppblomstring og før større operasjoner som krever trenging av fisken, eksempelvis avlusing og slakting. Lokalteter med ASC-sertifisering kan ikke bruke kobberimpregnering av nøtene, men er henvist til andre stoffer som er mindre effektive. Nettoeffekten av dette er usikker – frekvensen av vasking med rensefisk vil øke, men det vil også frekvensen uten rensefisk.

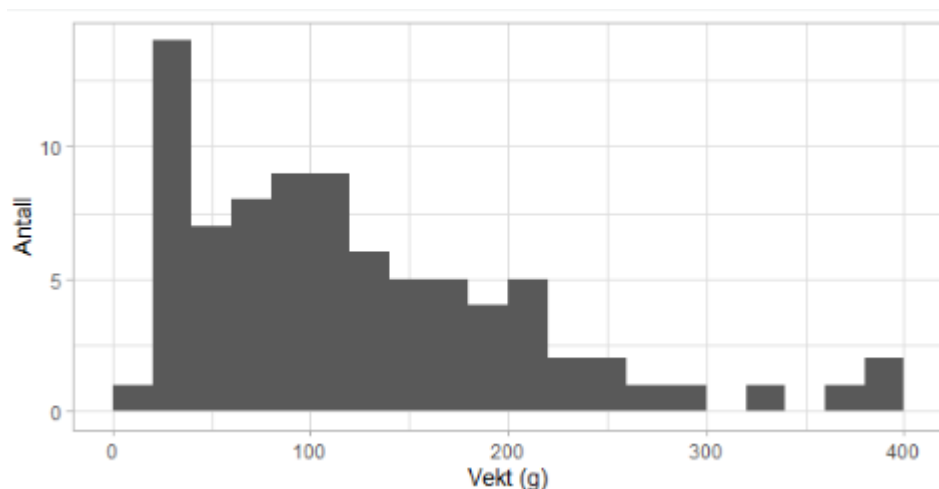
Vi antar at det gjøres 10 notvask med rognkjeks og 2 uten i løpet av en produksjonssyklus. Da har vi ikke hensyntatt behovet i forbindelse med avlusing og andre trengingsoperasjoner.

Det har i løpet av den senere tiden blitt opprettet flere selskaper som tilbyr notvasking som tjeneste. Det finnes derfor gode estimater for kostnaden forbundet med dette. Prisene har falt betydelig de senere årene etter en periode der tilbudet av disse tjenestene var lavt og i en oppskaleringssfasen. I nord var tilbudet relativt lite også på grunn av at få lokaliteter hadde rensefisk. Dagens priser er trolig i bedre samsvar med ressursbruken. Vi antar lokaliteten har 160m-merder og at det i gjennomsnitt vaskes 25 m dyp.

Ved utslakting av merder og lokalitet forsøker man generelt å fiske ut rensefisken før uttak av laksen. Da benyttes de samme metodene som beskrevet for behandling av laksen og med tilsvarende kostnader. Da avlives rensefisken og tilsettes i lokalitetens ensilasjesystem.

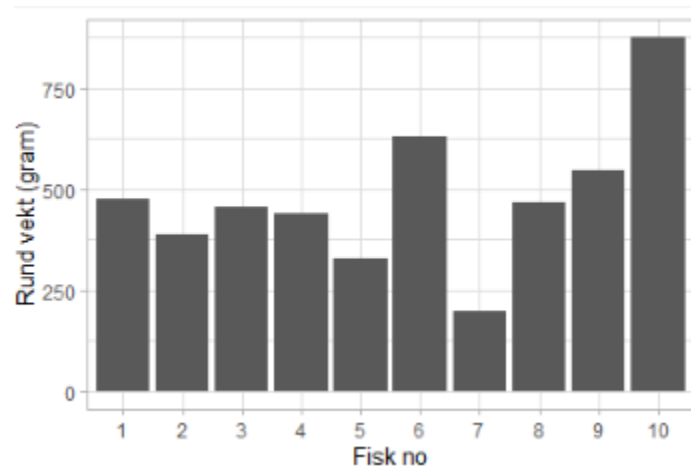
Ved utslakting av en merd på en lokalitet ble en del av rognkjeksene som ble fisket ut fryst og sendt til Nofima. Totalt var dette 83 fisk. Et histogram over størrelsesfordelingen på uttaket er vist i Figur 19. Det ble observert fisk mellom 20 og 384 gram. Fordelingen er forskjøvet mot små fisk. 14 fisk er mellom 20 og 40 gram og totalt 45 % var under 100 gram ved uttaket. Vi har ikke andre data over størrelsesfordelingen til rognkjeks ved utslakting tilgjengelig, men oppdretteren rapporterer også om stor variasjon. Stor variasjon skyldes delvis at det settes ut rognkjeks ved flere tidspunkt, samt at stor rognkjeks fiskes ut ved ulike anledninger.

Ensilasje fra oppdrettslokaliteter hentes gjerne av eksterne aktører mot en kostnad på om lag 1,4 kr/kg.



Figur 19 Histogram over vekt på rognkjeks tilsendt Nofima ifm. utslakting av merd

Nofima mottok også uttak av berggyllt fra to lokaliteter. Det ene uttaket var sortert på små fisk og sees bort fra her. Det andre uttaket var mer tilfeldig, og vi antar dette gir et mer reelt bilde av størrelsesfordelingen i en merd som nærmer seg utslakting. Rund vekt for de 10 uttatte fiskene er vist i Figur 20. Tre av fiskene avviker betydelig fra gjennomsnittsvekten som er på 480 gram.

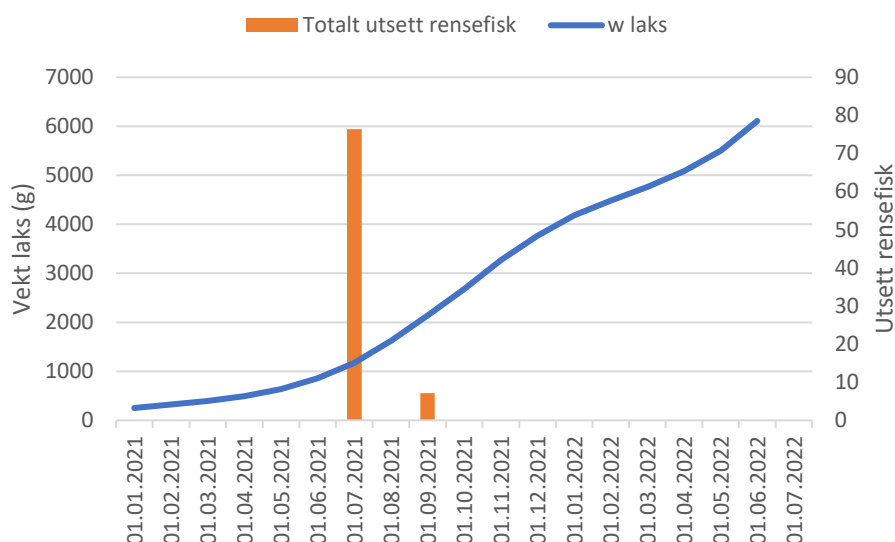


Figur 20 Rund vekt for uttak av berggyllt

Selv om det fiskes ut rensefisk før laksen transporteres til slakteri følger det med en del rensefisk i brønnbåten som må håndteres på slakteriet. På slakteriet er det installert en sorteringsmaskin og elektrisitetsbedøver for rensefisk og villfisk som følger med brønnbåten, men spesielt rognkjeks kan sette seg fast eller havne utenfor sorteren og de må samles opp og manuelt overføres til bedøveren. En del stor rognkjeks passerer forbi sorteringsmaskinen på grunn av den runde formen og blir sortert ut av personellet som sørger for at laksen ligger i rett retning inn i produksjonslinjen. Av en informant på et slakteri ble det anslått at den totale arbeidsmengden knyttet til dette var om lag ett årsverk per år. Investeringene i el-bedøver var om lag 0,6 millioner kr. Om vi antar at slakteriet tar imot 65 000 tonn per år gir dette en arbeidskostnad på 0,01 kr/slaktet kg. Vi ser bort fra kapitalkostnadene, da disse blir relativt små.

Opplysningene i forrige delkapittel danner grunnlaget for en kostnadsberegning av bruken av rensefisk i dagens verdikjede. Her er nytten primært knyttet til rensefiskens effekt på lakselus. I neste delkapittel undersøkes det hvordan økonomien påvirkes ved alternativ anvendelse. Beregningene her gjøres for en tenkt lokalitet og en produksjonssyklus. Som nevnt vil bruken av rensefisk variere med hvilken utsettstrategi som er valgt for lakseoppdrettet. Vi tar derfor for oss flere alternative produksjonsstrategier. Forutsetningene og produksjonsstrategiene danner grunnlaget for en økonomisk modell av aktiviteten. Det benyttes en temperaturavhengig tilvekst fra Skretting og månedlige gjennomsnittstemperaturer basert på Tromsø regionen.

Vi har antatt at det velges en produksjonsstrategi med utsett av stor smolt på 250 gram i januar og med slakting i juni påfølgende år. Vektutviklingen hos laksen og utsett av rensefisk i Modell 1 er illustrert i Figur 21. Det settes ut om lag 1 million settefisk av laks i januar. Noe av laksen dør frem til utsett av rensefisk i juni, dermed settes det ut om lag 76 000 rensefisk. I september suppleres det med 7 000 rensefisk for å kompensere for dødelighet samt bringe andelen rensefisk opp til 8 %. I denne modellen antas det at rensefisken vil være effektiv mot lakselus gjennom hele perioden.



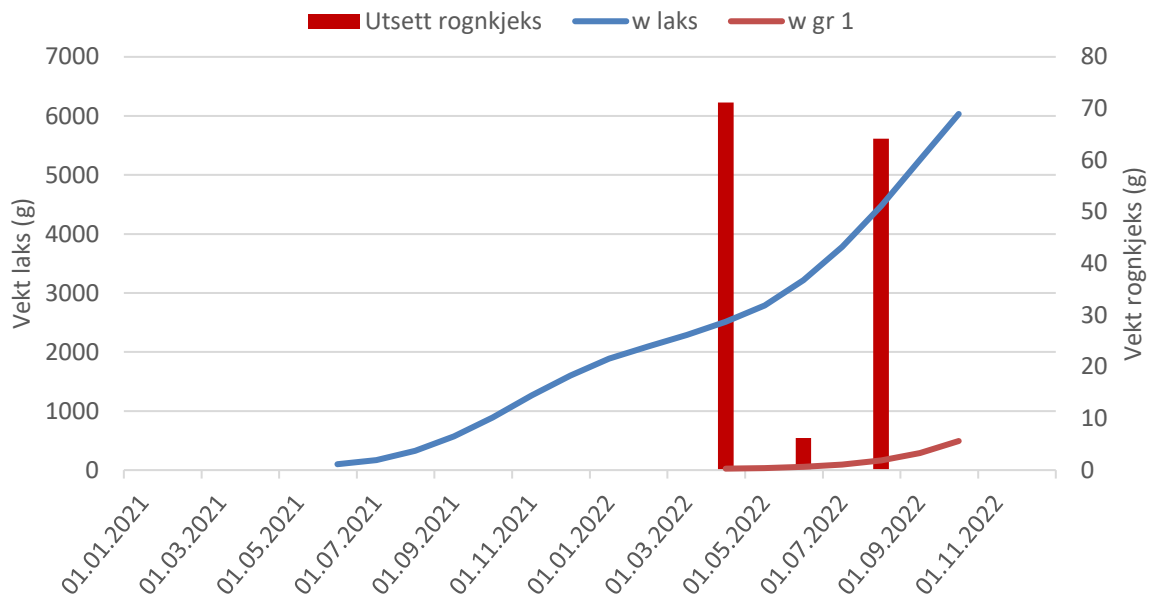
Figur 21 Vekt laks og utsett av rognkjeks ved tidlig utsett av stor settefisk

Kostnadene ved rensefiskholdet for modell 1 er oppsummert i Tabell 12. De største kostnadspostene er innkjøp og røkting. Totalt er de modellerte kostnadene på 4,4 millioner kr. Med en modellert slaktevekt på 6,1 kg rund vekt og en total dødelighet på 7 % gir dette et slaktekvantum fra lokaliteten på 5 700 tonn. Dette gir igjen en modellert rensefiskkostnad per kg slaktet laks på 0,68 kr.

Tabell 12 Forutsetninger om antall og priser og sum kostnader for rensefiskhold Modell 1

	Antall		Pris		Kostnad
Innkjøp	83,5	1 000 stk	19	kr/stk	1 586
Vaksine	100 %	andel av utsett	1,75	kr/stk	146
Brønnbåttransport	2	leveranse	100	1000 kr/leveranse	200
Arbeid mottak	8	t	450	kr/t	4
Røkting	1	årsverk	850	kr/årsverk	850
Fôr	5 343	kg	28	kr/kg	150
Vask not og skjul					960
Investeringer					186
Kapitalbinding	816	1 000 kr	5 %		41
Utfisking	10	ganger	10	1.000 kr/gang	100
Bedøvelse og annet			5 %		74
Ensilasje	67	Tonn	1,4	kr/kg	94
<b>Totalt</b>					<b>4 427</b>

Foregående del illustrerte utsettet av rognkjeks når man setter ut stor settefisk i januar. Det er mer vanlig å sette ut en mindre settefisk i mai/juni som vil være slakteklar høsten om lag 1,5 år etter. Da vil det ofte ikke være behov for rognkjeks første høsten og første utsett av rognkjeks gjøres gjerne i april året etter utsett. Videre gjøres det suppleringsutsett for å kompensere for dødelighet av rognkjeks, samt at første utsett vil vokse seg for store til å spise lus i juni og august. Tilvekst hos rognkjeks varierer betydelig. Vi benytter en tommelfingerregel om at vekten doubles hver 6 uke om sommeren og hver 12 uke i den kaldeste perioden, hvilket betyr at utsettet i april passerer 200 gram i august. Suppleringsutsettene vil ikke passere 200 gram før rundt tiden laksen skal slaktes i oktober. Et antatt utsettsforløp for denne produksjonsstrategien er illustrert i Figur 22.



Figur 22 Vekt og utsett laks og rognkjeks ved produksjonsstrategi vårutsett

### 5.5.2 Alternative etterbruksområder

Initialt var det tenkt å undersøke alternative etterbruksområder som røyking, tørking, proteinpulver i tillegg til sløyd fisk, fersk eller frosset. Kompleksiteten og usikkerheten i både produksjonsprosessen og kostnadene forbundet med dette, samt lite informasjon om nytteverdien, selv fra fersk og frosset fisk medførte at vi har konsentrert oss om tilpasningene som er nødvendige i oppdrettsleddet og logistikken for rund fisk.

Markedstesten i prosjektet tok for seg relativt liten fisk og i et tidligere prosjekt ble porsjonsfisk med størrelse 400–600 gram trukket frem som en aktuell markedsstørrelse for markeder i Asia (Nytrø *et al.* 2015). For berggyllt er kanskje det mest nærliggende alternativet å benytte denne som rensfisk på en ny lokalitet ettersom den opprettholder lusebeitingen. Ifølge en oppdretter er ikke dette eksplisitt forbudt, men kravene er svært utfordrende å tilfredsstille og ikke gjort så langt. Dette alternativet følges imidlertid ikke videre her.

### 5.5.3 Tilpasninger i verdikjeden ved alternativ etterbruk

Av ressurs hensyn velger vi å konsentrere de videre analysene om følgende etterbruksområder; salg av fersk og fryst rensfisk som matfisk til asiatiske markeder. Disse produksjonsformene vil kreve endringer i verdikjeden i form av aktiviteter og ressursbruk. Hvilke endringer som kreves er usikkert og lite empiri er tilgjengelig for å estimere ressursbruken ved de ulike aktivitetene. Dette betyr at resultatene og de økonomiske estimatene må tolkes med varsomhet og er mer egnet som utgangspunkt for diskusjon og synliggjøring av ressursbruk enn faktiske kostnader. Kvantifiseringen av nytte er også svært usikker, da vi bare har noen få indikasjoner på betalingsvillighet fra koreanske aktører. Hvordan salgsv verdiene utvikler seg med en betydelig økning i tilbudet er også svært usikkert.

#### Rognkjeks: Salg som matfisk fryst og fersk

En nærliggende mulighet er å selge rensfisken som matfisk. Dette gjøres med villfanget rognkjeks i dag. Det finnes dessverre liten kunnskap om de fleste aspekter ved markedets preferanser for

rognkjeks. En ofte viktig variabel er størrelse, og dagens salg av rognkjeks til Asia er relativt stor fisk på flere kilo. Dette vil neppe være aktuelt for rognkjeks i første fase, og vi antar subjektivt at denne kan selges som porsjonsfisk med en størrelse på om lag 600 gram. Det er betydelig variasjon i størrelsen på rognkjeks i merdene, men en del av rognkjeks fra oppdrett vil være i denne størrelsesorden og kan sorteres ut og benyttes direkte i denne verdikjeden. En betydelig del av fisken er mindre enn dette. Vi antar imidlertid en produksjonsstrategi der det fiskes ut rognkjeks over 200 gram og der denne settes i en egen merd på lokaliteten der de føres opp til 600 gram og sendes med brønnbåt til slakteri for slaktning, pakking og videre forsendelse. Vi antar at lokaliteten har en egen ledig merd til dette.

Det er vanskelig å fastslå hvordan det vil være rasjonelt å gjennomføre en slik produksjon og hvilke tilpasninger som vil være relevante. Det vil også være komplekse interaksjoner med den eksisterende verdikjeden – eksempelvis vil det å ta ut rognkjeks ved 200 gram sannsynligvis medføre redusert fôrforbruk i laksemerden og redusert arbeidsbehov og vask av skjul. Dette betyr at det vil være betydelig usikkerhet i beregningene. Dette og ressurs hensyn gjør at vi videre konsentrerer arbeidet rundt større kostnadsposter.

Vi antar derfor at anlegget fisker ut rognkjeks som passerer 200 gram og plasserer denne i en egen merd der den føres med et egnet fôr. Eksempelvis kan dette gjøres med laksefôr som både er billigere og gir raskere tilvekst enn rognkjeksfôr. Vi tar utgangspunkt i produksjonsplanen som illustrert i Figur 22. Her settes det ut rognkjeks i april, juni og august–september. Med vekstforutsetning som i vår modell vil førstnevnte passere 200 gram om lag i midten av august. De senere utsettene vil ikke passere 200 gram før laksen slaktes i oktober. Da er sjøtemperaturene fallende, noe som vil senke tilveksten hos rognkjeks og lokaliteten skal brakklegges. Vi antar derfor at disse gruppene ikke vil føres opp.

Første utsett av rognkjeks er på 8 % av et utsett av laks på 1 million, totalt 71 000 stk. Med et antatt svinn på 5 % per måned er disse blitt redusert til om lag 56 000 når 200 gram passerer og disse skal fiskes ut. Det er betydelig forskjell i tilveksten på rognkjeks, og noen vil være svært små. Oppdretterne sorterer ved noen anledninger ut stor rognkjeks, og har sorteringsutstyr som kan skille mellom stor og liten. Vi antar at det sorteres slik, og at den minste andelen destrueres og utgjør 25 % av totalen. Det vil gi 43 000 rognkjeks til oppfôring. Det er usikkert hvordan en slik utfisking vil kunne gjennomføres. Vi antar videre at utfiskingen uansett ville blitt gjennomført med samme ressursbruk, slik at denne prosessen ikke får noen betydning for kostnadene ved ny etterbruk. Faktisk vil kostnadene her være noe lavere, ettersom man ikke benytter middelet for avlivning av rognkjeks som man normalt bruker.

Vi antar rognkjeks dobler vekten hver 6 uke, hvilket betyr at den vil vokse fra 200 til 600 gram i løpet av to måneder. Noe som passer godt med tidspunktet for når lokaliteten skal slaktes ut. Med en dødelighet på 5 % per måned vil det være 39 200 rognkjeks igjen. Estimerer for overlevelse er basert på en undersøkelse om velferd av rensfisk gjennomført av Mattilsynet i 2018–2019. Ifølge resultater fra undersøkelsen er dødelighet hos oppdrettet rognkjeks i snitt 15 % første måneden og totalt 26 % dødelighet tre måneder etter utsett. Gjennomsnittlig dødelighet i løpet av en produksjonssyklus er 64 %.

Vi legger til grunn en økonomisk fôrfaktor på 1 for rognkjeks under oppfôring (basert på data fra Imsland *et al.*, 2019) og en pris for fôret på 14 kr/kg basert på informasjon fra oppdretter. Dette betyr at ett kilo tilvekst har en direkte fôrkostnad på 14 kr. Samtidig er det klart at denne fisken ville spist en del rognkjeks- og/eller laksefôr om den ble værende i laksemerden. Det er vanskelig å anslå den



faktiske effekten av dette, og det er dermed ikke hensyntatt i de videre beregningene. Det totale fôrforbruket for de to månedene er, med basis i vekt og antall, estimert til 16,7 tonn.

Videre antar vi at 0,1 ekstra årsverk går med til røkting av fisken under oppfôring. Det kreves fire skjul, som beskrevet tidligere, og en fôrautomat som antas å koste 75 000 kr og har en levetid på 10 år. Det antas at en frigjort laksenot kan benyttes uten ekstra kostnad. Forbruk av diverse utstyr og forbruksmateriell forutsettes å koste 25 000 kr.

Rognkjeksene må slaktes som oppdrettsfisk. Dette betyr primært at den må bedøves, avlives og blodtappes etter forskriftene. Dette vil være en viktig alternativkostnad. Bedøving må i dag gjøres når rognkjeksene avlives, slik at dette ikke vil være en direkte tilleggskostnad, men den faktiske differansen vil avhenge av hvordan dette kan gjennomføres. Bedøving og avliving av laks gjøres i dag både på slakteri og ved merdkant med såkalte «bløggebåter». Dersom det utvikles metoder for bedøving og avliving ved merdkanten vil dette trolig være kostnadsbesparende for rognkjeks og annen rensefisk. Vi har imidlertid antatt at rensefisken sendes til et godkjent slakteri i brønnbåt. Brønnbåttransporten antas å kunne gjøres med tilsvarende brønnbåt som fraktet fisken til lokaliteten. En slik relativt liten brønnbåt koster gjerne 2 000 kr per time. Avstanden til slakteriet og inntransporten til lokaliteten vil påvirke den endelige kostnaden. Dersom vi antar at turen totalt tar ett døgn blir dette en kostnad på 48 000 kr.

Klargjøring til brønnbåttransporten medfører opptak av utstyr og trenging av rensefisken. Det er usikkert hva dette vil kreve av ressurser. Vi antar at siden mengden rognkjeks nå er betydelig større og med større biomasse at dette koster det dobbelte av en utfisking, altså 20 000 kr.

Innfrakt og slakting/pakking av laks kostet i gjennomsnitt 3,7 kr/kg (Fiskeridirektoratet, 2020a). Dette er imidlertid en prosess som er optimalisert over tid og tilpasset en stor mengde fisk og ikke minst en stor fisk på 5–6 kg. Rognkjeksene vil ikke ha stordriftsfordelene som laks har og er vanskeligere å sløye (Nytrø *et al.*, 2015). De faktiske kostnadene for slakting og pakking er vanskelig å estimere ettersom det ikke finnes slakterier godkjent for rensefisk eller prosedyrer for slaktingen. Produksjonslinjene for slakting og pakking av laks kan ikke brukes for rensefisk. Derfor vil det være behov for ombygging og tilrettelegging av produksjon på slakteriet, noe som krever betydelig investering. Kostnadene vil også være avhengig av hvordan prosessen kan gjennomføres, for eksempel, om fisken må bløgges, sløyes, pakkes individuelt, hva slags pakke som skal brukes, størrelse og annet. Produksjonsprosessen må bestemmes i dialog med Mattilsynet og det må søkes om godkjenning av slakteriet for prosessering av rensefisk. Mengden fisk som skal slaktes har også stor betydning for hvor rasjonelt man kan gjennomføre prosessen. Slakting av et noe større parti torsk med pakking i relativt små esker kunne ifølge en informant koste i størrelsesorden 8–10 kr/kg. Om vi antar at rognkjeksene kan pakkes i større esker og man unngår sløying kan dette være et estimat på en høyst usikker kostnad. Vi forutsetter derfor videre en slakte- og pakkekostnad på 5 kr/kg.

Gjennomsnittlig utbytte fra rund til sløyd med hode var for fiskene som ble næringsmessig analysert av Nofima 81 %. Disse fiskene var fra 176 til 362 gram. Det var ingen klar trend mellom utbytte og størrelse. Vi forutsetter videre et utbytte på 85 %. Med de overnevnte forutsetningene gir dette en kostnad for fisk pakket i eske på 32,0 kr/kg sløyd med hode.

Fersk fisk til Asia krever flytransport. Vi antar at denne fisken kan sendes med tilsvarende fly som laksen til samme kostnad. Det var vanskelig for informantene å fastsette kostnadene for transporten

ettersom dette avhenger av mange variabler. Med basis i informasjonen fra en informant med transporterfaring av mindre partier fisk, legger vi til grunn en pris på 15 kr/kg i flyfraktkostnad inklusiv transport som stykk gods til logistikkentral tilknyttet flyplassen. Det tilkommer også forsikring og eksportavgifter. Disse antar vi utgjør 1,2 % og beregnes normalt av salgsverdien, men her beregner vi dem basert på summen av kostnadene. Med disse elementene blir kostnaden mottatt i Asia 43,1 kr/kg. Det understrekes at disse anslagene bygger på en rekke usikre variabler. De faktiske kostnadene for frakt av rensefisk vil være avhengig av en rekke faktorer hvorav kvantum kanskje er den viktigste.

Rognkjeks blir i dag primært ensilert ved lokaliteten. I dag rapporterer oppdrettere at de betaler 1,4 kr/kg for at ensilasjeselskaper henter fisk fra deres lokalitet. Dersom en mindre del av rognkjeks går til ensilasje vil besparelsen knyttet til dette representere en alternativinntekt for bruken som matfisk. Samtidig vil dødeligheten under oppfôringen av rognkjeks fra 200 til 600 gram medføre at en viss mengde ensilasje, som avhenger av når dødeligheten og svinnet finner sted og hvor stor andel som ikke tas opp gjennom dødfisksystemet. Vi antok en dødelighet på 5 % gjennom oppfôringsfasen. For enkelthets skyld antar vi en gjennomsnittlig dødfiskvekt på 400 gram og at 25 % er svinn som ikke blir ensilert. I modellen for dagens drift er det antatt at sluttbiomassen av rognkjeks som ensileres er 8,6 tonn. I oppfôringsalternativet er biomassen som ensileres beregnet til 1,3 tonn. Med en pris på 1,4 kr/kg representerer dette en spart kostnad på 10.000 kr.

Kostnadene ved produksjon og salg av fryst fisk vil i stor grad være lik produksjonen av fersk fisk. Det tilkommer frysekostnader, mens fraktkostnadene blir betydelig redusert. Med basis i informasjon fra en slakterileder antar vi en frysekostnad på 3 kr/kg og en fraktkostnad for fryst fisk på 2 kr/kg i containertransport fra Norge til Asia og 0,3 kr/kg i innfrakt til containerhavn. Dette betyr at kostnaden levert Asia vil være 33,4 kr/kg. Tabell 13 oppsummerer kostnadene for fryst fisk.

Tabell 13 Forutsetninger og tilleggskostnader salg som matfisk fryst

Aktivitet	Antall		Pris		Kostnad (1 000 kr)	Kostnad (kr pr kg)
Fôring 200-600 gram	16,7	tonn fôr	14	kr/kg fôr	233	
Røkting	0,1	årsverk	850	kr/årsverk	85	
Forautomat	1	stk	75	1.000 kr/stk	8	
Not og merd						
Diverse utstyr, strøm etc					25	
Uttak					20	
Ensilasje	7,4	tonn	1,4	kr/kg	-10	
Brønnbåt					48	
Slakting og pakking	23,4	tonn	5	kr/kg rund vekt	117	
<b>Sum kostnad pakket</b>	<b>18,9</b>	<b>tonn</b>			<b>526</b>	<b>27,7</b>
Frysekostnad	18,9	tonn	3	kr/kg	57	
Frysecontainer	18,9	tonn	2,3	kr/kg	44	
Forsikring, ekspavgift			1,20 %	sum kostnad	8	
<b>Sum</b>					<b>633</b>	<b>33,4</b>

Som nevnt er det stor usikkerhet knyttet til mange viktige aspekter ved den modellerte etterbruken av rognkjeks. På et overordnet nivå er det usikkert om en slik produksjonsform lar seg gjennomføre i praksis, når og hvor mye rensefisk som er tilgjengelig for oppfôring vil variere. Finnes det ressurser i

form av merder, personell, passende brønnbåter og ikke minst slakteri i rimelig nærhet. Disse faktorene er vanskelige å estimere og vurdere effekten av. Usikkerheten forbundet med parametre som benyttes i modellen kan belyses gjennom sensitivitetsanalyse. Blant annet er det benyttet biologiske parametre som beskriver vekst og dødelighet, og økonomiske parametre om ressursbruk og priser. Alle disse er viktige forutsetninger i modellen for kostnadsberegning.

I Tabell 14 har vi undersøkt hvordan resultatet endrer seg om vi legger til grunn andre verdier enn de som er lagt til grunn i våres analyse for et utvalg av parametrene. I modellen antok vi at 25 % av rognkjeksene ved utfiskingen ble sortert ut og ikke ble satt i merd for oppfôring. Hvis veksten hos rognkjeks er mer ujevn og en større andel sorteres ut vil antall fisk til oppfôring og slakting bli redusert. Siden mange av kostnadene er antatt å være faste vil dette medføre økte kostnader. I sensitivitetsanalysen øker enhetskostnaden med 13 % om utsorteringen øker med 100 %, fra 25 til 50 %. Dette betyr at kostnadene ikke er svært sensitive for denne variabelen. Dødeligheten mens rognkjeksene står i laksemerden er en annen verdi som er svært usikker og også vil påvirke mengden rognkjeks til oppfôring. Hvis vi antar at det er 10 prosentpoeng større dødelighet i første måned etter utsett, øker kostnadene noe, men bare om lag 3 %, igjen er ikke kostnadene svært sensitive for dette. Dødeligheten under oppfôring har betydelig større utslag på kostnadene. Ved endring av månedlige dødelighetsnivå fra 5 % til 15 %, øker kostnadene med 4,6 kr, eller 12 %. Hvor mye fisken vokser under oppfôring har man også lite erfaring med. Hvis vi legger til grunn en vekstøkning på 10 %, senker det kostnadene noe, men bare om lag 2 %.

Slakting- og pakkekostnadene var usikre og ble blant annet påvirket av hvordan slakteprosessen og pakkingen kunne gjennomføres. Disse kan påvirke totalkostnadene sterkt. Dersom slaktekostnadene øker fra de forutsatte 5 til 8 kr/kg øker enhetskostnadene med 19,8 %. Disse parametrene ser dermed ut til å ha en større betydning.

Tabell 14 Endringer i beregnet tilleggs-kostnader for fryst rognkjeks (33,4 kr/kg) ved parameterendringer

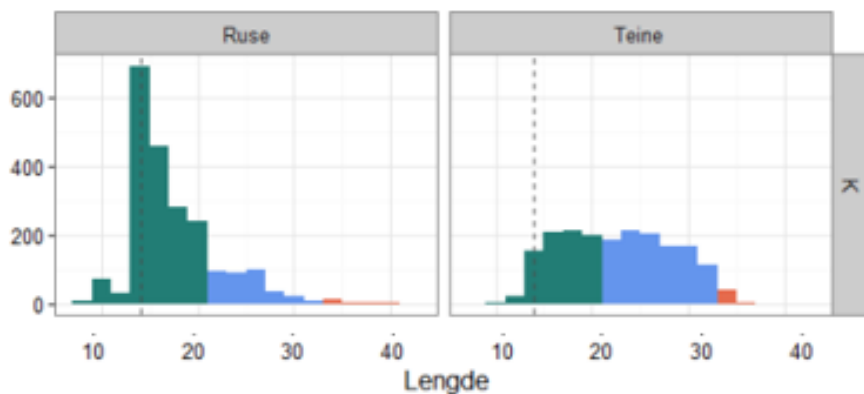
Parameter	Antatt verdi	Endret verdi	Kostnad, kr/kg	Endring i kostnad
Utsortert småfisk	25 %	50 %	38,6	13 %
Dødelighet i laksemerd	5 % per mnd	15 % første mnd	34,8	3,4 %
Dødelighet under oppfôring	5 % per mnd	15 % per mnd	38,2	12 %
Vekst under oppfôring	dobling av vekt hver 6. eller 8. uke	10 %	33	-1,8 %
Slakting og pakking	5 kr/kg	8 kr/kg	41,9	19,8 %

### Berggylt: Salg som matfisk fryst og fersk

Av andre typer rensfisk som brukes i dag til avlusning, er berggylt mest aktuell for bruk til matfisk. Vi valgte derfor å estimere tilleggs-kostnader forbundet med etterbruk av berggylt som matfisk i den grad det lar seg gjøre, basert på opplysninger fra én oppdretter, tilgjengelig litteratur og subjektive antagelser. Berggylt kommer i dag fra både oppdrett og villfangst. Berggylten vokser svært sakte og oppdrettet fisk settes inn i oppdrettsmerden ved en størrelse på om lag 40 gram. Vi anser det som lite aktuelt å selge eller videreføre berggylt etter endt bruk i oppdrettsmerden. I fortsettelsen undersøker vi bare villfanget berggylt. Denne kan da enten selges direkte fra oppdrettsanlegget eller videreføres en kortere periode ved anlegget før den slaktes. Det kan også tenkes at den selges til en ekstern aktør som tar den til en annen lokalitet for viderefôring, og som vil medføre ytterligere kostnader. I vårt eksempel forutsetter vi at fisken holdes på lokaliteten.

På lokaliteter sør i landet brukes oftest en blanding av flere rensefiskarter. Det er som regel 5–10 % rensefisk i forhold til antall laks i merd, hvorav berggylt kan utgjøre en liten andel. En informant estimerte dette til å kunne være 2–3 %, mens gjennomsnittlig utsatt andel berggylt var 8,5 % basert på Fiskeridirektoratets data. Det er betydelige variasjoner, men generelt settes rensefisk ut i juli etter vårutsett av laks og står til laksen er slaktet påfølgende år. Vi antar i modellen et utsett laks på 1 million, med 10 % innblanding av rensefisk og at 8,5 % av denne er berggylt, som da utgjør 8 500 berggylt.

Størrelsesfordelingen på fisken som settes inn i merden vil ha stor betydning for fisken ved slutten av produksjonsprosessen. Vi har ikke funnet data over den faktiske størrelsesfordelingen som settes inn, men ifølge en informant er det stor variasjon mellom lokalitetene. Et fangstforsøk med teiner og ruse på Sørlandet ga en lengdefrekvensfordeling for berggylt som vist i Figur 23. Vi ser at det er en relativt uniform fordeling av størrelse, med haler i begge endene av fordelingen. Ifølge en informant er størrelsen på berggylt noe mindre i den nordlige delen av bruksområdet. Vi forutsetter imidlertid i de videre beregningene at fordelingen fra teineforsøket gjelder i vår modell. Vi antar videre at lengdevekt forholdet beskrives av  $0,016 \times L^3$ . Da vil den uniforme fordelingen variere mellom om lag 50 og 480 gram.



Figur 23 Frekvensfordeling av berggylt i ruse- og teineforsøk (Halvorsen et al., 2017)

Berggylt vokser svært sakte. Vekstkurven beregnet for villfanget berggylt av Dipper *et al.* (1977) predikerer 150 gr vekt ved alder 5 år. Vi har ikke funnet data om tilvekst i produksjonsprosessen eller under eventuell oppfôring. Lein (pers. medd.<sup>9</sup>) rapporterte om at oppdrettet berggylt i et forsøk hadde doblet vekten fra om lag 50 til 100 gram i løpet av 7 måneder ved optimal temperatur. Basert på dette, samt samtale med en oppdretter antar vi subjektivt at fisken vokser 10 % gjennom produksjons-syklusen og under oppfôringsperioden på 2 måneder antar vi at fisken legger på seg ytterligere 20 %. Det understrekes at dette er usikre antagelser. Dette gir en størrelsesfordeling etter oppfôring på 70–630 gram for de samme fiskegruppene som referert over.

Berggylt sendt fra en lokalitet til Nofima derimot var 480 gr i snitt (se Figur 20). Dette kan skyldes forskjellig opprinnelse av fisken og forholdene på lokalitetene. Med en slik forskjell i størrelse kan man se for seg to mulige etterbruksstrategier. En der man fôrer all berggylden opp i en kortere periode og en der man tar relativt stor fisk og sender direkte til slakteriet.

<sup>9</sup> Ingrid Lein, forsker ved Nofima.

Ifølge Mattilsynet sin rapport er gjennomsnittlig dødelighet for berggylt 63 %. Død fisk og svinn erstattes ved flere anledninger frem til slaktetidspunkt. Antall fisk som tilsettes varierer og er usikkert. I modellen antar vi en overlevelse gjennom produksjonsprosessen på 50 %. Dette er usikkert, og det kan være store forskjeller i dødelighet mellom størrelser av fisk. Dersom det primært er små fisk som faller fra vil dette trolig være gunstig for økonomien. Vi har lite informasjon om størrelsesavhengig dødelighet og antar uniform fordeling.

Fisk som skal slaktes overføres gjerne fra en merd til en annen på samme lokalitet. Ved avslutning av lokaliteten fiskes gjenværende fisk ut, avlives og sendes til ensilasjetank. Selve utfiskingen vil koste det samme som om renseskissen destrueres eller skal settes i en merd for videre vekst. Å sortere ut berggylten fra den andre renseskissen vil imidlertid medføre en tilleggs kostnad. Ettersom berggylten er større antar vi at sorteringen kan gjøres effektivt og med en ekstra tidsbruk på en time per merd, totalt 5 000 kr for hele lokaliteten.

Både ved oppfôring og for direkteforsendelse til slakteri kan renseskisse samles i en merd eller et kar. Der kan det brukes skjul som allerede er tilgjengelig på lokaliteten. Røkting vil kreve personellressurser. Dersom fisken står i 2–3 måneder til oppfôring antar vi det benyttes 0,5 månedsverk til dette. For oppfôringsalternativet vil fôr representere en tilleggs kostnad. Vi vet imidlertid lite om fôring og vekst av berggylt. Vi antar at berggylt fôres med egnet tørrfôr etter at den er plassert i egen merd uten laks. Dersom fisken skal vekstfôres er det rimelig å anta at det bør fôres noe mer enn anbefalingen fra produsenten med 2,5 kg fôr per 10 000 leppefisk annenhver dag. For beregningene har vi antatt et fôrforbruk som bestemmes av den modellerte biomasseendringen multiplisert med fôrfaktor på 1.

Siden biomassen er liten, vil transportkostnader for å frakte (oppfôret) fisk til slakteri bli mindre enn det som var beregnet for rognkjeks. Vi antar at transport skjer med et lite fiskefartøy til slakteri for 10 000 kr.

Slakting og pakkekostnader vil være svært usikre. Prosessen må godkjennes av Mattilsynet og det er ikke etablert rutiner for dette. Ifølge en informant godkjenner ikke Mattilsynet bruk av el-bedøver for leppefisk, og fisk som følger med til slakteriet avlives i dag med bedøvelsesmiddel. Informanten mente at det vil være spesielt kostbart å slakte og pakke en så liten fisk som berggylt. Kostnaden vil som for rognkjeks avhenge av bedøving, bløgging, sløyning og hvordan produktet skal pakkes. Vi antar videre at dette kan gjøres til en kostnad på 8 kr/kg, altså noe høyere enn for rognkjeks som følge av at fisken er noe mindre. Fryse og transportkostnader antar vi er som for rognkjeks, altså 3 kr/kg for frysing og 2 kr/kg for containertransport til Asia. For rognkjeks fant vi at flytransport av fersk fisk var svært kostnadskreven og vi behandler ikke dette nærmere her, men antar at den sendes markedet fryst.

Dersom berggylten sendes til markedet i fryst tilstand, vil man slippe kostnadene til flytransport og inn til flyterminalen. Det påløper i stedet kostnader til containertransport og til containerhavn. Forutsetninger og kostnader er oppsummert i Tabell 15. Kostnadene i merdfasen er i all hovedsak knyttet til personellressursene ved røkting og uttak for slakting og er estimert til 42,8 kr/kg. Kostnadene til brønnbåttransport og slakting/pakking øker totalen til om lag 75 kr/kg sløyd vekt og inklusiv transport og andre eksportkostnader gir dette en total kostnad levert til Asia på 77,7 kr/kg.

Tabell 15 Forutsetninger og tilleggskostnader salg som matfisk fryst

Aktivitet	Antall		Pris		Kostnad (1 000 kr)	Kostnad (kr per kg)
Utfisking/sortering					5	
Fôring	0,23	tonn	20		5	
Røkting	0,5	månedsverk	70		35	
Diverse utstyr, strøm etc					5	
Ensilasje	1,0	tonn	1,4	kr/kg ensilasje	-1,5	
Uttak					10	
<b>Sum merdfase</b>					<b>58,5</b>	<b>42,8</b>
Brønnbåt					10	
Slakting og pakking	1,38	tonn	8	kr/kg rund vekt	11	
Frysekostnad	1,1	tonn	3	kr/kg sløyd vekt	3,3	
<b>Sum pakket</b>					<b>83</b>	<b>74,8</b>
Frakt	1,1	tonn	2	kr/kg	2,2	
Forsikring, ekspavgift		1 000 kr	1,20 %	sum kostnad	1	
<b>Sum</b>					<b>86</b>	<b>77,7</b>

Som størrelsesdataene i Figur 20 indikerte kan en andel berggyllt være store nok til å kunne selges som porsjonsfisk uten videre oppfôring. Dette kan kanskje praktisk gjennomføres ved en lokalitet som slaktes ut over en kort periode, og at det ikke benyttes personell til røkting og fôring av oppsamlet rensefisk. Vi antar at fôr, røkting og diverse kostnader fra tabellen faller bort. Samtidig faller mengden som er tilgjengelig for slakt til 1 tonn. Dette fører til at kostnadene i merdfasen faller til 12,9 kr/kg og kostnaden levert Asia faller til 43,8 kr/kg.

### Sensitivitetsanalyse

Tabell 16 viser noen eksempler på hvordan kostnadsberegningene påvirkes når forutsetningene endres. Her tar vi også biologiske parametere inn i sensitivitetsanalysen i tillegg til slaktekostnad. Det viser seg at kostnadene er ganske sensitive for endringer av verdiene, spesielt når det gjelder antall berggyllt i forhold til laks i merd.

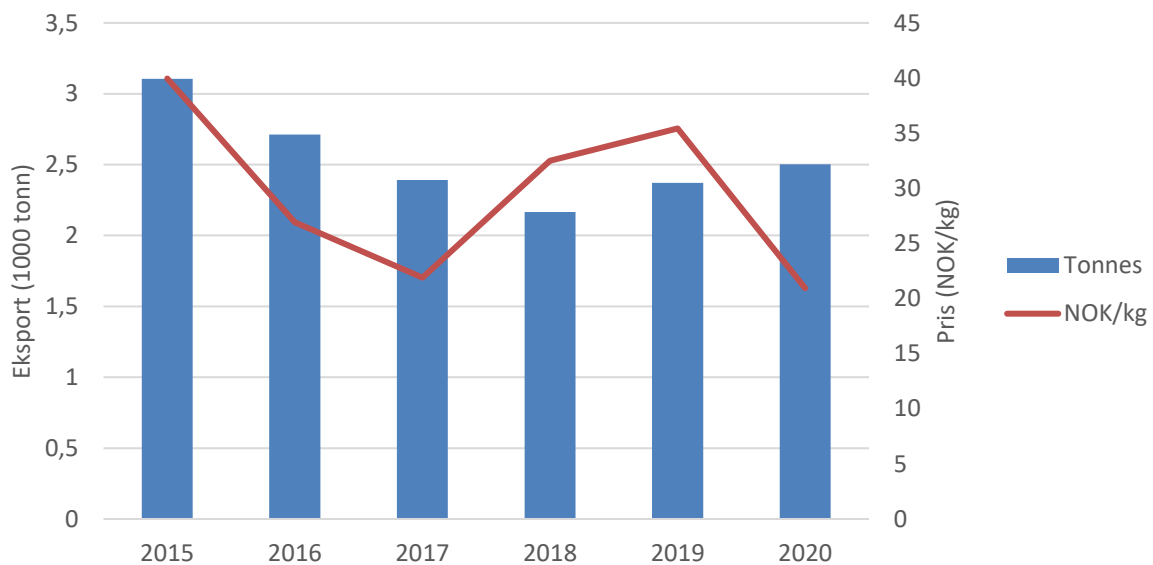
Tabell 16 Endringer i beregnet tilleggskostnader for fryst berggyllt (77,7 kr/kg) ved parameterendringer

Parameter	Antatt verdi	Endret verdi	Kostnad, kr/kg	Endring i kostnad
Andel berggyllt	8,5 %	3 %	211,2	62 %
Dødelighet i laksemerd	50 %	65 %	108,8	26 %
Dødelighet under oppfôring	1 %	5 %	83,3	3,5 %
		30 %	109,1	21,1 %
Tilvekst i laksemerd	10 %	5 %	83,6	3,8 %
Tilvekst oppfôring	20 %	10 %	85,1	5,5 %
Slakting og pakking	5 kr/kg	8 kr/kg	84,2	4,5 %

### 5.5.4 Lønnsomhetsbetraktninger alternativ etterbruk

Prisen man kan oppnå vil være avgjørende for lønnsomheten i de alternative etterbruksområdene. Dessverre er det svært lite informasjon tilgjengelig om dette. Noen av de koreanske respondentene antydte at de kunne være villige til å betale 22–38 kr/kg for sløyd fisk. Samtidig rapporterte de at

ferskhet var viktig. Det er usikkert om de her mente at fisken ikke kunne vært fryst tidligere. Til sammenligning rapporterer Nytrø *et al.* (*op cit*) om at islandske fiskere i 2012 fikk betalt opp mot 4,5 kr/kg for utgytt rognkjeks. Etter at Island innførte forbud mot utkast av rognkjeks i produksjonen av rogn, måtte aktørene intensivere innsatsen for å finne et marked (Jonmundsson, 2018). I all hovedsak selges den til Kina fryst (Jonmundsson, 2018). Eksportprisen fra Island for fryst rognkjeks er vist i Figur 24 og synes å være betydelig høyere enn de som er referert i Nytrø *et al.* (*op. cit.*). Det har vært betydelige variasjoner mellom om lag 40 og 20 NOK/kg. Det kan imidlertid ikke gjøres en direkte sammenligning mellom denne fisken og porsjonsfisken fra vårt etterbruksscenario. Porsjonsfisken er vesentlig mindre i størrelse enn den islandske fisken som også er hodekappet med et snitt som kutter bort mye av buken. Dette betyr at gjenværende fisk har høyere verdi.



Figur 24 Eksportpris (FOB) fryst rognkjeks fra Island (Kilde: Statistics Iceland og valutakurser fra DNB)

Med estimerte kostnader i størrelsesorden 34 kr/kg for frossen rognkjeks synes dette alternativet å kreve at man finner markeder med noe høyere betalingsvillighet enn de som er skissert her. Vi har liten kjennskap om hvilken betydning størrelsen på fisken har. Den islandske eksporten er etter all sannsynlighet en vesentlig større fisk. Det er heller ikke beregnet noen margin for eksportør i våre kostnadsestimater. Disse forholdene trekker i retning av at man må finne andre markeder for å kunne oppnå lønnsomhet. Dette alternativet vil også være svært avhengig av at man finner et slakteri som både er godkjent for slaktning av rognkjeks, har frysemuligheter, ikke ligger for langt unna lokaliteten og har kapasitet til å ta en slik mengde rognkjeks. Dette kan være vanskelig å finne, slik at en slik strategi kan være begrenset til bare noen lokaliteter, i alle fall på kort sikt. Dersom ikke frakt-kostnadene til slakteriet skal bli svært høye kreves det at brønnbåten tar med hele produksjonen i en transport. Det er lite trolig at rognkjeks kan oppbevares i ventemerde hos slakteriet. I første rekke er det sjelden ledig kapasitet, og det vil være kostnadskrevende å hente ut rognkjeks i porsjoner fra ventemerden. Omstillingskostnadene på slakteriet vil også påvirkes negativt om det skal slaktes og pakkes i mindre porsjoner. Tilleggs-kostnadene man pådrar seg gjennom produksjonsprosessen er betydelige. En stor del av disse kostnadene vil også være faste – slik som røkting, utstyr og transport til slakteriet vil i liten grad endres om mengden fisk endres. Dette betyr at produksjonskostnadene vil være sensitive for mengde.

Det vil kanskje være mer nærliggende å benytte den andelen rognkjeks som allerede i dag kommer til slakteriet som ledd i en prøveproduksjon for å skaffe bedre kunnskap om betalingsvilligheten. Slakteriet rapporterte om at en mengde rognkjeks kommer med brønnbåten og må sorteres ut på slakteriet. Denne vil kunne frys inn og benyttes til å skaffe bedre kunnskap om markedspotensialet. Fisken har også betydelig variasjon i størrelse, slik at den også kan gi informasjon om størrelsen er viktig for markedene.

Berggylt har de høye tilleggskostnader per kg knyttet til å tilgjengeliggjøre den for salg etter bruken som lusespiser i merden. Dette skyldes at mengden fisk som kan selges er relativt lite, og at kostnadene som påløper er relativt faste, spesielt knyttet til arbeidskraft og transport til slakteri. I tillegg til personellkostnadene på lokaliteten pådrar man seg betydelige kostnader til slakting og pakking. Transporten av fryst fisk til markedet er lite kostbar. I motsetning til rognkjeks har vi ikke funnet noen salgspriser med unntak av de som ble oppgitt av de koreanske informantene som gir grunnlag for vurdering av nytten og potensielle salgsinntekter. For berggylt var de estimerte kostnadene levert fryst i Asia på om lag 78 kr/kg. Vi har da antatt at man kan selge all berggylten, også den som er svært liten. Det er rimelig å anta at små fisk vil være vesentlig mindre attraktiv og oppnå lavere priser om den kan selges i det hele tatt. Dersom man kunne sende berggylten direkte til slakting uten noen røkte- og fôrskostnader ble kostnadene redusert til 44 kr/kg. Sammenlignet med respondentenes indikerte betalingsvillighet og sannsynligheten for at spesielt de små fiskene vil være lite attraktive synes det som man må finne markeder med høyere betalingsvilje for også denne fisken.



## 6 Hovedfunn etterbruk renseskisk

- God kilde til B12 og D13-vitamin og god fettsyresammensetning.
- God proteinkvalitet.
- Prosessering rognkjeks utfordrende på grunn av form.
- Utfordrende å selge hel renseskisk til forbrukere i Sør-Korea på grunn av utseende, smak, konsistens på fiskene.
- Lusespiserhistorien oppfattes som ubehagelig av respondentene i Sør-Korea.
- Gjennomgang at regelverket som omfatter renseskisk består av mange lover og forskrifter. Til tross for dette har det blitt stilt spørsmål ved bærekraften i leppefisket og velferden til renseskisken, noe som skaper usikkerhet for om et marked for etterbruk av renseskisk skal kunne oppstå.
- Lønnsomhet
  - Det er betydelig usikkerhet i hvordan renseskisken kan utnyttes. I nytte-kostnadsanalysen har vi modellert strategier der renseskisken samles opp i en egen merd og føres opp i en kortere periode for så å transporteres til slakteri for avliving og pakking. Vi har undersøkt salg fryst til konsummarked i Asia, da flyfrakt av fersk fisk er svært kostbart.
  - Den modellerte etterbruken for **rognkjeks** har en betydelig mengde rognkjeks som oppføres. Dette gir kostnader til fôr og røkting. Det er også antatt betydelige kostnader til transport til slakteri og slakting/pakking. Ferdig pakket er enhetskostnadene modellert til 32 kr/kg.
  - Den modellerte etterbruksstrategien for **berggyllt** gir svært høye enhetskostnader, primært som følge av liten mengde fra hver lokalitet, betydelig grad av faste kostnader i de videre leddene i verdikjeden og høye slakte- og pakkekostnader.
  - Leveranser av fersk fisk vil være problematiske på grunn av høye flyfraktkostnader og utfordringer med å selge større kvanta til lønnsomme priser. Fryst distribusjon og salg har vesentlig lavere kostnader for begge artene.
  - Svært lite informasjon er tilgjengelig, både om kostnader og verdipotensiale. Mer informasjon kan kanskje genereres gjennom utnyttelse av mengden renseskisk som i dag kommer til slakteriet.

## 7 Leveranser

### Vitenskapelig publikasjon:

Tatiana N Ageeva \*, Grete Lorentzen, Heidi A Nilsen, Kjersti Lian (2021). Lumpfish (*Cyclopterus lumpus*) used as cleaner fish: characterization and suitability for human consumption. *Applied Food Research*, 1. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2021.100008>

### Presentasjoner:

Gøril Voldnes (2021), «Kan vi spise rensfisken?» Forskningstorget miniseminar, Aqua Nor, 26.08.2021, trondheim

Gøril Voldnes (2021). «Bærekraftig etterbruk av rensfisk». Webimar i regi av Biotech North, Cod Cluster og NCE Blue Legasea.

Gøril Voldnes (2021). "Sustainable afteruse of cleanerfish – for human consumption." Presentasjon for studenter på Industristriell bioteknologi. 26.10.21, Nofima

### Populærvitenskapelig publisering:

Gøril Voldnes, Radioinnslag NRK P2, 14.12.2020

<https://radio.nrk.no/serie/studio-2-p2/sesong/202012/MKRD04024920#t=20m26s>

Gøril Voldnes (2020), «Kan rensfisk bli matfisk?» [www.kyst.no](http://www.kyst.no) 14.12.2020

Gøril Voldnes (2020), "Kan rensfisk bli matfisk?" [www.forskning.no](http://www.forskning.no), 09.12.2020

Gøril Voldnes (2021), «Kan rensfisk bli matfisk?» Norsk Fiskeoppdrett no. 1, 2021.

Gøril Voldnes (2021), «Denne fisken kan havne på middagsbordet i Asia». Intervju, [tekfisk.no](http://tekfisk.no), [intrafish.no](http://intrafish.no), [fiskeribladet.no](http://fiskeribladet.no) 7.januar 2021

Gøril Voldnes og Morten Heide (2021). «Synes du denne rensfisken ser skremmende ut?» [www.forskning.no](http://www.forskning.no), 19.10.2021

Ageeva, N., T. (2021). Foreløpig «Protokoll» av prosesstrinn og håndtering, Rognkjeks til humant konsum - skissering av prosesstrinn og håndtering, vedlegg 2

## 8 Referanser

- Akvakulturdriftsforskriften (2008). Forskrift om drift av akvakulturanlegg (FOR-2008-06-17-822).
- AOAC International. (2019). Official Methods of Analysis of AOAC International, 21 ed. <https://www.aoac.org/official-methods-of-analysis-21st-edition-2019/>
- Asche, F., H. Eggert, E. Gudmundsson, A. Hoff & S. Pascoe (2008). Fisher's behaviour with individual vessel quotas—over-capacity and potential rent: five case studies. *Marine Policy*, **32**:6, pp. 920–927.
- Bergek, A. & S. Jacobsson (2003). The emergence of a growth industry: a comparative analysis of the German, Dutch and Swedish wind turbine industries. In *Change, Transformation and Development*, Metcalfe, J.S. & U. Cantner (Eds.). Physica Verlag, pp. 197–227.
- Biomar (2020). Biomar. Retrieved 02.09.2020 from <https://www.biomar.com/no/norway/produkter-og-arter/reusefisk/rognkjeks/>
- Commission Regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs, L364/365-324 (2006). <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:364:0005:0024:EN:PDF>
- Commission Regulation (EU) No 1259/2011 of 2 December 2011 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels for dioxins, dioxin-like PCBs and non dioxin-like PCBs in foodstuffs, L320/318-323 (2011). <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:320:0018:0023:EN:PDF>
- Commission Regulations (EC) No 152/2009 of 27 January 2009 laying down the methods of sampling and analysis for the official control of feed, L54/51-130 (2009). [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L:2009:054:FULL&from=EN%20UR-Lex%20-%20L:2009:054:TOC%20-%20EN%20-%20EUR-Lex%20\(europa.eu\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L:2009:054:FULL&from=EN%20UR-Lex%20-%20L:2009:054:TOC%20-%20EN%20-%20EUR-Lex%20(europa.eu))
- CSN EN 16190. *Soil treated biowaste and sludge - Determination of dioxins and furans and dioxin-like polychlorinated biphenyls by gas chromatography with high resolution mass selective detection*. (2018). European standards. <https://www.en-standard.eu/csn-en-16190-soil-treated-biowaste-and-sludge-determination-of-dioxins-and-furans-and-dioxin-like-polychlorinated-biphenyls-by-gas-chromatography-with-high-resolution-mass-selective-detection-hr-gc-ms/>
- Damodaran, S. (2008). Amino Acids, Peptides, and Proteins. In *Fennema's Food Chemistry*. (4 ed.). Damodaran, S., K.L. Parkin & O.R. Fennema (Eds.). CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Davenport, J. (1985). Synopsis of biological data on the lumpsucker, *Cyclopterus lumpus* (Linnaeus, 1758). *Food & Agriculture Org.*
- Deltakerforskriften (2021). Forskrift om å delta i kystfartøygruppens fiske og enkelte andre fiskerier for 2021 (FOR-2020-12-16-2907).
- Dipper, F.A., C.R. Bridges & A. Menz, (1977). Age, growth and feeding in the ballan wrasse *Labrus bergylta*. *Journal of Fish Biology*, **11**:2, pp. 105–120.
- Durmuş, M. (2018). Fish oil for human health: omega-3 fatty acid profiles of marine seafood species. *Food Science and Technology*, **39**:suppl 2, pp. 454-461. <https://doi.org/10.1590/fst.21318>
- EFSA AFC Panel (2008). Safety of aluminium from dietary intake - Scientific Opinion of the Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Food Contact Materials (AFC). *EFSA Journal*, **6**:7. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2008.754>
- EFSA NDA Panel (EFSA Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies). (2014). Scientific opinion on dietary reference values for niacin. *EFSA Journal*, **12**:7, 3759. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3759>

- EFSA NDA Panel (Panel on Nutrition Novel Foods and Food Allergens). Turck, D., J. Castenmiller, S. de Henauw, K.I. Hirsch-Ernst, J. Kearney, H.K. Knutsen, A. Maciuk, I. Mangelsdorf & H.J. McArdle (2019). Dietary reference values for sodium. *EFSA Journal*, **17**:9, 191. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5778>
- EFSA (2004). Opinion of the Scientific Panel on Dietetic products, nutrition and allergies [NDA] related to the Tolerable Upper Intake Level of Vanadium. *EFSA Journal*, **2**:3, pp. 1–22. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2004.33>
- EFSA (2017). *Overview on the Dietary Reference Values (DRVs) for the European Union population as derived by the European Food Safety Authority Panel on Dietetic Products, Nutrition & Allergies (NDA)* (Summary of Dietary Reference Values – version 4 (September 2017)). EFSA. [https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/assets/DRV\\_Summary\\_tables\\_jan\\_17.pdf](https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/assets/DRV_Summary_tables_jan_17.pdf)
- Eliassen, J.E. & O. Vahl (1982). Seasonal variations in biochemical composition and energy content of liver, gonad and muscle of mature and immature cod, *Gadus morhua* (L.) from Balsfjorden, northern Norway. *Journal of Fish biology*, **20**:6, pp. 707–716.
- EN 12821:2009. *Foodstuffs - Determination of vitamin D by high performance liquid chromatography - Measurement of cholecalciferol (D3) or ergocalciferol (D2)* (CEN/TC 275). European Committee for Standardization. [https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:110:0:::FSP\\_PROJECT,FSP\\_ORG\\_ID:27772,6256&cs=1D597F7B81605B657692E8499FFEB199E](https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:110:0:::FSP_PROJECT,FSP_ORG_ID:27772,6256&cs=1D597F7B81605B657692E8499FFEB199E)
- EN 14122:2014. *Foodstuffs - Determination of vitamin B1 by high performance liquid chromatography.* (CEN/TC 275). European Committee for Standardization. [https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:110:0:::FSP\\_PROJECT,FSP\\_ORG\\_ID:35371,6256&cs=16A0010D4EC5A335FFA820611D07D89FC](https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:110:0:::FSP_PROJECT,FSP_ORG_ID:35371,6256&cs=16A0010D4EC5A335FFA820611D07D89FC)
- EN 14152:2014. *Foodstuffs – Determination of vitamin B2 by high performance liquid chromatography.* (CEN/TC 275). European Committee for Standardization. [https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=CENWEB:110:::FSP\\_ORG\\_ID,FSP\\_PROJECT:6256,35372&cs=18B4038E3E617D97B66EBAA7588ABC51F](https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=CENWEB:110:::FSP_ORG_ID,FSP_PROJECT:6256,35372&cs=18B4038E3E617D97B66EBAA7588ABC51F)
- EN 14663:2005. *Foodstuffs – Determination of vitamin B6 (including its glycosylated forms) by HPLC.* (CEN/TC 275). European Committee for Standardization. [https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:110:0:::FSP\\_PROJECT,FSP\\_ORG\\_ID:22286,6256&cs=1508A6973E4266B34D137507A0BDC32DE](https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:110:0:::FSP_PROJECT,FSP_ORG_ID:22286,6256&cs=1508A6973E4266B34D137507A0BDC32DE)
- EN 15652:2009. *Foodstuffs - Determination of niacin by HPLC.* (CEN/TC 275). European Committee for Standardization. [https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:110:0:::FSP\\_PROJECT,FSP\\_ORG\\_ID:27776,6256&cs=1575593E5D0157E75CC20B786F8C76A52](https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:110:0:::FSP_PROJECT,FSP_ORG_ID:27776,6256&cs=1575593E5D0157E75CC20B786F8C76A52)
- Espmark, Å.M.O., C. Noble, J. Kolarevic, G.M. Berge, G.H. Aas, S.A. Tuene, M.H. Iversen, H.I. Wergeland, L.-H. Johansen & E. Burgerhout (2020). *Welfare in cleaner fish – operational welfare indicators (OWI) – RENSVEL. Revised edition of report 12/2019 (16/2020)*. Nofima [in Norwegian]. <https://nofima.no/en/publication/1809483/>
- FAO/WHO/UNU. (2007). *Protein and amino acid requirements in human nutrition: report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation*. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/43411>
- Fiebig, H.-J. & J. Lüttke (2003). Solid fat content in fats and oils - determination by pulsed nuclear magnetic resonance spectroscopy [C-IV 3g (2003)]. *European Journal of Lipid Science and Technology*, **105**: 7, pp. 377–380. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200390076>
- Fiskeridirektoratet (2020a). Lønnsomhetsundersøkelse for produksjon av laks og regnbueørret 2019.

- Fiskeridirektoratet (2020b). Forslag til regulering av fisket etter leppefisk i 2021.
- Fiskeridirektoratet (2021). Fangst av leppefisk. <https://www.fiskeridir.no/Yrkesfiske/Tall-og-analyse/Fangst-og-kvoter/Fangst/Fangst-av-leppefisk>
- Forskrift om IK-Akvakultur (2004). Forskrift om internkontroll for å oppfylle akvakulturlovgivningen (FOR-2004-03-19-537).
- Forskrift om krav til fartøy som skal fiske og føre fangsten levende (2005). Forskrift om krav til fartøy som skal fiske og føre fangsten levende (FOR-2005-12-22-1682).
- Forskrift om kvalitet på fisk og fiskevarer (2013 ). Forskrift om kvalitet på fisk og fiskevarer (FOR-2013-06-28-844).
- Forskrift om regulering av fisket etter leppefisk i 2021. (2020). Forskrift om regulering av fisket etter leppefisk i 2021 (FOR-2020-12-18-2969).
- Forskrift om tiltak for å forebygge, begrense og bekjempe PD hos akvakulturdyr (2017). Forskrift om tiltak for å forebygge, begrense og bekjempe pankreassykdom (PD) hos akvakulturdyr (FOR-2017-08-29-1318).
- Forskrift om utvidelse av akvakulturanlegg mv. (2008). Forskrift om etablering og utvidelse av akvakulturanlegg, zoobutikker m.m (FOR-2008-06-17-823).
- Forskrift om utøvelse av fisket i sjøen (2004). Forskrift om utøvelse av fisket i sjøen (FOR-2004-12-22-1878).
- Guba, E.G. & Y.S Lincoln (1994). Competing paradigms in qualitative research. *Handbook of Qualitative Research*, **2**, pp. 166–194.
- Halvorsen, K.T., R. Bjelland, T. Jørgensen & A.B. Skiftesvik (2017). Forsøksfiske for selektiv fangst av berggylt. Rapport 8-2017, Havforskningsinstituttet, Bergen.
- Hamre, K. & A. Mangor-Jensen (2006). A multivariate approach to optimization of macronutrient composition in weaning diets for cod (*Gadus morhua*). *Aquaculture Nutrition*, **12**:1, pp. 15–24. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2006.00377.x>
- Hamre, K., A. Nordgreen, E. Grøtan & O. Breck (2013). A holistic approach to development of diets for Ballan wrasse (*Labrus berggylta*) – a new species in aquaculture. *PeerJ*, **1**, e99. <https://doi.org/10.7717/peerj.99>
- Havforskningsinstituttet (2020). Kunnskapsstøtte og råd for regulering av fisket etter leppefisk i 2021.
- Imsland, A.K., P. Reynolds, T.M. Jonassen, T.A. Hangstad, T.A. Elvegård, T.C. Urskog, ... & B. Mikalsen (2019). Effects of different feeding frequencies on growth, cataract development and histopathology of lumpfish (*Cyclopterus lumpus* L.). *Aquaculture*, **501**, pp. 161–168.
- ISO 12966-2:2011. Animal and vegetable fats and oils - Gas chromatography of fatty acid methyl esters – Part 2: Preparation of methyl esters of fatty acids. *International Organization for Standardization (ISO)*. <https://www.iso.org/standard/43172.html>
- ISO 14565:2000. Animal feeding stuffs — Determination of vitamin A content — Method using high-performance liquid chromatography. *International Organization for Standardization (ISO)*. <https://www.iso.org/standard/24065.html>
- ISO 17294-2:2016. Water quality - Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) - Part 2: Determination of selected elements including uranium isotopes. *International Organization for Standardization (ISO)*. <https://www.iso.org/standard/62962.html>
- ISO 6867:2000. Animal feeding stuffs — Determination of vitamin E content — Method using high-performance liquid chromatography. *International Organization for Standardization (ISO)*. <https://www.iso.org/standard/13379.html>

- Jensen, I.-J., K.-E. Eilertsen, C.H.A. Otnæs, H.K. Mæhre & E.O. Elvevoll (2020). An Update on the Content of Fatty Acids, Dioxins, PCBs and Heavy Metals in Farmed, Escaped and Wild Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) in Norway. *Foods*, **9**:12, 1901. <https://doi.org/10.3390/foods9121901>
- Jensen, I.-J., R. Larsen, T. Rustad & E.-E. Eilertsen (2013). Nutritional content and bioactive properties of wild and farmed cod (*Gadus morhua* L.) subjected to food preparation. *Journal of Food Composition and Analysis*, **31**:2, pp. 212–216. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2013.05.013>
- Jobling, M., O. Leknes, B.-S. Sæther & E.Å. Bendiksen (2008). Lipid and fatty acid dynamics in Atlantic cod, *Gadus morhua*, tissues: Influence of dietary lipid concentrations and feed oil sources. *Aquaculture*, **281**:1-4, pp. 87–94. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.05.027>
- Johannesson, J. (2006). *Lumpfish caviar: from vessel to consumer* (485). Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO). <http://www.fao.org/3/a0685e/a0685e00.htm>
- Jonmundsson (2018). Sjávarspendýr og fuglar sem meðafli í grásleppunet: Sjálfbærni grásleppuveiða og afturköllun MSC vottunar. Bachelor thesis, Háskólinn á Akureyri.
- Laksetilfelingsforskriften (2004). Forskrift om tillatelse til akvakultur for laks, ørret og regnbueørret (FOR-2004-12-22-1798 ).
- Landingsforskriften (2014). Forskrift om landings- og sluttseddel (FOR-2014-05-06-607).
- Lorentzen, M., M.H. Berntssen & A. Måge (2001). Mineraler og Sporelementer. In Waagan, R., M. Espe, K. Hamre & Ø. Lie (Eds.). *Fiskeernæring* (pp. 126-139). Kystnæringen Forlag & Bokklubb AS.
- Lund, J. & A.C. Rustan (2020). Fatty Acids: Structures and Properties. In eLS. John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0029198>
- Lynnum, L. (2005). *Videreforedling av fisk*. Tapir Akademisk Forlag.
- Mandel, G. (2004). Gaps, Inexperience, Inconsistencies, and Overlaps: Crisis in the Regulation of Genetically Modified Plants and Animals. *William & Mary Law Review*, **45**:5, 2167.
- Mattilsynet (2020) Nasjonal tilsynskampanje 2018/2019 VELFERD HOS RENSEFISK.
- Mæland, A., I. Rønnestad, H.J. Fyhn, L. Berg & R. Waagbø (2000). Water-soluble vitamins in natural plankton (copepods) during two consecutive spring blooms compared to vitamins in *Artemia franciscana* nauplii and metanauplii. *Marine Biology*, **136**:5, pp. 765–772. <https://doi.org/10.1007/s002270000280>
- Nordic Council of Ministers. (2014). *Nordic Nutrition Recommendations 2012. Integrating nutrition and physical activity* (Nord 2014:002). Nordic Council of Ministers. <https://www.norden.org/no/node/7832>
- Nordøy Sea AS (2015). Rognkjeks og Rognkall – mot koreanske ganer. Report to Innovation Norway.
- Nytrø, A.V., B. Roth, S. Fagerholt & A. Imsland (2015). Etterbruk av rognkjeks. Rapport:6837. Akvaplan-niva AS.
- Nøstvold, B.H., I.Kvalvik, G. Voldnes & A.R Jentoft (2016). *Etterbruk av rognkjeks - Fra lusespiser til middagsmat*. Rapport 43/2016, Nofima, Tromsø. [in Norwegian]. <https://nofima.no/en/publication/1397108/>
- Ólafsson, H.G., H. Einarsson, A.M. Jonsdóttir & S. Haraldsson (2009). *Fullnýting hrognkelsa* (R-044-08). AVS [in Icelandic]. <https://biopol.is/files/webform/Fullnyting%20hrognkelsa.pdf>
- Olsen, R.L. (2017). *Lipidkjemi : med vekt på fisk* (4. utg. ed.). Norges Arktiske Universitetet [in Norwegian].
- Olsen, S.O., K. Toften, D.C. Dopico, A. Tudoran, & A. Kole (2008). Consumer Evaluation of Tailor-Made Seafood Products. In *Improving seafood products for the consumer*, Børresen, T. (Ed.). CRC Press.
- Paradis, M., R.G. Ackman, J. Hingley & C. Eaton (1975). Utilization of Wastes from Lumpfish, *Cyclopterus lumpus*, Roe Harvesting Operations: An Examination of the Lipid and Glue

- Potential, and Comparison of Meal with that from Nova Scotia-Caught Menhaden. *Journal of the Fisheries Board of Canada*, 32:9, pp. 1643–1648. <https://doi.org/10.1139/f75-192>
- Porter M.E. (2001). The value chain and competitive advantage. In *Understanding Business: Processes* Barnes D (Ed.). London: Routledge.
- Powell, A., C. Pooley, M. Scolamacchia & C. Garcia de Leaniz (2018). Review of lumpfish biology. In *Cleaner fish biology and aquaculture applications*, Treasurer, J. (Ed.), pp. 98–121. 5M Publishing Ltd.
- Ranau, R., J. Oehlenschläger & H. Steinhart (2001). Aluminium content in edible parts of seafood. *European Food Research and Technology*, **212**:4, pp. 431–438. <https://doi.org/10.1007/s002170000283>
- Reykdal, Ó., Þ. Ragnarsdóttir & G. Þórðarson (2012). Nýting og efnainnihald grásleppu/Utilization and composition of lumpfish. Rapport: 05-12. Icelandic Food and Biotech R&D, Mátis. <https://matis.is/skyrsla/nyting-og-efnainnihald-grasleppu-utilization-and-composition-of-lumpfish/>
- Scientific Committee on Food, & Scientific Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies (2006). *Tolerable upper intake levels for vitamins and minerals*. EFSA. [https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/efsa\\_rep/blobserver\\_assets/ndatolerableuil.pdf](https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/efsa_rep/blobserver_assets/ndatolerableuil.pdf)
- Sigurgísladóttir, S. & H. Pálmadóttir (1993). Fatty acid composition of thirty-five Icelandic fish species. *Journal of the American Oil Chemists Society*, **70**:11, pp. 1081–1087.
- Simopoulos, A.P. (2008). The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Experimental biology and medicine*, 233:6, pp. 674–688. <https://doi.org/10.3181/0711-MR-311>
- Skretting (2021). Retrieved 04.05.2021 from <https://www.skretting.com/siteassets/local-folders/norway/product-features/clean-brochure-2019-28-10-19-lowres.pdf?v=4aeb63>
- Sunstein, C. (2000). Cognition & cost-benefit analysis. *Journal of Legal Studies*, **29**:2, pp. 1059–1103.
- Þórðarson, G., P.G. Pálsson, J. Vang & L.D. Schoenemann-Paul (2018). *West Nordic Fisheries: Utilization of rest raw material* (NA2018:908). Nordisk Council of Ministers. <http://dx.doi.org/10.6027/NA2018-908>
- Tvrzicka, E., L.-S. Kremmyda, B. Stankova & A. Zak (2011). Fatty acids as biocompounds: their role in human metabolism, health and disease-a review. part 1: classification, dietary sources and biological functions. *Biomedical papers of the Medical Faculty of the University Palacky, Olomouc, Czech Republic*, **155**:2. <https://doi.org/10.5507/bp.2011.038>
- Volda University College, Møreforskning, The Norwegian Fishermen's Association, Surofi & Å.H. School, (2021). *Korrekt fangstbehandling om bord i fiskefartøy. Chapter 5. Cutting*. Ulstein Media. Retrieved 04.05.2021 from <http://fangstbehandling.no/kapping/index.php%3Flang=eng.html>
- Vyas, P., A.A. O'Kane & D. Dowell (2012). Determination of Vitamin B12 in Infant Formula and Adult Nutritionals by Surface Plasmon Resonance: First Action 2011.16 (Test Kit Method). *Journal of AOAC International*, **95**:2, pp. 329–334. [https://doi.org/10.5740/jaoacint.cs2011\\_16](https://doi.org/10.5740/jaoacint.cs2011_16)
- Ytrestøyl, T., T.S. Aas & T. Åsgård (2015). Utilisation of feed resources in production of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Norway. *Aquaculture*, **448**, pp. 365–374. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.06.023>

## Vedlegg 1 - Interview guide South-Korea

Introduce Nofima, the research aim, and guarantee confidentiality and ask permission for tape recording.

1. Could you please start by telling us briefly about your company?
2. Do you use imported seafood? – from Norway?
  - If so, what products? If not, opportunity in the future?

### Product test

You have now received two fish species for testing, lumpfish and ballan wrasse, that we like to talk to you about.

Let us start with the **ballan wrasse**:

3. Have you ever seen this type of fish before? If yes, what is your experience with it?
4. What was your first impression when you received the fish?
  - Size, color, appearance?
5. What did you do with the fish before preparation? (cutting, filleting etc.)
6. How did you cook the fish?
7. What is your evaluation of the fish after preparation?
  - Taste, appearance, color, size?
  - Any comparison to existing fish?

Then let us talk about the **lumpfish**:

8. Have you ever seen this type of fish before? If yes what is your experience with it?
9. What was your first impression when you received the fish?
  - Size, color, appearance?
10. What did you do with the fish before preparation? (cutting, filleting etc.)
11. How did you cook the fish ?
12. What is your evaluation of the fish after preparation?
  - Taste, appearance, color, size?
  - Any comparison to existing fish?

### Questions for both species:

13. Could any of these fish be used in Korean cuisine?
14. This fish is used in the aquaculture value chain for eating lice from salmon. The fish is given feed but eat lice\* as a kind of snack or treat. Do you think this will be problematic for marketing and selling Lumpfish to Korean consumers?

\*Sea lice (*Lepoeophteirus salmonis*) is a **natural parasite** on salmonids in salt water in the northern hemisphere. It is a small crustacean that feeds from the blood, skin, and mucus from the salmon, and is not harmful to people.

15. Would you buy any of these fish?
16. If yes Q15: What would be your most important **buying criteria** for this fish? (If willing to buy both this question must be asked for each specie).



17. If yes Q15: Could you give some kind of indication of what **price** you would be willing to buy this fish for? (If willing to buy both this question must be asked for each specie).

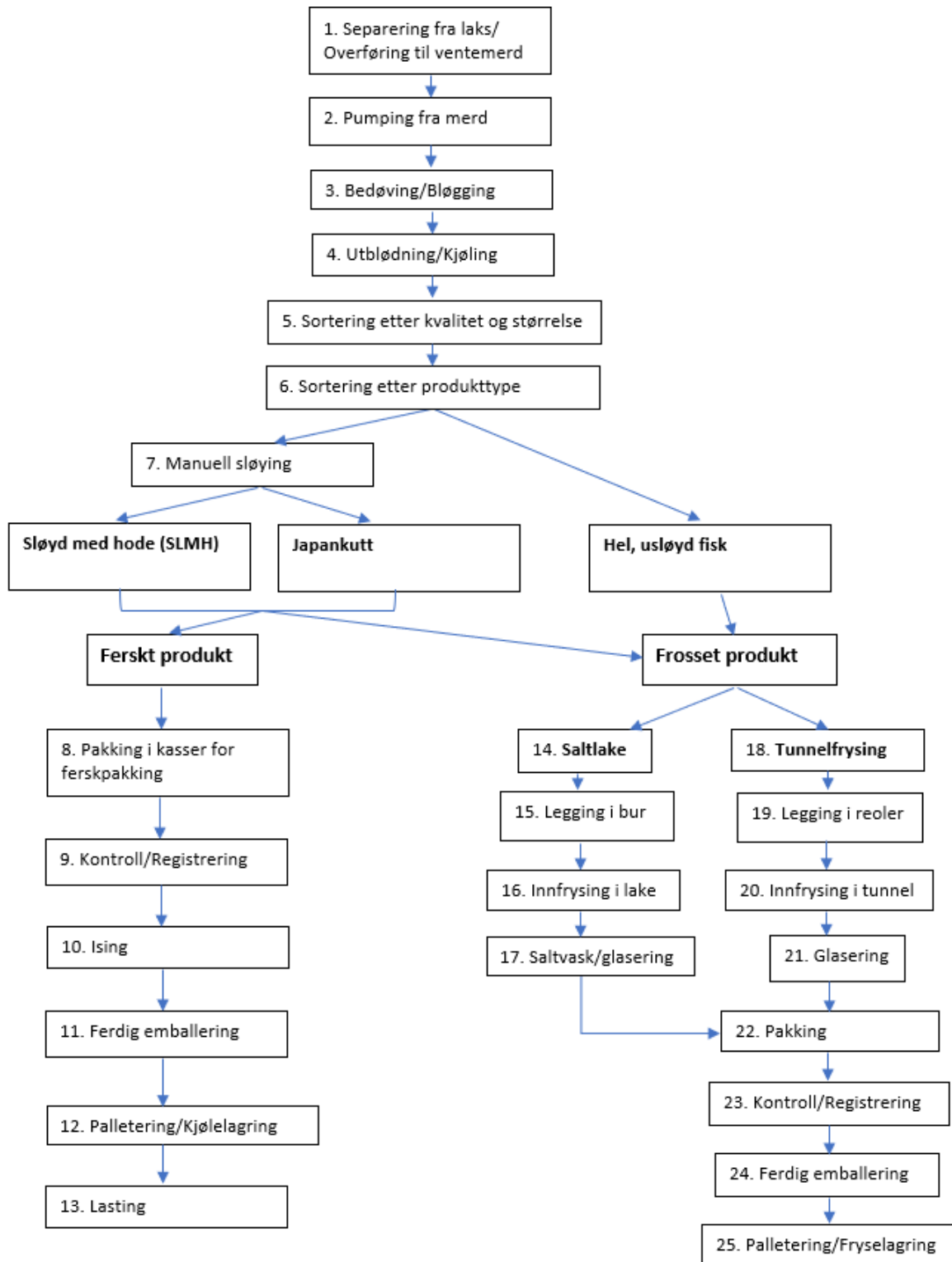
18. What is important to think about when selling **new seafood products** into the South Korean market?

19. What do you think about how this product test was conducted? What could be improved?


If relevant, ask about use of marine ingredients, like protein powder.

## Vedlegg 2 - Rognkjeks til humant konsum - skissering av prosessstrinn og håndtering

Denne vurderingen er skrevet med tanke på at det enkelt kan implementeres i produksjonsprosessen som allerede er i bruk for laks. Det foreslåtte prosesseringsregime er i stor grad lignende det som brukes i prosessen for oppdrettsfisk.



Beskrivelse.

1. Separering fra laks/ overføring til ventemerd	Levende rensefisk overføres til brønnbåt og blir pumpet i ventemerd. Mens den står i merd bør sulting vurderes for å tømme mage- tarmsystemet hvis fisken skal brukes som hel i matproduksjon.
2. Pumping fra merd	Levende rensefisk pumpes inn i anlegget ved bruk av fiskepumper.
3. Bedøving/bløgging	Levende fisk bedøves med slag mot hode eller strøm og deretter bløgges. Effekt av bedøvelse kontrolleres av operatør og korrigeres ved behov.
4. Utblødning/Kjøling	Utblødning bør skje i et utblødningskar med kaldt vann (0-2°C) i ca. 30 min med god vanngjennomstrømming med rent vann. Fisken skal holdes nedkjølt (0-2°C) deretter under produksjon, til ferdig produkt blir laget. Dette vil forlenge holdbarheten ved at hastighet både på de autolytiske prosessene i fisken og på bakteriell vekst reduseres ved lav temperatur.
5. Sortering etter kvalitet og størrelse	Rognkjeks under ca. 200 g bør sorteres ut før videre prosessering. Små fisk er utfordrende og tidkrevende å prosessere samt gir lavt produktutbytte. Syk fisk og fisk med åpne sår skal også sorteres ut. Små fisk kan brukes til ensilering. Syk fisk skal behandles ifølge regelverk. Fiskepatogener er i hovedsak ikke skadelig for mennesker. Er det påvist sykdom i lakseanlegg så sendes fisk til slakt. Har fisken sår skal den bli nedklassifisert og i noen tilfeller ikke brukes til humant konsum. Fisk med sårskader skal ikke distribueres som hel eller med skinn på.
6. Sortering etter produkttype	Evaluering av råstoffbruk. Ferskt produkt: Sløyd med hode (SLMH), Japankutt Frosset produkt: SLMH, Japankutt Frosset produkt: Hel, usløyd fisk  Sløyd fisk kan distribueres som kjølt eller fryst. For hel fisk anbefales nedfrysing (singel eller blokk frysing) rett etter utblødning.
7. Manuell sløying Sløyd med hode (SLMH) Japankutt	Hvis rognkjeks skal distribueres som sløyd med hode (SLMH) kan fisken sløydes for hånd ved å skjære opp buken fra gattåpningen mot hode. Innvollene fjernes deretter. Hvis rognkjeks skal distribueres som «japankutt med/uten skinn» kan den prosesseres ved bruk av japankutt. Rester av innvoller fjernes. Deretter kan alle finner fjernes.  Ved behov, kan skinnen fjernes manuelt. Skinning gjennomføres da for hånd fra nakke mot sporpartiet rund hele fisken (se figuren), deretter kan skinnen i sporpartiet snittes opp med kniv og hele skinnen fjernes.  
<b>Ferskt produkt</b>	
8. Pakking i kasser for ferskpakking	Fisken kan pakkes først i pose, før ising, i egnet kassetype (eventuelt samme kasser som brukes for laks).
9. Ising	Total mengde is ca. 30%. Et lag med is, pose med fisk, et lag med is. Dette er forutsatt at fisken er kjølt før den legges i kassen.

10. Kontroll/Registrering	Kassene kontrolleres, etikettene settes på kassen. Avviste kasser pakkes om og registreres på nytt.
11. Ferdig emballering	Lokk settes på, og plastikkstroppe forsegler kassen.
12. Palletering/Kjølelagring	Forseglet kasse palleteres. Ferdig palletert fisk lagres ved maksimum 4°C frem til den er klar for transport.
13. Lasting	Pallene merkes før lasting, så kjøres til transport.
<b>Frosset produkt</b>	
14. Lakefrysing	Innfrysing ved lave temperatur i saltlake (frysemediet) gir singelfryste produkter. Utstyr for lakefrysing som er tilgjengelig i dag baserer seg på batch-frysing. Dette betyr at produkter må plasseres (i bur) i laken, fryses inn og til slutt tas ut av laken.
15. Legging i bur	God kontakt mellom fisk og lake (frysemediet) oppnås ved å legge fisken i bur som deretter senkes med under overflaten i laken.
16. Innfrysing i lake	Frysehastigheten er avhengig av både temperatur i laken og omrøringshastigheten. Laken bør holde en temperatur lavere enn -17°C, noe som gir svært rask (< 20 min) innfrysing av små rognkjeks (< 100 g), mens større fisk (opptil 500 g) kan fryses inn i løpet av en time. Temperaturen i kjernen vil da være i området fra -10 til -15 °C, og temperaturen til fisken bør senkes ytterligere. Dette kan gjøres i fryselageret hvis fisken ikke er svært godt isolert. Det er viktig å ikke stue for mye fisk i burene fordi dette vil blokkere sirkulasjon av laken.
17. Saltvask/glasering	Lakefrosset fisk vil ha mettett saltlake på overflata, og denne fryser ikke. Ved å eksponere produktet med (kaldt) ferskvann etter innfrysing vil en del salt vaskes bort. Hvorvidt vannet fryser på overflata og danner et glaseringslag vil være avhengig av hvor mye salt som skylles bort fra overflaten.
18. Tunnelfrysing	Fisken som blir sortert for innfrysing sendes til frys.
19. Legging i reoler	Singel frysing: Fisken legges i reoler.
20. Innfrysing i tunnel	Reolene settes på frysetunnel for innfrysing.
21. Glasering	Reoler med frossen fisk tas ut fra frysetunnel, kjernetemperatur sjekkes på 1-3 tilfeldig utvalgte fisk. Fisken legges på glaseringsbåndet og føres ned i et vannbad for glasering. Dette reduserer uttørking, oksidering og frysebrenning.
22. Pakking	Batch med fisk legges inn i pose, så i kassen.
23. Kontroll/registrering	Vekten registreres.
24. Ferdig emballering	Lokket settes på og kassen stropes.
25. Palletering/Fryselagring	Kassene palleteres og pallen emballeres godt inn i plast før transport til fryselager. Fisken skal lagres ved temperatur lavere enn -18°C.

Innfrysmetode er avhengig av hvilket utstyr som er til disposisjon hos lakseprodusent. Blokkfrysing i vertikal platefryser kan vurderes for hel fisk. Fisken bør legges pent i fryserommene for å unngå unødig press når platene kjøres sammen etter at fryserommene er fulle. Under frysingen skjer det volumøkningen av vannet i fisken og fisken utsettes for en del press.

