



FISKERI OG BRUK AV RENSEFISK I NORSK OPPDRETT

Kunnskapsstatus



RAPPORT FRA
HAVFORSKNINGEN
NR. 2024-31

Tittel (norsk og engelsk):

Fiskeri og bruk av renseskjold i norsk oppdrett
[Title]

Undertittel (norsk og engelsk):

Kunnskapsstatus

Rapportserie:

Rapport fra havforskningen
ISSN:1893-4536

År - Nr.:

2024-31

Dato:

10.07.2024

Forfatter(e):

Nina Sandlund, Kim Halvorsen, Eeva Jansson, Kjell Nedreaas (HI),
Steven Guidos (NINA), Marthe Marie R. Stendal, Terje Jørgensen og
Anne Berit Skiftesvik (HI)

Godkjent av: Forskningsdirektør(er): Geir Lasse Taranger
Programleder(e): Mari Skuggedal Myksvoll

Distribusjon:

Åpen

Prosjektnr:

14272

Program:

Miljøeffekter av akvakultur

Forskningsgruppe(r):

Populasjonsgenetikk
Smittespredning og sykdom
Økosystemakustikk
Fiskeridynamikk

Antall sider:

44

Innhold

1	Fiskeri og bruk av rensefisk i norsk oppdrett - kunnskapsstatus	4
1.1	Innledning	4
1.2	Fangst av leppefisk	4
1.2.1	<i>Fiskeripåvirkning på leppefiskbestandene</i>	6
1.2.2	<i>Sortering/gjenutsetting av leppefisk og bifangst</i>	18
1.2.3	Indirekte økosystemeffekter	23
1.3	Tap av redskap - spøkelsesfiske	24
1.4	Rømming	24
1.5	Genetiske påvirkninger	27
1.6	Smitte og innførsel av uønskede organismer via transport	28
1.7	Dødelighet, og sykdomsutbrudd i merd	29
1.7.1	<i>Virus</i>	30
1.7.2	<i>Bakterier</i>	32
1.7.3	<i>Parasitter</i>	32
1.7.4	<i>Ukjente lidelser</i>	33
1.8	Gjenbruk av rensefisk	33
1.9	Kunnskapsbehov og forskningsprioriteringer	33
1.10	Referanser	34

1 - Fiskeri og bruk av rensefisk i norsk oppdrett - kunnskapsstatus

1.1 - Innledning

Både leppefisk og rognkjeks benyttes som rensefisk og er en av metodene som benyttes til reduksjon av lus på laksefisk. Bruk av rensefisk som avlusningsmetode i norsk havbruk økte jevnt fram til 2019, da totalt utsett av rensefisk passerte 60 millioner individer til en samlet verdi på over 1,3 mrd NOK. Siden har bruken av antall rensefisk gått ned for hvert år og i 2021 var tallet omtrent 45,6 millioner og i 2022 var antallet sunket til omtrent 33,4 millioner. Foreløpige tall for 2023 tyder på at utsett av rensefisk nå har stabilisert seg rundt 30 millioner. Nedgangen skyldes i all hovedsak lavere bruk av rognkjeks, som nå utgjør omtrent halvparten av antallet. Rensefisk fungerer også forebyggende da de største lusene, inkludert hunnlus med egg, blir spist først (Skiftesvik mfl., 2013, Skiftesvik mfl., 2018). Bruk av rensefisk kan også redusere behovet for andre avlusningsmetoder som krever mer håndtering og dermed redusere stress og skader på fisken. Rensefisk som settes ut i norske oppdrettsanlegg er definert som akvakulturdyr, og dermed underlagt det samme regelverket som andre oppdrettsorganismer. Anlegg med rensefisk er dermed flerartskulturer (polykulturer). All rognkjeks som brukes som rensefisk kommer fra oppdrett. Av leppefisk er noe av berggylten fra oppdrett, men storparten av forbruket kommer fra villfanget leppefisk, og de vanligste artene som høstes er grønngylt, bergnebb og berggylt.

Flere problemstillinger har reist seg i kjølvannet av bruken av rensefisk. De berører både effekter av fiskeriet av leppefisk, flytting mellom områder, smittespredning og genetiske endringer. Disse temaene vil bli omtalt i denne kunnskapsoppdateringen. Denne kunnskapsoppdateringen vil i hovedsak omtale temaer relatert til bruk av villfanget leppefisk. Der det er relevant vil også informasjon som gjelder oppdrettet rensefisk nevnes. Dette gjelder smittespredning og genetiske endringer.

1.2 - Fangst av leppefisk

Fisket etter leppefisk er et blandingsfiske hvor fangstene består av ulike arter salgbar leppefisk, samt bifangst av undermåls leppefisk og andre arter. Fisket etter leppefisk er regulert ved redskapsbegrensning, seleksjonsinnretninger i redskap som brukes, minste- og maksimums båtkvoter og fangstperiode og håndtering av bifangst. Informasjon om reguleringen finnes hos [Fiskeridirektoratet](#). Det fiskes i hovedsak med spesialbygde teiner, mens et lite mindretall av fiskerne benytter også ruser. Selv om det forekommer variasjoner, gir teiner generelt sett lavere bifangst av andre arter sammenliknet med ruser (Halvorsen mfl., 2017b, 2017a). Ruser er mindre selektive og har et økt innslag av arter som torsk, krabber og ål i forhold til teiner. Fra 2021 ble det forbudt å bruke ruser i fiske etter leppefisk, men det blir gitt dispensasjon fram til og med 2024 for yrkesfiskere som benytter merkeregistrerte fartøy og har fisket og landet mer enn 3000 stykk leppefisk med ruser i to av de siste tre årene. Fra 2015 måtte både teiner og ruser ha fluktåpninger for å selektere ut den minste fisken. Dessuten ble det påbud om inngangssperre for å hindre oter, stor fisk og hummer å gå inn i fiskeredskapene (Fiskeridirektoratet).

I de fleste områder foregår fisket etter leppefisk i nærheten av oppdrettsanleggene de leveres til. Fisken holdes i en eller flere oppbevaringstanker om bord, og leveres direkte til fiskeoppdrettsanleggene, eller har en kort mellomagring før levering. Er det større avstander mellom fiskeområder og oppdrett (som er tilfelle fra Sørlandet og Sverige), samles leppefisken opp i tanker eller samlemerder og fraktes videre med tankbiler (VKM

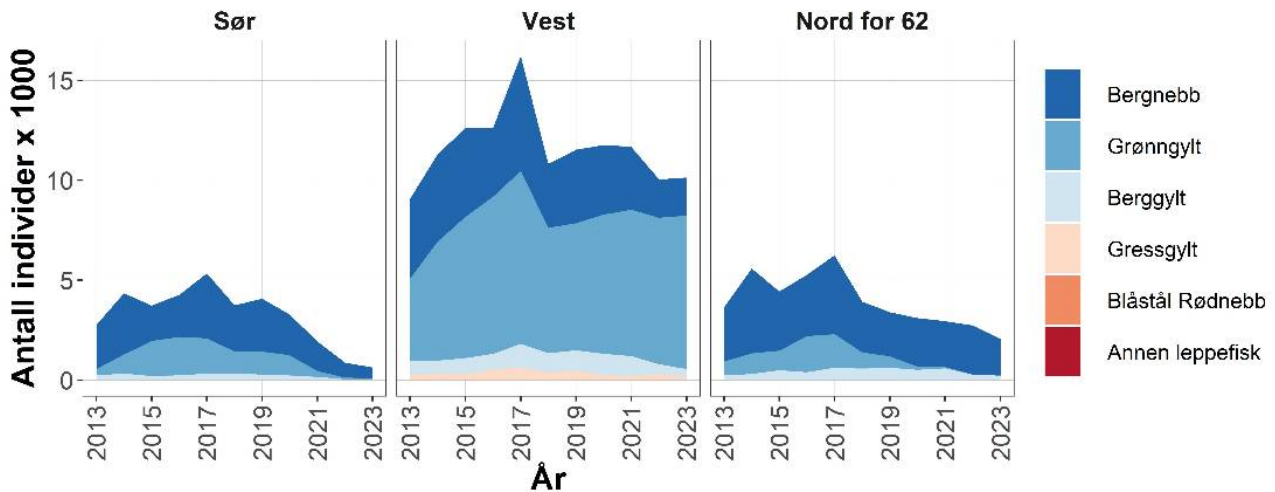
2019).

For oppdretterne er det viktig at fangstmetodene er skånsomme og at fisken er lytefri ved levering. Hvis fisken står lenge i redskapen kan den få skader, og det er derfor innført regler for ståtid (maks ett døgn utenom helligdager). Det er ikke funnet forskjeller i kvalitet og overlevelse av fisk som er fisket med henholdsvis ruser eller teiner (Skiftesvik mfl., 2014b). All bifangst og leppefisk under minstemål skal etter gjeldene regelverk straks slippes tilbake i sjøen på en slik måte at denne finner tilbake til sitt naturlige miljø og unngår å bli skadet. Hvis fisken sorteres mens fiskerne forflytter seg fra en lokalitet til en annen og blir sluppet ut i åpen sjø, vil den trolig ha redusert overlevelse (Halvorsen mfl., 2021, Cresci mfl., 2022). Mange fiskere har montert rør for å slippe ut fisken under vannflaten. Når den slippes ut igjen på fangststedet (nært land) øker dette muligheten for at den kommer trygt til bunns og i skjul. Næringen har i samarbeid med forskningsmiljøer utarbeidet veiledere for fangst, transport og bruk av rensefisk se [rensefiskskolen](#).

Fangstene av leppefisk har variert med etterspørsel og reguleringsendringer. I 2012 var det registrerte uttaket rett over 11 millioner vill leppefisk på landsbasis, mens 2017 hadde det økt til i underkant av 28 millioner. Dette var nesten 10 millioner mer enn anbefalt uttak. Fisket ble kvoteregulert fra 2018, og uttaket av leppefisk har på landsbasis stabilisert seg og er nå under anbefalt uttak (Tabell 1). Totalkvoten ble fordelt på tre fangstområder, 4 millioner til Sør (fra grensa mot Sverige til Varnes fyr på Lista), 10 millioner til Vest (fra og med Varnes fyr på Lista til 62°N) og 4 millioner til Midt (nord for 62°N). Det har inntil i 2022 vært fisket mellom 1-1,7 millioner flere leppefisk enn anbefalt kvote i fangstområde Vest. Kvoten i Vest er 2,5 ganger høyere enn i de andre to regionene, men denne fordelingen reflekter ikke størrelsen på fiskbart areal i regionene (areal i sjø 0-10 m dyp, Tabell 1). Dette tilsier at fisketrykket på leppefiskbestandene er betydelig høyere i fangstområde «Vest» i begge de to andre fangstområdene, men det er viktig å understreke at en slik arealberegning ikke har tatt hensyn til eventuelle forskjeller i produktivitet og habitatkvalitet i de ulike områdene. I årene 2020-2021 har det vært levert omtrent like mye av bergnebb og grønngylt. I 2022 var det derimot en overvekt av grønngylt som ble fisket med ca 7,4 millioner individer mot ca 5,1 millioner bergnebb, men det er tydelige forskjeller mellom de ulike fangstområdene (Figur 1).

Tabell 1 Oversikt over totalt uttak, kvoter og beregnet areal på leppefiskhabitat i de tre fangstområdene. Nord-grensen for fangstområde Midt (Nord for 62 °N) er satt ved fylkesgrensen mellom Trøndelag og Nordland

Fangst-område	Kvote (x1000)	Areal 0-10 m (km ²)	2021			2022		2023	
			Kvote/areal (km ²)	Uttak (x1000)	Utnyttelse	Uttak (x1000)	Utnyttelse	Uttak (x1000)	Utnyttelse
Sør	4000	515.8	7.8	1937	48 %	871	22 %	632	16 %
Vest	10000	686.0	14.6	11676	117 %	10053	101 %	10146	101 %
Midt	4000	1738.8	2.3	2953	74 %	2735	68 %	2053	51 %
Total	18000	2940.5	6.1	16567	92 %	13659	76 %	12832	71 %



Figur 1. Utviklingen i rapporterte fangster i fisket etter leppesøkk fordelt på art – i perioden 2013 til 2022. Merk en nedadgående andel grønngylt på Sørlandet og Nord for 62° som skyldes lavere etterspørsel etter grønngylt fra disse områdene. Data fra Fiskeridirektoratet. <https://www.fiskeridir.no/Yrkesfiske/Tall-og-analyse/Fangst-og-kvoter/Fangst/Fangst-av-leppesøkk>

1.2.1 - Fiskeripåvirkning på leppesøkkbestandene

Rensefiskartene har ulike livshistorietrekk. Bergnebb og berggylt kan bli 25 år, mens grønngylt kan bli opp mot 10 år, som regel ikke mer enn 7–8 år (bare 3-4 år på Sørlandet) (Darwall mfl., 1992, Muncaster mfl., 2013, Halvorsen mfl., 2016). Fisket etter leppesøkk vil derfor påvirke de ulike artene forskjellig. Fangbarheten forventes å være artsspesifikk, noe som i stor grad avhenger av artenes habitat-overlapp med fiskeriet, som for eksempel dybde. Grønngylt og berggylt har høyest forekomst på 0-6 meter, som også er måldybde for dette fiskeriet (Halvorsen mfl., 2020b). Bergnebb, grasgylt og rødnebb/blåstål finnes også like stor eller økende tetthet ned mot 20 meters dyp. Sannsynligheten for at disse artene blir påvirket negativt av fiskeriet er derfor lavere. Merkeforsøk viser at grønngylt og bergnebb har høyest fangbarhet i teiner, mens den er tilsynelatende lavere for berggylt (Halvorsen mfl., 2020c, Ruud 2020). De underliggende årsakene for disse forskjellene er ukjente, men antas at de skyldes ulik grad av tiltrekking til agn, samt motivasjon og evne til å ta seg inn og ut av teinene (Ruud 2020). Etterspørselen etter de ulike artene og størrelsene har heller ikke vært konstant, for eksempel så var de i 2023 nesten ikke levert grønngylt fra region Sør, og Lerøy har uttalt at de ikke vil bruke grønngylt som rensefisk i 2024. Da kvotene ikke er artsspesifikke vil endringer i etterspørsel også medføre endringer i beskatningspress på artene.

Det selektive fiskeriet har potensiale til å endre arts-, størrelses- og kjønnsfordeling i leppesøkkbestandene langs kysten (Darwall mfl., 1992, Skiftesvik mfl., 2014a, Halvorsen 2017b), spesielt i fangstområde Vest der fiskeintensiteten er høyest. Leppesøkkartene med kortest generasjonstid vil kunne restitueres raskere etter et overfiske enn arter med lengre generasjonstid. I tillegg er de artsspesifikke minstemålene i ulik grad tilpasset størrelse ved kjønnsmodning. Berggylt har stått i en særklasse tidligere, med et minstemål som har vært på 14 cm, mens den kjønnsmodnes som hunn rundt 22 cm, og skifter kjønn til hann ved 34-40 cm (Muncaster mfl., 2013). Med andre ord, et høyt uttak av bestanden over 14 cm kunne ha en sterk påvirkning på kjønnsfordeling og produktiviteten hos berggylt. I reguleringene for 2022 er det tatt hensyn til dette og minstemålet for berggylt er økt til 22 cm, og det er innført et maksimalmål på 28 cm. Generasjonstiden er lengst for berggylt og bergnebb, noe som tilsier at disse artene er mer sårbare for overfiske enn den mer kortlivede grønngylta. Bergnebb kjønnsmodnes når den er 6-7 cm (de er da 2-3 år gamle), godt før oppnådd fangststørrelse, men på denne størrelsen gyter fisken små eggmengder. Grønngylt har kort generasjonstid på Sørlandet (maks alder 4

år), og vil derfor ha potensial til å hente seg inn raskere enn bergnebb og berggyllt. På Vestlandet og nordover kjønnsmodner grønngylta senere og lever lengre (inntil 8 år), noe som gir økt sårbarhet for overfiske. Artenes reproduktive strategi påvirker også sårbarhet for fiske. Hos grønngylt, berggyllt og rødnebb/blåstål utøver hannene yngelpleie og er større enn hunnene, og et målrettet, størrelsesselektivt fiske kan derfor antas å redusere andelen egg og larver som overlever (Kindsvater mfl., 2020). Det ble for øvrig ikke registrert fangst av rødnebb/blåstål hverken i 2020 eller i 2021 og registrert fangst i 2022 var minimal, og i 2023 ble det heller ikke registrert fangst av rødnebb/blåstål. Rødnebb/blåstål er ikke lenger en mållart i fisket etter leppefisk. Som nevnt over er det antatt at etterspørselen etter grønngylt reduseres i alle tre fangstområder i 2024, noe som kan føre til et økt uttak av bergnebb – og gi et mer “ubalansert” beskatningsmønster.

Det påvist store lokale og regionale variasjoner i den naturlige tettheten av de ulike leppefiskartene (Skiftesvik mfl., 2015, Halvorsen mfl., 2016). Dette skyldes at leppefisk er svært stedbundne og har spesifikke habitatpreferanser, slik at tettheten påvirkes i stor grad av romlig variasjon i miljøbetingelser (Halvorsen mfl., 2020b). En gitt fiskeintensitet vil gi ulik påvirkning i ulike områder, siden det er påvist stor geografisk forskjell i vekst og kjønnsmodning og også i grad av genetisk isolasjon (Halvorsen mfl., 2016, Olsen mfl., 2018, Jansson mfl., 2023a). Dette påvirker igjen bestandenes produktivitet, og dermed deres tåleevne til fiskeri.

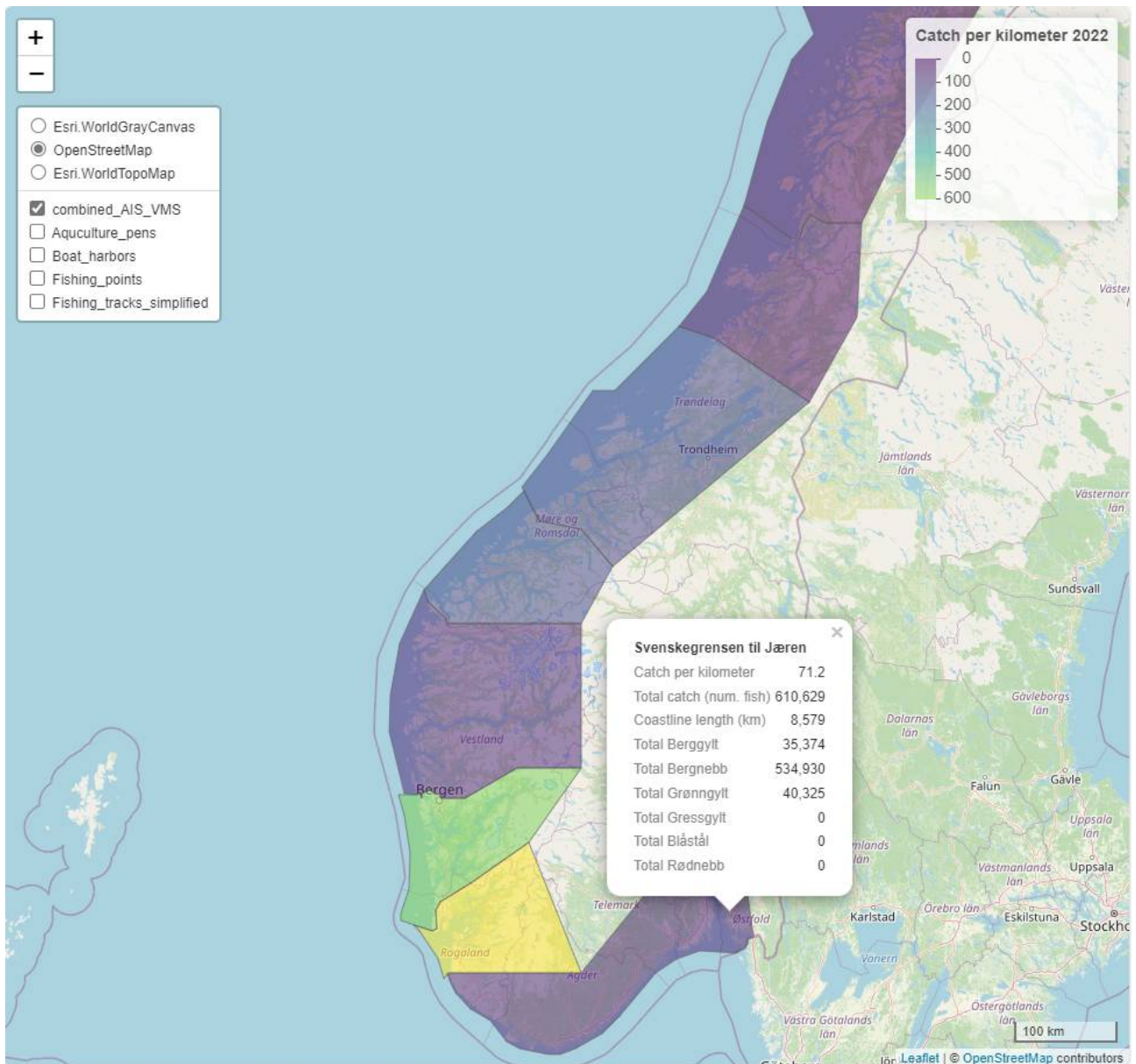
Tidligere forskning på effektene av fisket har fokusert på å sammenlikne bestander i fredningsområder med nærliggende områder åpent for fiske. På Skagerrakkysten er det påvist høyere tetthet av bergnebb og grønngylt i fire hummerverneområder (Halvorsen mfl., 2017b), mens det i en annen undersøkelse ikke ble funnet noen tydelig effekt av et null-fiskeområde i Tvedestrand på hverken berggyllt, grønngylt og bergnebb i perioden 2010-2019 (Reamon 2020). Bourlat mfl., (2021) observerte heller ingen forskjeller i leppefisksamfunnet mellom fiskede og fredede områder på den Svenske vestkysten. Derimot har en merkestudie gjennomført i Austevoll på Vestlandet har vist at fiskeriet tar ut minst 40% av grønngylt over minstemål i løpet av to måneders fiske (Halvorsen mfl., 2017c). Her hadde samlet man inn informasjon om fisketrykk i studieområdet ved daglig overvåking med båt, men det ble ikke sammenliknet med fiskeintensiteten i nærliggende områder. Disse fire studiene kommer altså til ulike konklusjoner om hvorvidt fiskeriet har påvirket de lokale leppefiskbestandene. Resultatene kan heller ikke uten videre generaliseres til større områder når det mangler informasjon om hvordan fiskeintensiteten i og rundt studieområdene - informasjon som det inntil i år ikke har vært mulig å fremskaffe med godt nok presisjonsnivå. Det er rimelig å anta at tetthet av oppdrettsanlegg og/eller nærhet til transportruter og annen infrastruktur har påvirket hvordan leppefisk-fiskeriet fordeler seg langs kysten. I noen områder har det over tid vært en høy konsentrasjon av fiskere, som for eksempel i Austevoll og kommunene rundt. Videre vil sannsynligvis mer variable faktorer som vær og tilstedeværelse av konkurrerende fiskere ha en sterk innvirkning på hvordan fiskerne velger sine fiskeplasser. På Vestlandet rapporterer fiskere at de stadig skifter lokalitet når fangstratene for salgbar fisk faller under et visst nivå (Bollinger 2020). En mobil flåte med uforutsigbart bevegelsesmønster understøttes av posisjonsdata fra teinene til referansefiskere i fangstområde Vest, hvor man har sett at noen fartøy opererer på fiskeplasser som ligger flere 10-talls km unna hverandre i samme sesong. På Sørlandet, hvor det er færre fiskere og det som regel brukes mindre fartøy har ofte fiskerne inndelt ulike områder seg imellom, noe som fører til mindre forflytninger.

1.2.1.1 - Fordeling av fiske-intensitet i tid og rom

Fra 2020 innførte Fiskeridirektoratet påbud om obligatorisk elektronisk sporing (AIS/VMS) av alle deltagende fartøy (med unntak av ungdomsfiskere). Fiskeridirektoratet/Kystverket har tilgjengeliggjort data fra 2022 og 2023, og Norsk institutt for Naturforskning (NINA) og HI har samarbeidet med å utvikle en modell som estimerer fiskeintensitet ved bruk av sporingsdataene til fartøyene. Dette er data som er essensielle for å kunne undersøke hvilke effekter fiskeriet har på mållartene og økosystemet for øvrig.

Modellen kombinerer fangststatistikk (sluttseddel) med romlige data samlet av Kystverket (AIS) og Fiskeridirektoratet (VMS). Vi har så langt fått romlige data fra 364 fartøy i 2022 og 353 i 2023. Fangststatistikken fra disse fartøyene utgjorde henholdsvis 91 % og 89 % av den totale fangsten fra hvert år. Etter at de romlige dataene er importert, er det foretatt kvalitetskontroller og filtrering slik at vi inkluderer spor og punkter som representerer fiskeriaktivitet. Filtringen av de romlige dataene er basert på et referansedatasett for om bordundersøkelser av seks fiskefartøy, og filtrerer data basert på fartøyhastigheter, nærhet til land, blant andre faktorer. Etter filtrering kobles de romlige dataene til fangststatistikken via fartøyenes registreringsnumre og rapporterte landingsdatoer. Fiskeintensiteten sammenlignes mellom regioner ved å gruppere romlige data og tilhørende fangster innenfor polygonrutenett av varierende størrelser. Vi har nasjonale modeller av fiskeriet på tre forskjellige romlige skalaer: 1) Produksjonsområder, 2) 5 km rutenett og 3) 1 km rutenett.

En detaljert oversikt over metodene som brukes for å generere fiskerimodellene vil bli gjort tilgjengelig i siste kvartal av 2024, etter at resultatene er sendt inn for publisering i et fagfellevurdert tidsskrift. Modellene på alle romlige skalaer er interaktive og kan lastes ned via HTML-lenker. Alle modellene består av 6 forskjellige lag: 1) Et bakgrunnskartlag, med 3 alternativer, 2) Polygonrutenettlag, 3) Posisjoner og informasjon om oppdrettsanlegg, 4) Posisjoner av båthavner brukt av fiskefartøy, 5) Fiskespor (generert via AIS-data), 6) Fiskepunkter (generert via VMS-data). Ved å velge individuelle polygoner vil man få informasjon om hvor mange fisk av hver art som ble fanget hvert år, oppsummert etter fangst per kilometer kystlinje per polygon. Ved valg av individuelle fiskespor får man informasjon om estimert fangst per line, med relevant informasjon om fartøy, datoer, etc. Valg av fiskepunkter gir lignende informasjon som fiskespor. Se figur 2 for en oversikt over produksjonsområdemodellen for 2022. Merk at fangststatistikk presentert i modellen kun vil inkludere daglige fangster som ble vellykket knyttet til romlige data. For tiden har modellene for 2022 og 2023 inkorporert henholdsvis 72 % og 69 % av den totale fangststatistikken fra sine respektive år. Se tabell 2 for en oversikt over endringer i fangstrater for ulike arter mellom år og produksjonsområder. Vi tar sikte på å gjøre endringer i modellen i løpet av de kommende månedene for å forbedre andelen av fangst knyttet til romlige data, samt å modellere data fra 2021.



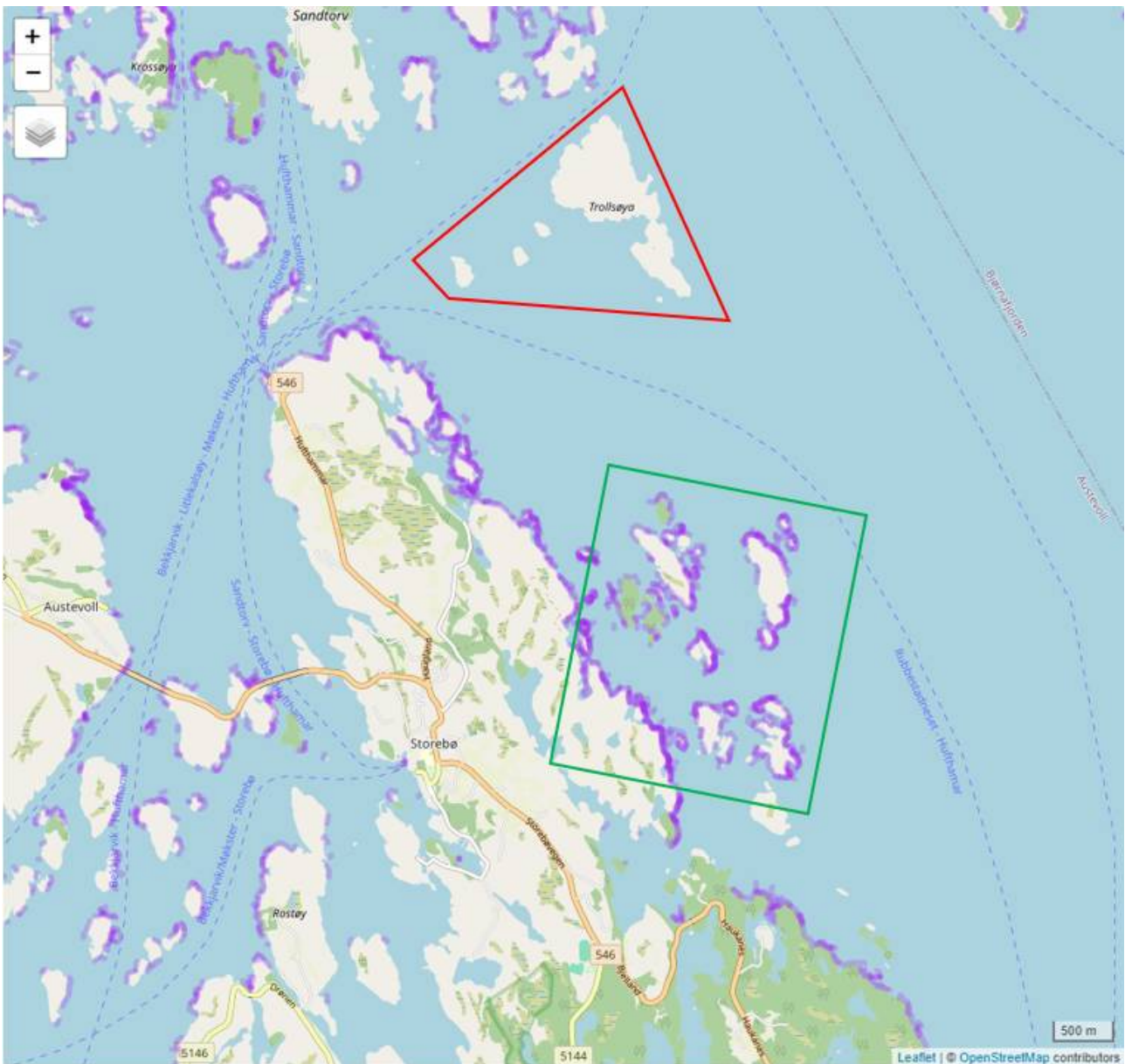
Figur 2. Fiskeintensitet fordelt på produksjonsområder for 2022. Forskjell i fangst per kilometer (alle arter kombinert) angitt ved farge. Valg av et produksjonsområdepolygon viser informasjon relevant for å beregne fangst per kilometer og hvor mange fisk av hver art som ble fanget og modellert.

Tabell 2. Oversikt over modellerte fangststatistikk fra 2022 og 2023, delt etter produksjonsområde.

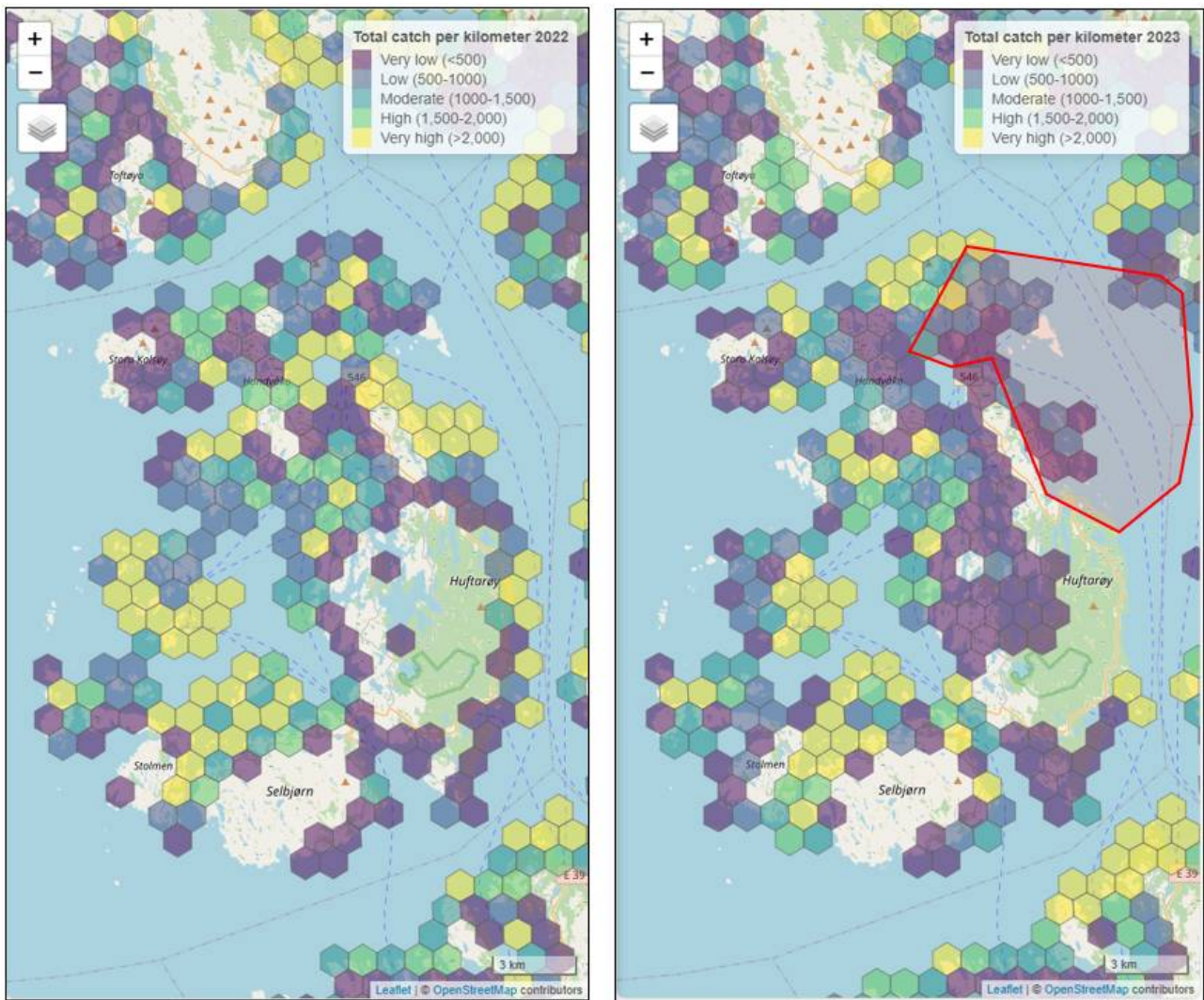
Produksjonsområde	Year	Totalfangst (antall fisk)	Endring i % fra 2022	Kystline (km)	Fangst per km	Total Berggyllt	Total Bergnebb	Total Grønngyllt	Total Gressgyllt
Nord-Trøndelag med Bindal	2022	95,857		6,492	14.8	59	95,798	0	0
Nord-Trøndelag med Bindal	2023	40,881	-57	6,492	6.3	0	40,881	0	0
Nordmøre og Sør-Trøndelag	2022	1,627,429		11,690	139.2	169,378	1,458,051	0	0

Nordmøre og Sør-Trøndelag	2023	1,160,643	-29	11,690	99.3	129,591	1,031,052	0	0
Stadt til Hustadvika	2022	597,581		3,994	149.6	80,822	516,759	0	0
Stadt til Hustadvika	2023	517,909	-13	3,994	129.7	71,061	446,848	0	0
Nordhordaland til Stadt	2022	680,990		9,721	70.1	54,506	213,433	396,060	16,991
Nordhordaland til Stadt	2023	735,444	8	9,721	75.7	61,137	255,594	412,276	6,437
Karmøy til Sotra	2022	3,882,813		6,667	582.4	127,512	627,207	2,948,262	179,832
Karmøy til Sotra	2023	3,879,805	0	6,667	581.9	110,793	677,367	3,026,903	64,742
Ryfylke	2022	2,163,475		2,951	733.1	136,074	341,975	1,675,015	10,411
Ryfylke	2023	1,953,546	-10	2,951	662.0	110,134	182,040	1,653,916	7,456
Svenske-grensen til Jæren	2022	610,629		8,579	71.2	35,374	534,930	40,325	0
Svenske-grensen til Jæren	2023	598,340	-2	8,579	69.7	42,759	519,371	36,210	0

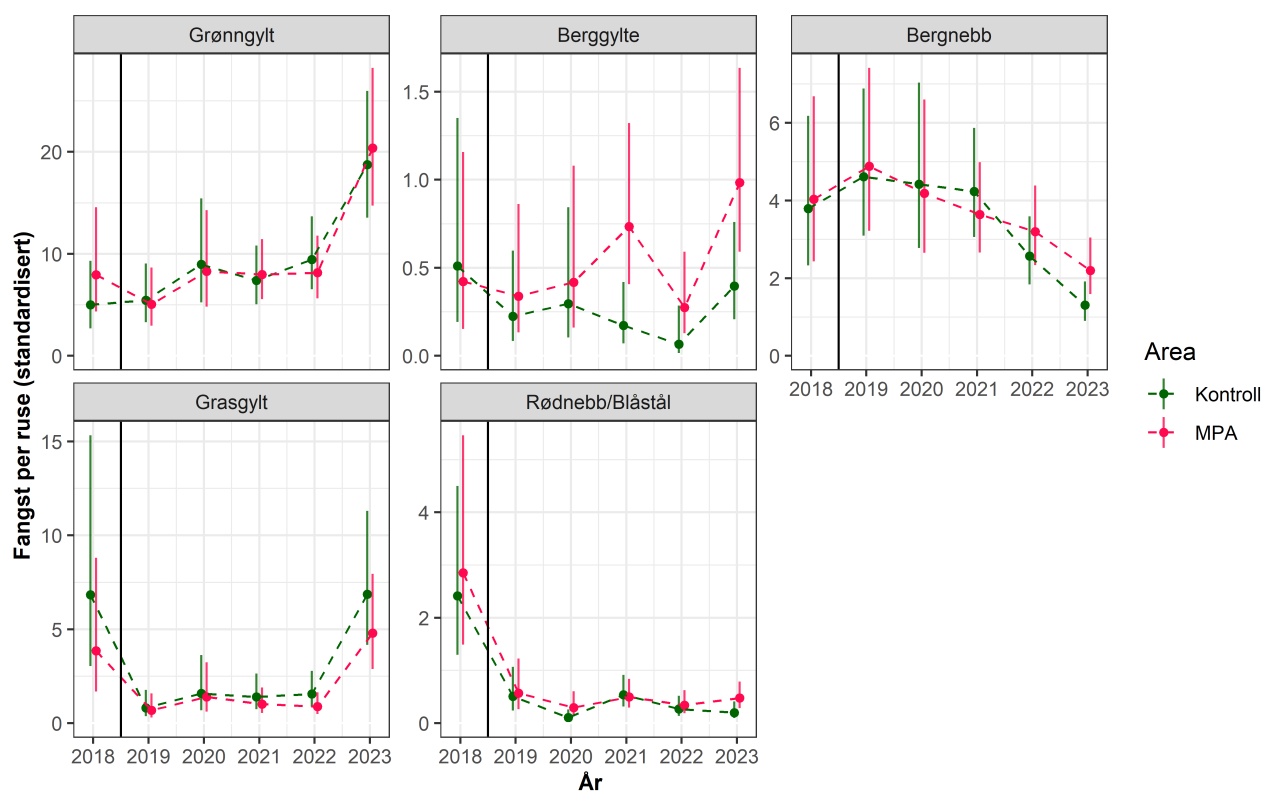
Utvikling i og utenfor verneområder i Austevoll. HI har siden 2018 gjennomført et årlig rusetokt for å følge utviklingen i Trollsøya hummerfredningsområde og et nærliggende kontroll-område åpent for fiske siden 2018. Sporingsdataene viser at det ikke skjedde noe fiskeri i selve verneområdet i 2022, mens kontrollområdet var et relativt hardt fisket område (Figur 2). Resultatene etter fem år med vern viser at fangstratene for berggyllt har doblet seg i verneområdet i forhold til kontrollområdet, mens det er ingen signifikante forskjeller for grønngyllt - hvor vi merker oss at fangstene har steget kraftig i begge områder, spesielt mellom 2022 og 2023 (Figur 3). For bergnebb er det en generell nedgang de siste 4 årene, og i 2022 var det signifikant mindre bergnebb i det fiskede området. Det er ingen forskjeller mellom områdene for de ikke-kommersielle leppefisk artene grasgyllt og rødnebb/blåstål. Fraværet av tydelige effekter på de andre artene, kombinert med store år-til-år svingninger for de mer kortlivede artene, grønngyllt, grasgyllt og rødnebb/blåstål som sammenfaller i begge områder, tyder dette på at naturlig variasjon i rekruttering og/eller dødelighet har en sterkere populasjonsregulerende effekt enn fiskeriet har på disse artene. Det er likevel for tidlig å konkludere, da det er behov for å bruke sporingsdata på større geografiske skalaer for å sammenlikne det relative fiskeintensiteten mellom ulike områder. Når vi ser på sporingsdata fra 2022 og 2023, så ser man at kontrollområdet hadde en svært høy fiskeintensitet i de fleste polygonene (mer enn 2000 fisk per km kystlinje), mens det i 2023 var betydelig lavere modellert fiskeriintensitet (0-1000 fisk per km kystlinje, Figur 4.). Dette skyldes at hele det aktuelle området ble definert som forbudssone for transport av fisk ut av området på grunn av ILA utbrudd. Merk at prøvefisket i regi av Havforskningsinstituttet gjøres i juni, og at fisket åpner i juli, slik at endringer i fiskeintensitet i 2023 først vil kunne observeres i prøvefisket 2024. Videre vil tilgjengeliggjøring av sporingsdata fra 2020 og 2021 være viktig å inkludere i modellen – da det kan være at den romlige fordelingen av fiskeriet i Austevoll var annerledes i de årene. Det vil også arbeides med å estimere fiskeintensitet der referansefiskerne opererer slik at man kan undersøke fiskerpåvirkning i andre regioner og områder.



Figur 3. Fiskepor rundt i hummerfredningsområdet i Austevoll (rød polygon) og i kontrollområdet (grønn firkant) fra 2022 AIS/VMS data. Det har blitt gjennomført standardisert rusetokt i disse områdene 2018-2023.



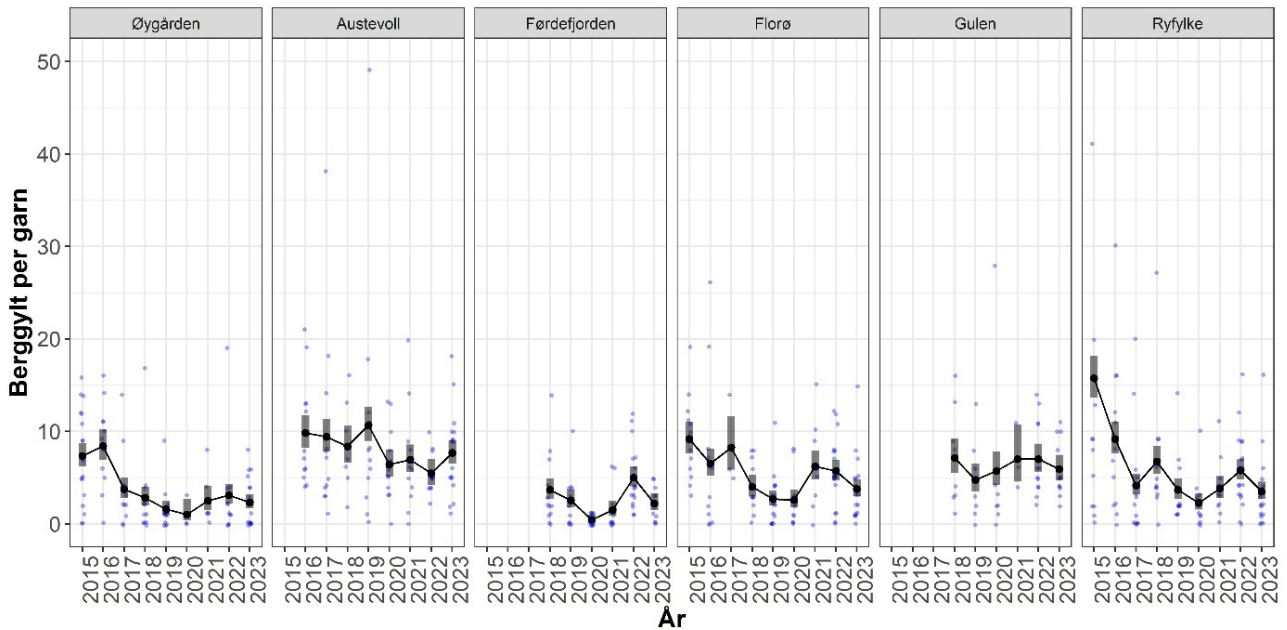
Figur 4. Fiskerintensitet i Austevoll (Vestland) før (2022) og etter implementering (2023) av ILA forbudssone (rød polygon). Fargeskala indikerer antall leppefisk fanget per km kystlinje i gitt polygon. Antall leppefisk er beregnet ved bruk av slutseddeldata på daglig fangster (levert fisk) for enkeltfartøy, hvor fangsten er fordelt på total lengde fiskepunkter/fiskespor.



Figur 5. Utvikling i standardisert CPUE (Fangst per ruse av overmåls leppefisk; 95 % konfidensintervall) i Trollsøya hummerfredningsområde (MPA) og nærliggende kontrollområde i Austevoll.

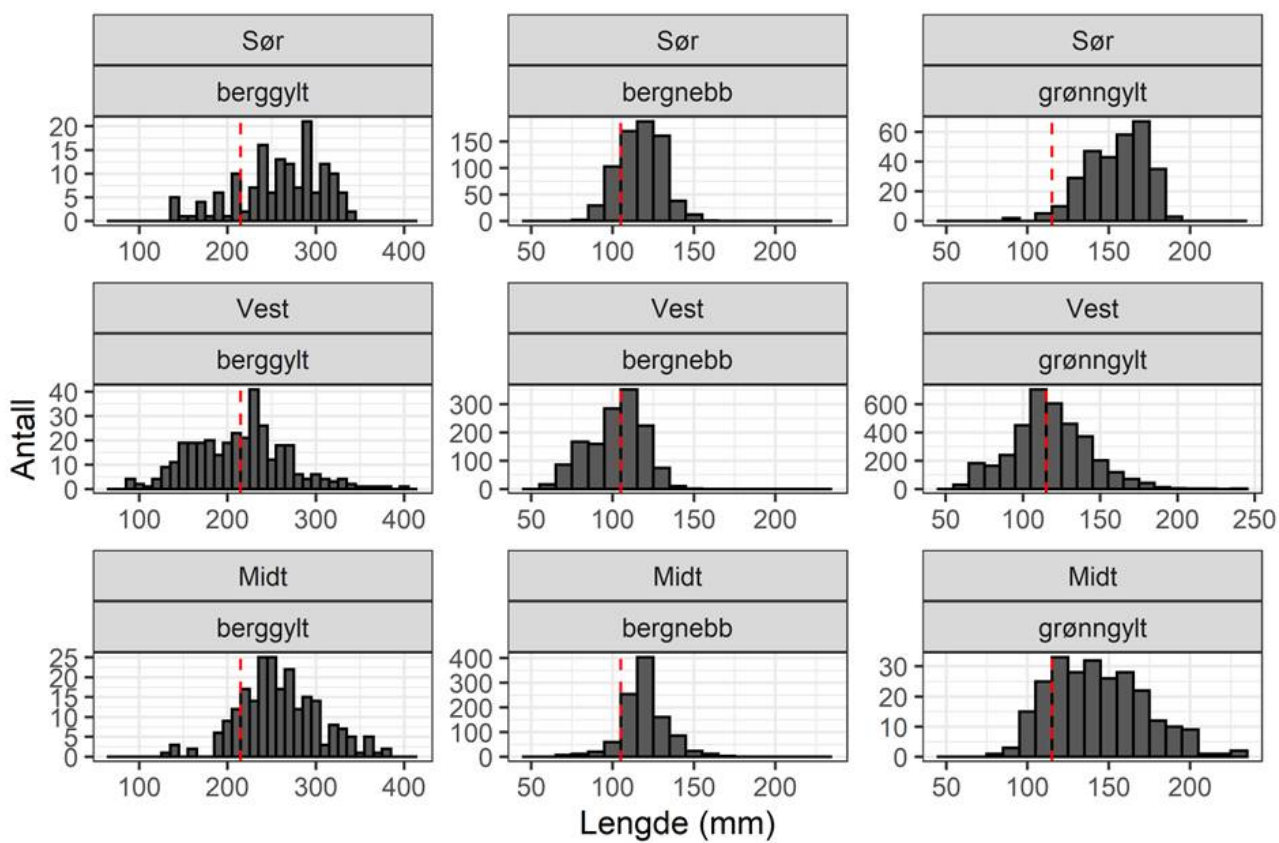
Det er videre gjennomført merkestudier over flere år i et nærliggende verneområde lengre sør på Austevoll. Her har man i et delområde gjennomført et kontrollert fiskeri i regi av HI over tre år. De foreløpige resultatene der tyder på at både grønnngylt og bergnebb kompenseres for økt fiskedødelighet med redusert naturlig dødelighet. For grønnngylt observerte man i tillegg raskere vekst etter man reduserte tettheten i bestanden. Dette gjenspeiles også i fiskeriuavhengige data fra andre områder hvor man ser at gjennomsnittsstørrelsen på grønnngylt er lavere der tettheten (fangst-ratene) er høyere (Halvorsen mfl., 2016). Slike tetthetsavhengige responser kan være viktige for at bestandene tilpasser seg beskatningstrykket fra fiskeriet og opprettholder produktiviteten. Resultatene fra merkeforsøket på Austevoll skal publiseres i en fagfelle-vurdert artikkel i løpet av 2024.

At fiskeriet har redusert berggyltbestandene på Vestlandet understøttes også av data fra garn-tokt og referansefiskere. Siden 2015 har det blitt gjennomført et standardisert ruse-garn tokt på faste lokaliteter på Vestlandet (Ryfylke-Florø). Fisket gjennomføres i perioden september-oktober med småmaskede trollgarn og åleruser. Flere av lokalitetene viser her en tydelig negativ utvikling for stor berggylt. Dette underbygger et helhetsbilde om at berggyltbestandene på Vestlandet stedvis har blitt påvirket av et høyt fiskepress. De siste to årene har det likevel vært en svak positiv eller flat trend i alle områder, noe som kan bety at innstramninger og reguleringer innført de siste seks årene har hatt en innvirkning. Denne dataserien vil være viktig for å vurdere effekten av økt minstemål og innføring av maksimalmål for berggylte som innført før 2022 sesongen.

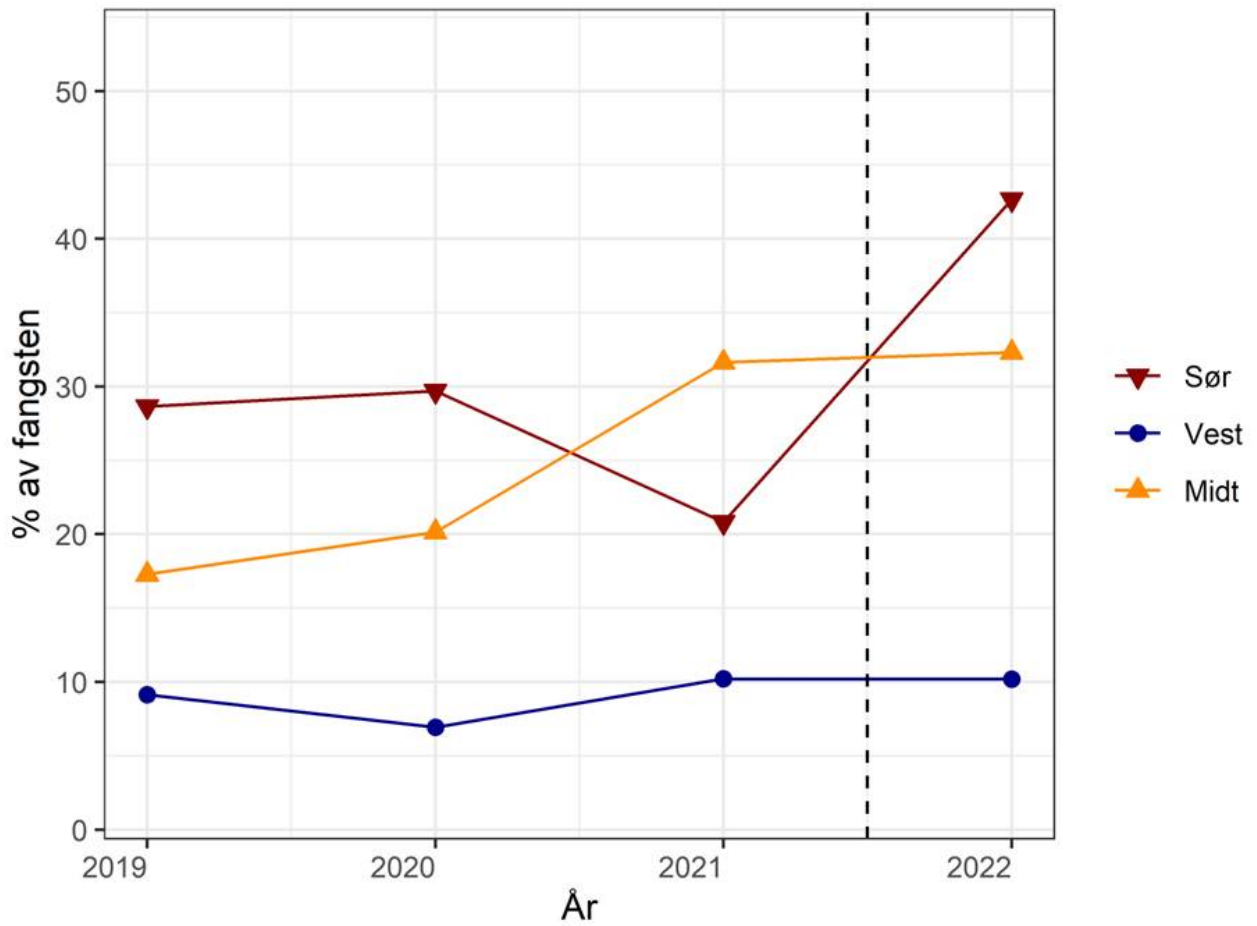


Figur 6: Utvikling i fangst-rate for berggyllt på ulike stasjoner i garn tokt på Vestlandet 2015-2023. Punktene viser estimert fangstrate ved en GLM modell med 95 % konfidensintervall rundt estimatene.

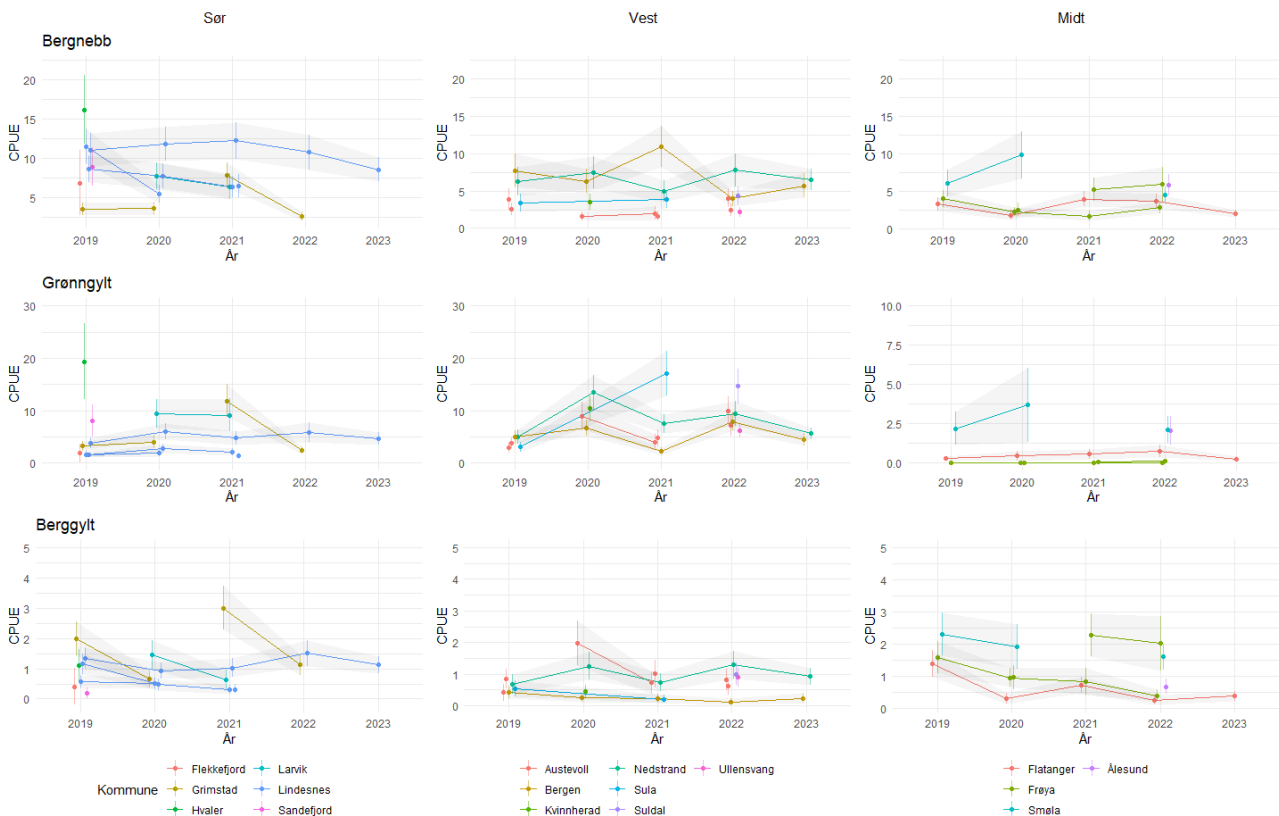
HI har hatt et nettverk av referansefiskere som årlig har levert fangstdata fra 700-800 teinetrekk, hvor all leppefisk blir lengdemålt. Lengdefordelingene fra 2022 viser at det er en tydelig forskyvning mot mindre individer for berggyllt i Vest i forhold til de to andre fangstområdene (Figur 7). Dette gjenspeiles også i at Vest har en betydelig lavere andel av berggyllt som er større eller like store som maksimalmålet (28 cm, Figur 8). Andelen berggyllt som er større eller lik det nylig innførte maksimalmålet (28 cm) er betydelig lavere i Vest enn i de andre fangstområdene, og det er ikke observert noen økning i år etter at maksimalmålet ble innført (Figur 8). Fraværet av større individer er indikasjon på høy fiskedødelighet hos berggyllt. Også for bergnebb og spesielt grønngyllt så er lengdefordelingen mer venstre-forskjøvet (mot minstemålene) i Vest enn i de andre regionene. Det har vist seg å være utfordringer med å rekruttere fiskere og holde på de samme over flere sesonger. Det er stor variasjon i fangstratene mellom fiskere, i noen tilfeller også innen samme kommune (Figur 9). Dette reflekterer etter alt å dømme stor lokal variasjon i leppefiskbestandene. Spesielt for fiskere i fangstområde Vest er det observert at fiskerne kan flytte seg store avstander innad og mellom sesong. Fra 2023 ble det besluttet å skalere ned på denne datainnsamlingen, hvor kun fiskere som hadde levert konsistente data over minst 3 år blir med videre (2 fiskere i fangstområde Vest, 1 i Sør og 1 i Midt). Det vil derfor jobbes med å utvikle en fangst-innsats indeks basert på sporingsdata og daglig fangststatistikk, hvor man da unngår sårbarheten som kommer med et begrenset utvalg av fiskere med høy utskiftning av fiskere. Tidsserien fra referansefiskerne har likevel gitt svært viktig kunnskap om hvordan leppefiskbestandene varierer i tid og rom, samt om bifangst (se 1.2.3).



Figur 7: Lengdefordeling for grønngylt, berggyllt og bergnebb i fangstene til referansefiskerne 2022. NB – ulike skalaer på x- og y-akser. Rød linje er minstemål.

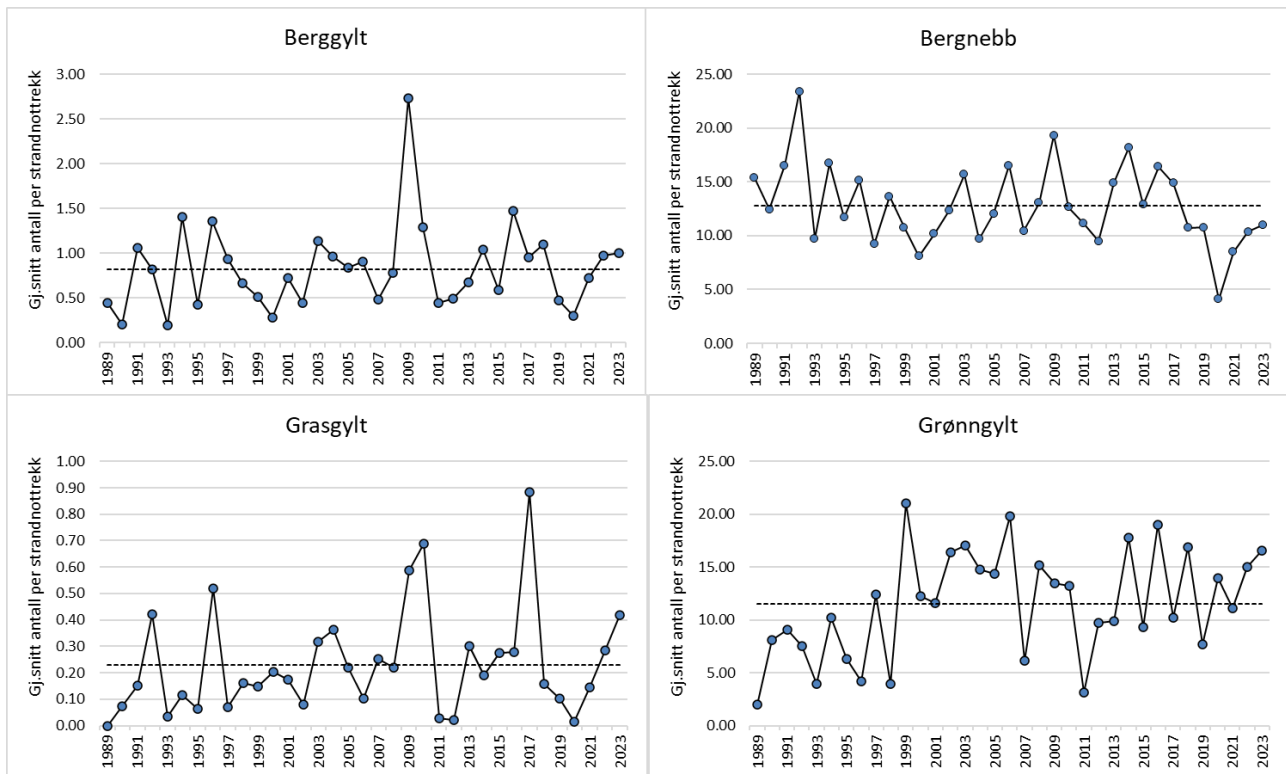


Figur 8. Andel berggytt som er større (eller like store) som maksimalmålet på 28 cm i de tre fangstområdene. Data fra referansefiskere 2019-2022.



Figur 9. Utvikling i fangst-rate for referansefiskere i perioden 2019-2023. Punktene viser estimert fangstrate ved en GLMM modell med 95 % konfidensintervall rundt estimatene for hver fisker. Estimatene er standardisert for ståtid, temperatur, fangstdyp og eksponering (estimert middels bølgehøyde), slik at de er sammenliknbare mellom områder. I 2023 deltok 4 fiskere. Fangstkommune for fiskerne er oppgitt og angitt med fargekoder.

Strandnotundersøkelsen for Skagerrakkysten har registrert antall leppefisk på artsnivå siden 1989. Figur 10 viser utviklingen per art for hele undersøkelsesområdet til og med 2023. Undersøkelsen gir en god indeks på rekruttering, da det først og fremst er 0-gruppe leppefisk som fanges. Lav indeks på høsten tilsier at det er en svak årsklasse som kommer inn i fiskeriet påfølgende år. Strandnotundersøkelsen dekker kun Skagerrak som utgjør en liten andel av den nasjonale leppefisk-fangsten (Figur 1), men serien kan gi en indikasjon om i hvilken grad et relativt intensivt fiskeri i noen områder har påvirket bestandsutviklingen. De oppdaterte figurene frem til 2023 viser et klart fall i indeksene for både berggyllt, bergnebb og grasgyllt i perioden 2019-2021, men for alle artene bortsett fra bergnebb er indeksene nå over langttidsgjennomsnittet. Så langt som tidsseriene per underområde er oppdaterte så er det ingen tydelig negativ trend for berggyllt, bergnebb og grønnnylt (mållartene) for Agder, som er regionen som er mest intensivt fisket (~ 80 % av fangsten på Sørlandet tas i Agder). Øst for Agder har berggyllt og bergnebb hatt en tydelig negativ utvikling siden 2010, men siden fiskeintensiteten er lavere her er det sannsynlig at andre årsaker enn fiskeriet etter leppefisk spiller inn. Dette underbygges av trenden til grasgyllt øst for Agder, som ikke er en mållart i disse områdene, har hatt en tilsvarende negativ utvikling som berggyllt og bergnebb. Strandnotundersøkelsene gir derfor primært et innblikk i de naturlige svingningene i leppefisk bestandene på Sørlandet, og vil være viktige for å forstå hvilke faktorer som påvirker rekrutteringsstyrke, eksempelvis sommer og vintertemperaturer.



Figur 10. Gjennomsnittlig antall leppefisk for alle områdene i strandnotundersøkelsene Skagerrak 1989-2023. Stiplet linje indikerer middelværdi for hele perioden for alle områder sett under ett.

1.2.2 - Sortering/gjenutsetting av leppefisk og bifangst

Det er en varierende grad av bifangst i fisket, som også varierer med sesong og område. Regelverket er tydelig på at all bifangst (undermåls leppefisk og andre arter) skal gjenutsettes på grunt vann. Siden formålet med fiskeriet er å levere levedyktig leppefisk, er det vurdert til å være et skånsomt fiske på grunn av kort ståtid og fordi fisket foregår på grunt vann (0-8 m). Mange fiskere har montert rør for å slippe ut fisken under vannflaten. Når den slippes ut igjen på fangststedet (nært land) øker dette muligheten for at den kommer trygt til bunns og i skjul. Det er planer om ny forskningsaktivitet for å undersøke i hvilken grad dette gjennomføres i praksis.

En stor del av bifangsten er undermåls leppefisk, som i hovedsak slippes fri (Figur 11; Halvorsen mfl., 2016b). Det er også påbud om seleksjonsinnretning (12 mm spalter) for å redusere fangsten av undermåls fisk. Dette har vist seg effektivt i å redusere innslaget av undermåls bergnebb og delvis undermåls grønngylt (Jørgensen mfl., 2017). Størrelsene på åpningen er tilpasset med en målsetning om at undermåls bergnebb skal sorteres ut på fiskedypet. Høyere minstemål og tykkere kroppsfasong hos grønngylt og berggylt betyr at en større andel av undermåls fisk av disse artene ikke kan rømme ut av fluktåpningene. Fluktåpningene er mer effektive i teiner enn i ruser (Halvorsen mfl., 2017a, Jørgensen mfl., 2017).

Leppefisk er svært stedeegne arter med små hjemmeområder, og merkeforsøk har vist at de raskt finner tilbake dit om de flyttes og slippes ut opptil 400 m fra fangststedet, gitt at det skjer langs samme kystlinje (Neghabat 2022). Om de derimot må krysse dypere vann (15-20 m) med bløtbunn er det en mye lavere andel som vender tilbake (samme avstand), men skjebnen til disse er ikke kjent. Det kan enten være de da slår seg ned i et nytt område, eller blir spist i forsøket for å ta seg tilbake. Det finnes per i dag heller ikke informasjon om i hvor stor

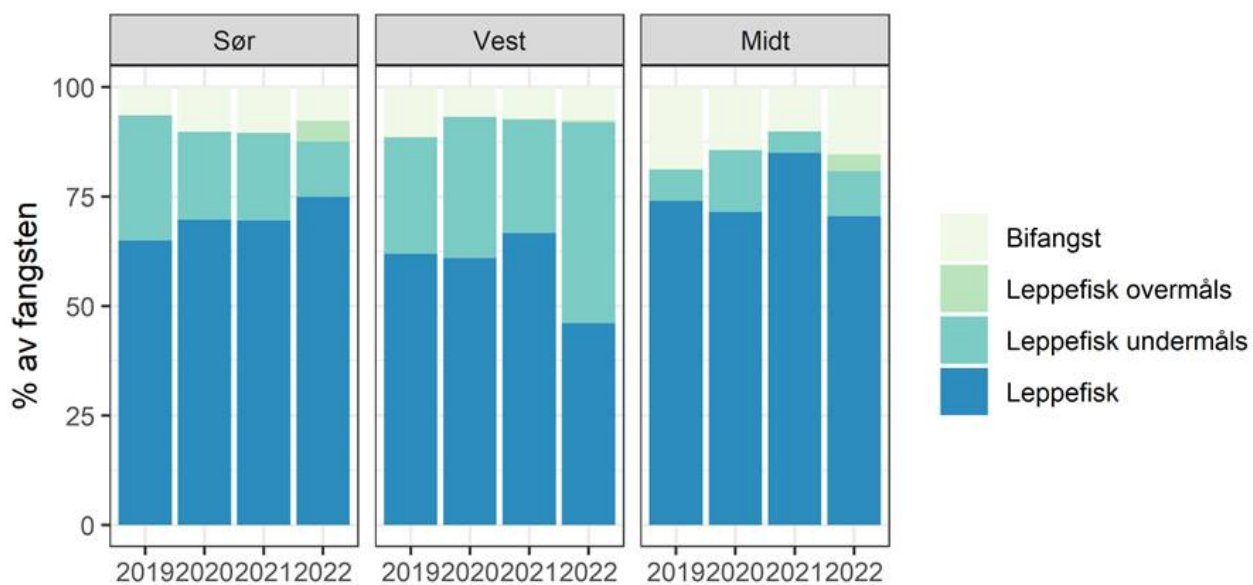
grad sortering og gjenutsetting skjer andre steder en fangstområdet. For å vite om dette medfører økt dødelighet eller har andre negative effekter (sykdomsoverføring, økt konkurranse, forstyrrelse av lokale dominanshierarkier) trengs det mer forskning.

Havforskningsinstituttet har undersøkt artsfordelingen i fangstene som tas i leppefiskeiner med 9x6 cm ovale åpninger (2020 regelverk). Datagrunnlaget er totalt 2049 teinetrekk fra referansefiskere gjort i 2019-2021. Leppefisk over minstemålet utgjør 60-75 % av fangsten (i antall i individer, Figur 11). Andelen av leppefisk som settes ut varierer betydelig mellom artene og har vært spesielt lav for berggyllt som skyldes at minstemålet beskyttet kun en liten andel av den naturlige størrelsesfordelingen. Fra før 2022-sesongen ble minstemålet for berggyllt endret fra 14 cm til 22 cm, og det ble innført et maksimum på 28 cm. Andelen fisk over minstemål som settes ut igjen varierer, og er avhengig av etterspørsel. Fra 2021 har det vært lav etterspørsel etter grønngyllt fra Sørlandet, og mesteparten av grønngyllten som blir fanget blir nå satt ut igjen.

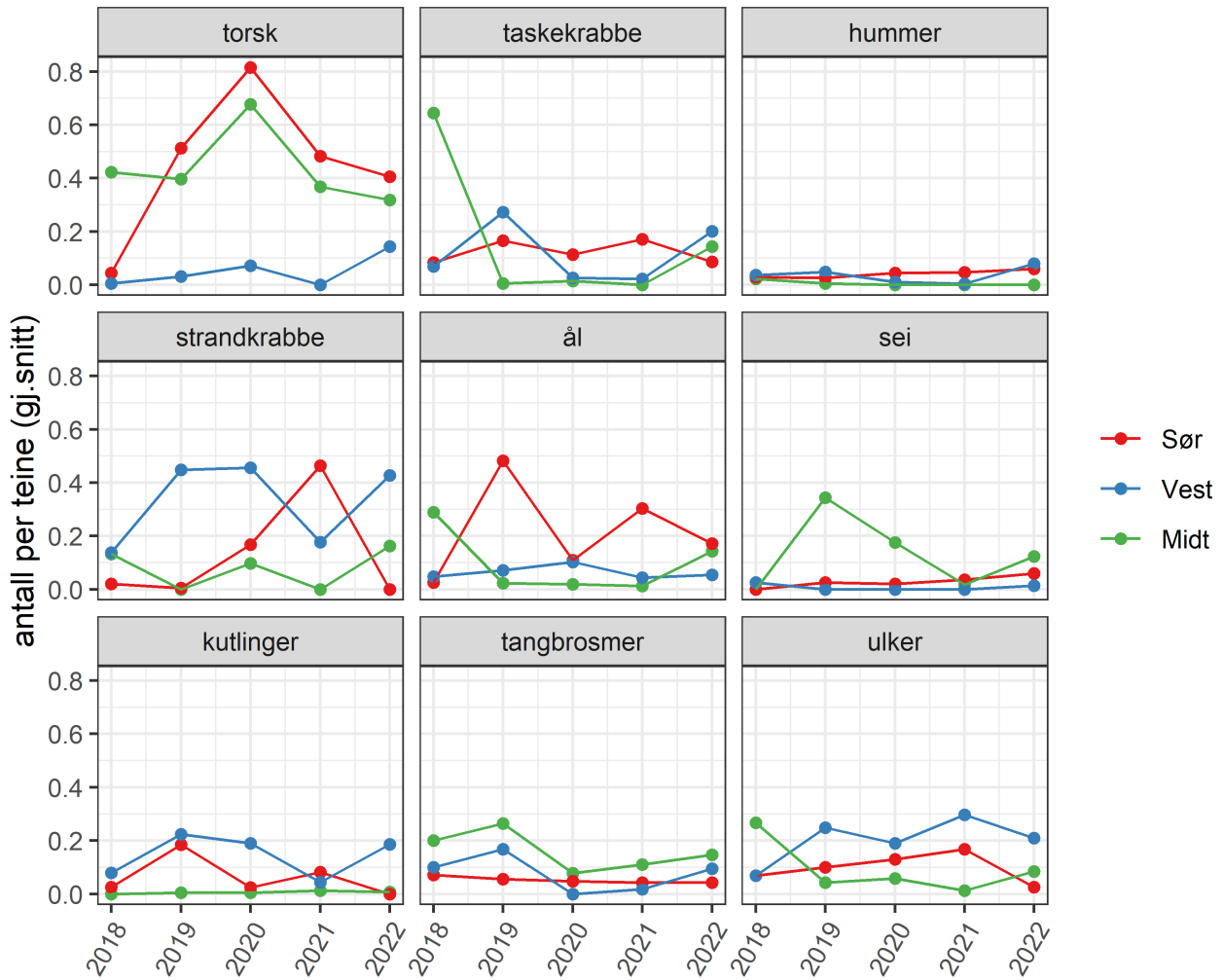
Det er relativt lite bifangst av andre arter (9 % i gjennomsnitt i 2021), og andelen er høyest i Midt (nord for 62 grader) og torsk er den mest vanlige bifangstarten i Sør (ca 0.5 % av totalfangsten; Figur 12) og i Midt (~2 % av totalfangsten). Tangbrosme er mest vanlig i Vest (vel 0.5 % av totalfangsten).

Fangst av større arter, som torsk, lyr, taskekrabbe og ål kan spise eller skade leppefisk og andre mindre fiskearter i redskapen. Dette er et noe større problem i ruser enn i teiner, da teiner har lavere andel bifangst av større arter. For eksempel ser man at teiner med bifangst av torsk har færre bergnebb enn de uten torsk, men en medvirkende faktor kan være at torskens tilstedeværelse gjør det mindre attraktivt for mindre leppefisk å gå inn i teinen, eller at de rømmer ut av fluktåpningene. Når det fanges torsk i HI's forsøksfiske har de ofte en eller flere merkede leppefisk i magen, noe som tyder på at det skjer predasjon i redskapen. Andelen redskap med større bifangstarter i teiner er likevel såpass lav til at vi antar at dødelighet som følge av skade og predasjon er relativt lav i forhold til uttaket av leppefisk til oppdrett, men det er ønskelig med mer forskning på dette. For eksempel kan kameraobservasjoner og data fra merkeforsøk brukes til å kvantifisere predasjon i redskapen. En effektiv måte å redusere denne utfordringen på er å bruke mindre innganger i teiner som reduserer bifangst av torsk og andre større predatorer. Fiskere i områder med mye torsk bruker ofte teiner med mindre innganger av nettopp denne årsaken.

Ser man bort i fra predasjon og skade påført av større arter er vår vurdering at de fleste bifangstarter tåler fangst og utsett bra dersom de settes ut igjen umiddelbart der de er fisket, slik som krabbe, hummer, ål, torsk og undermåls leppefisk. Vi antar at skadeomfanget på eventuelle sårbare arter vil øke i forhold til hvor mange ganger de fiskes og settes ut igjen.



Figur 11. Prosentvis andel av leppefisk, undermåls leppefisk og bifangst i referansefiske 2019-2022.



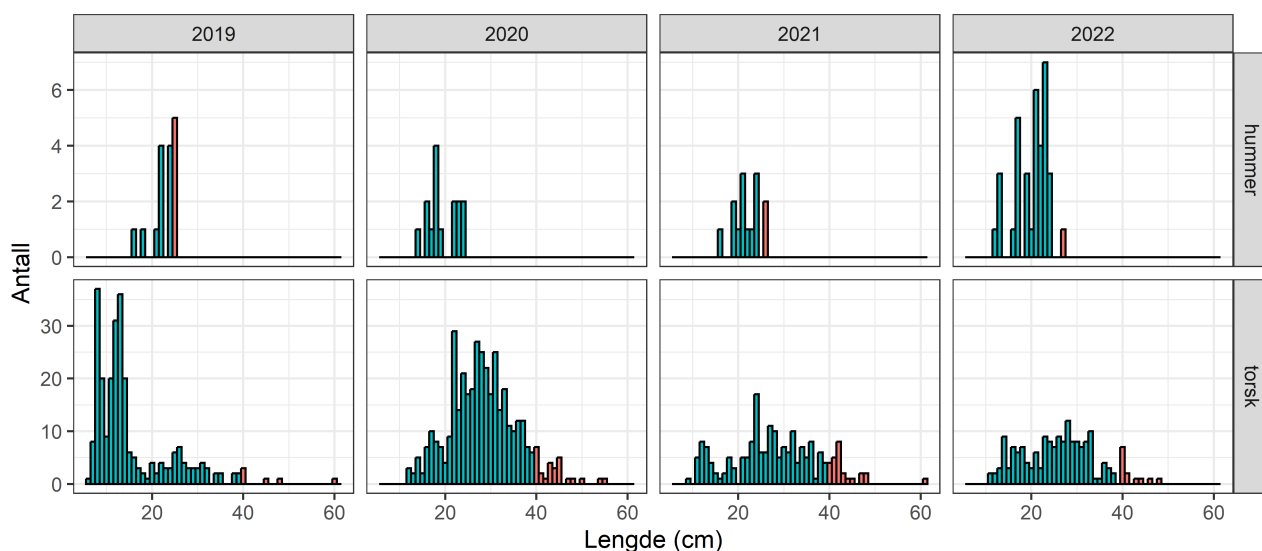
Figur 12. Oversikt over bifangst i referansefiske fordelt på art, oppgitt som gjennomsnitt antall individer per teineteikk. Data fra 3573 teineteikk fra referansefiskere i perioden 2018 - 2022.

Tallene fra referansefiskerne viser at det i perioden 2019-2022 ble tatt mellom 0.4-0.8 torsk per leppefiske teine per trekk i område Sør og Midt (Figur 12). Dersom det antas å være representativt for alle fiskere i lukket gruppe, så kan dette skaleres opp for alle merkeregistrerte fartøy som fisket leppefisk på Skagerrakkysten i 2022 (47 fartøy i lukket gruppe i Agder iflg Fiskeridirektoratet). Dersom alle fisket med 100 teiner som de «snur» en gang per dag i 30 dager (har lov å fiske i 90 døgn, 12.7-20.10) så kan denne bifangsten totalt utgjøre 0.5 torsk per teine x 47 x 100 x 30 = 70.000 småtorsk. Dersom man antar at det meste av denne småtorsken er 0- og 1-åringer (Figur 13), og man fremskriver disse til fiskbare 2 åringer med naturlig dødelighet på 0,2/år og en gjennomsnittsvekt på 1 kg som 2-åring, så ender vi opp med i størrelsesorden 50 tonn som 2-åringer. Tilsvarende tall for område Midt nord for 62°N med 0,5 torsk per teine for 67 fartøy som fisker med inntil 400 teiner i 30 døgn (har lov å fiske i 76 døgn, 26.7-20.10) blir ca 400.000 småtorsk, eller 300 tonn som 2-åringer. For område Vest så viser Figur 10 en noe lavere bifangst av småtorsk, vel 0,1 torsk per leppefiske teine per trekk. Grunnen til dette er trolig at det pt er mye mindre småtorsk på Vestlandet. Tilsvarende regnestykke blir her 0,1 torsk per teine for 241 fartøy som fisker med inntil 400 teiner i 30 døgn (har lov å fiske i 90 døgn, 12.7-20.10), til sammen ca 290.000 småtorsk, eller over 200 tonn som 2-åringer. Til sammenligning så landet yrkesfisket på Skagerrakkysten (statistikk område 09), Vestlandet (stat.område 08 og 28) og nord for 62°N (stat.område 07) i

2022 hhv. 44 tonn, 192 tonn og 1.656 tonn torsk.

Nøyaktigheten i disse skaleringene kan nok diskuteres, bl.a. er bifangsten til åpen gruppe (10 % av leppefiskkvoten) ikke tatt med, og dersom bifangsten håndteres iht regelverket og overlever, så blir ikke dette noe problem. Ved overleving vil også noe av den registrerte bifangsten trolig bli fisket flere ganger, og dette leder til en overestimering av dødeligheten og konsekvensene for bifangststarten. Poenget med denne regneøvelsen er at dersom denne observerte bifangsten av småtorsk ikke håndteres i henhold til regelverket så kan det få alvorlige følger for kysttorsken.

HI har mottatt henvendelser fra publikum som har uttrykt bekymring for ulovlig uttak av hummer som tas som bifangst. Tallene fra referansefiskerne viser at det fanges relativt lite hummer, totalt 52 hummer på 2049 teinetrekk (Figur 12) og at de som tas i all hovedsak er under minstemål (Figur 13). Bare 7 var 25 cm eller over av de 52 som ble fanget. Fiskerne rapporterer at disse settes ut igjen. I Havforskningsinstituttets omfattende forskningsfiske i Austevoll og Flødevigen med ruser og teiner fanges det av og til hummer, og per 2021 er ikke registrert skadet eller død hummer i disse studiene. Havforskningsinstituttet har også omfattende fangst-merke-gjenfangst tokt på hummer i Skagerrak, og samlet tilsier disse erfaringene at hummer ikke tar skade av å bli fanget og sluppet ut igjen (Fernandes-Chacon mfl., 2020). Ved fangst av flere hummere i samme hummerteine er det rapportert om klo-tap og død hummer, mest sannsynlig som følge av aggressive interaksjoner i redskapen (Sørdalen mfl., 2020). Det er betydelig lavere fangstrater av hummer i leppefiskredskap sammenliknet med hummerteiner, og det er svært sjelden blitt fanget mer en hummer per teine/ruse i Havforskningsinstituttets prøvafiske etter leppefisk.



Figur 13. Lengdefordeling av bifangststartene hummer og torsk i referansefiske. Rød farge: over minstemål.

Zimmermann mfl., (2020) beregnet den totale bifangsten av taskekrabbe i leppefisk-fisket til gjennomsnittlig 235 krabber per fartøy per år for fartøy som fisker med ruser, mens for fartøy som fisker med teiner er gjennomsnittet 2911 krabber per år. Utkastraten av taskekrabbe er høy og ligger i gjennomsnitt på 72% over alle år og redskapstyper (varierer mellom 44 og 100 %), men vi kan anta at de fleste krabber som gjennutsettes overlever. Vi antar derfor at gjennomsnittlig mer enn en fjerdedel av krabbene som tas som bifangst, landes og brukes til agn. Ekstrapolert til hele leppefiskkvoten kan dette bety at omtrent 150 000 krabber (rundt 60 tonn)

brukes til agn per år, men en stor usikkerhet er knyttet til dette estimatet.

I 2015 ble det påbudt med kryss eller not i ytterste kalv på ruser og maksstørrelse på inngangskalv i teiner brukt til fiske etter leppefisk. Dette har redusert bifangsten av oter, mink, hummer, krabbe og stor fisk. Under hele referanseperioden 2015-2018, dvs. etter at inngangssperre ble innført, er det kun rapportert 5 skarver og 1 oter som fanget av referansefiskerne. Ingen i teiner, bare i ruser.

Overholdes regelverket vil overlevelsen til både fangst- og bifangstarter antageligvis være høy grunnet kort ståtid og ved at fisket kun foregår på grunt vann. Men siden konsekvensene av ikke å følge regelverket kan være signifikante og alvorlige, så er det viktig at kontrollmyndighetene er til stede under fiskesesongen.

Det er en del kunnskapshull, spesielt knyttet til omfang og konsekvenser av gjenutsetting av bifangst i ulike avstander fra fangststedet, samt predasjon i redskapen. Hvis det forekommer avvik fra regelverket ved at bifangst beholdes eller settes ut på dypere vann, så er det sannsynlig at fisket i en eller annen grad påvirker bestandene av bifangstarter. Havforskningsinstituttet har innhentet informasjon fra kontrollmyndighetene (Fiskeridirektoratet og Kystvakten) om de har avdekket brudd på regelverket rundt gjenutsetting, eller ulovlig beholdt bifangst. Fiskeridirektoratets Sjøtjeneste hadde i 2023 til sammen 87 kontroller fordelt på 29 merdkontroller og 58 teine-, fangst- og dokumentkontroller (disse tre gjøres ofte sammen i og med at de ofte gjennomføres når Sjøtjenesten treffer fisker på sjøen). Det ble skrevet 20 ressursrapporter som går på diverse lovbrudd. I tillegg kommer 21 stikkontroller gjort av landtjenesten til Fiskeridirektoratet. Det er noe ulik tilbakemelding fra kontrollører sør og nord for 62N. Nord for 62N rapporteres det om bifangst brukt enten som agn i leppefiskeinene, eller dersom det er små torsk eller annen fisk brukes den som agn i krabbeteinene som fisker taskekrabbe til leppefiskeinene. Fiskerne sør for 62N, og spesielt i Skagerrak, synes å være oppmerksomme på at det er lite torsk her og ønsker å bevare denne arten mest mulig og derfor slipper de den som oftest ut igjen. Sjøtjenesten rapporterer at bifangst av strandkrabbe og taskekrabbe beholdes, knuses og brukes som agn i teinene.

I fiske etter leppefisk er det krav til leveringsavtaler, og ved kontroll nevner Kystvakten at det er utfordringer med de ulike leveringsavtalene med tanke på form og innhold. Det nevnes videre at arter av leppefisk som ikke mottaket ønsker å bruke, blir brukt som agn i teinefiske etter sjøkreps og blir da heller ikke registrert som ressursuttak. Kystvakten ønsker derfor at det settes krav til leveringsavtaler ved at de utformes som et dokument som oppbevares av fisker og mottaker av leppefisk. Kystvakten mener også at det er behov for en presisering i bifangstbestemmelsen som tydeliggjør kravet om straks å slippe ut arter av leppefisk som ikke er omfattet av leveringsavtalen.

1.2.3 - Indirekte økosystemeffekter

Arter kan påvirkes indirekte (negativt eller positivt) ved en endring i artssammensetning som en følge av uttak fra bestandene. Leppefisk har en sentral rolle i kystøkosystemet. De er opportunistiske beiter på en rekke bunnlevende og fastsittende dyr som en rekke arter virvelløse dyr, blant annet krepsdyr, snegler, muslinger, børstemark (Alvsvåg, 1993, Sayer mfl., 1995; Deady and Fives, 1995, Bourlat mfl., 2021). Videre er de byttedyr for større fiskearter og sjøfugl (Steven 1933, Nedreaas mfl., 2008, Olsen mfl., 2018). Leppefisk er også føde for større fisk, som kysttorsk, lyr, lange og ål, og i noen områder sjøfugl (skarv). Hvis lokale bestander av leppefisk fiskes ned, vil dette kunne resultere i et redusert fødetilbud for andre arter (20 mfl., 2016).

En nedfisking av lokale leppefiskbestander vil kunne ha en effekt på mengde og tetthet av disse organismene og således på bunnfauna og flora (begroing). En studie fra Sverige har påpekt at et fiske av leppefisk *kan* i så måte ha en positiv effekt på tareskogen, ved at en for høy tetthet av leppefisk beiter ned snegler og krepsdyr som igjen beiter på trådalger (Östman mfl., 2016). Noe motstridende funn ble rapportert i en eksperimentell

studie nylig publisert, som viste at høy tetthet av bergnebb kan ha en positiv effekt på flerårige makroalger og forfatterne advarer mot at en reduserte bestander av leppefisk kan påvirke bunnsamfunn i negativ retning dominert av trådformede grønnalger (Kraufvelin mfl., 2020). Samme studiet viser at blåskjell er en viktig del av dietten til leppefisk - og det er blitt fremsatt en hypotese om at redusert forekomst av blåskjell kan ha en sammenheng med økt tetthet av leppefisk. De økologiske interaksjonene er likevel for lite undersøkt til at man kan si noe håndfast om økologiske effekter av overuttak av leppefisk, spesielt siden fødevalg og habitatvalg er ulikt både mellom arter og størrelsesklasser. Det er ingen kjente studier av effekter av fiskeriet på økosystemet som helhet, som en følge av en eventuell endret artssammensetning, størrelsesfordeling og tetthet av leppefisk. Bifangst bestående av undermåls leppefisk og andre arter skal etter regelverket settes ut igjen på en slik måte at de overlever. Det er et klart behov for målrettet forskning for å bedre forstå de økologiske sammenhengene mellom leppefisk og andre arter, og hvordan disse påvirkes av endringer i arts og størrelsessammensetning av leppefisk som en følge av fiskeriet.

1.3 - Tap av redskap - spøkelsesfiske

Kartlegging av omfanget av redskapstap i kystsonen basert på systematisk rapportering fra dykkerklubber viser at vel 5 % av de 11500 opptatte redskapene var leppefiskeiner (Thorbjørnsen et al. 2023). Tapte redskaper kan fortsette å fiske i lang tid etter at de er mistet (kalt spøkelsesfiske). Fisk og skalldyr som fanges i spøkelsesredskap vil ofte ikke greie å rømme, men bli værende til de dør av sult eller skade. Fangede døde og levende individer vil igjen kunne tiltrekke nye individer som opprettholder fangstpotensialet for den tapte redskapen. Spøkelsesfiske har derfor både dyrevelferdsmessige og ressursmessige konsekvenser. I tillegg er tapt redskap en kilde til marin forsøpling.

For å inaktivere tapte teiner har Fiskeridirektoratet innført påbud om rømmingshull i bl.a. leppefiskeredskap. Et rømmingshull er en åpning som aktiveres når en nedbrytbar tråd (råtnetråd) brister. Som oftest er rømmingshullet et snitt i notlinet i sideflaten på teina som er lisset sammen med en bomullstråd, eller ei luke som er festet med bomullstråd i hjørnene. I forkant av påbudet hadde Havforskningsinstituttet gjort omfattende målinger av nedbrytningshastighet for bomullstråd under miljøforhold (dyp, område og årstid) typiske for de aktuelle teinefiskeriene. Forsøkene viste at nedbrytningstid var avhengig av tråddiameter. En tråd på 2,5 mm diameter var brutt ned etter ca 4 måneder i sjøen, mens en tråd med diameter på 3 mm var helt nedbrutt (< 2,5 N restbruddstyrke) etter 5-6 måneder. Nedbrytingen skjer ved at cellulosepisende bakterier spiser på trådfibrene (Klust, 1982). Impregnering av tråden hemmer nedbrytingen. Bomullstråd som skal brukes som råtnetråd må derfor være ubehandlet.

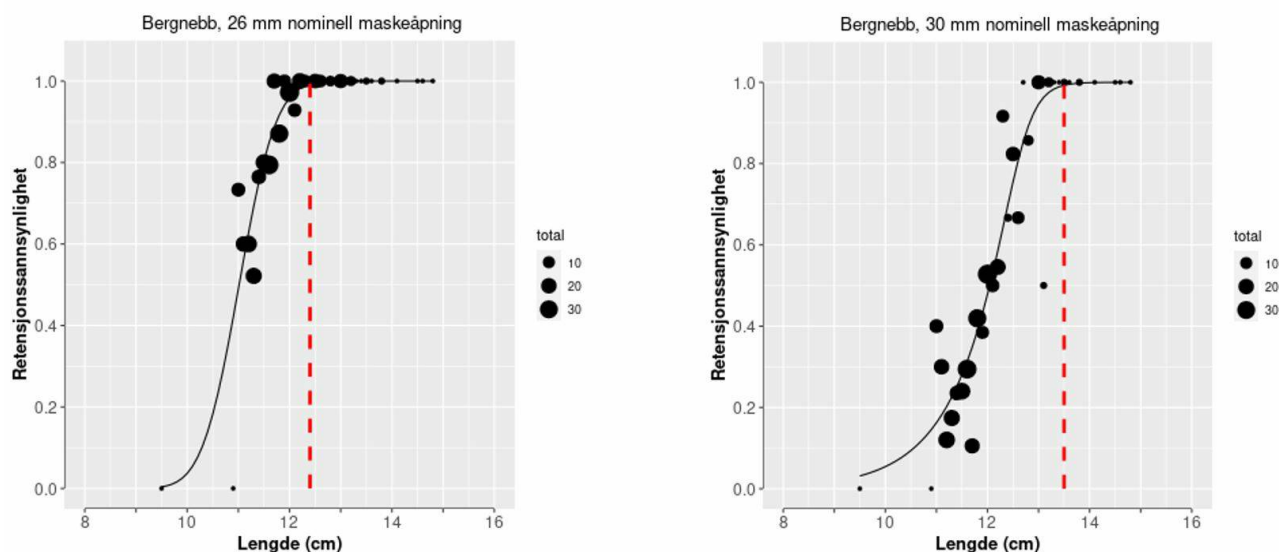
Valg av tråddiameter er en avveining mellom en kort spøkelsesfisketid og merabeidet trådsifte representerer. For korte sesongfiskerier som fisket etter leppefisk vil en tråddiameter $\geq 2,5$ mm forventes å vare hele fiskesesongen. Dette ble bekreftet i felttutting der 19 kommersielle leppefiskere testet ut tråder av forskjellig diameter. Gjeldene tekniske regelverk foreskriver bruk av en tråd med diameter på maksimalt 3 mm (Forskrift om regulering av fisket etter leppefisk i 2024, § 19, fjerde ledd).

1.4 - Rømming

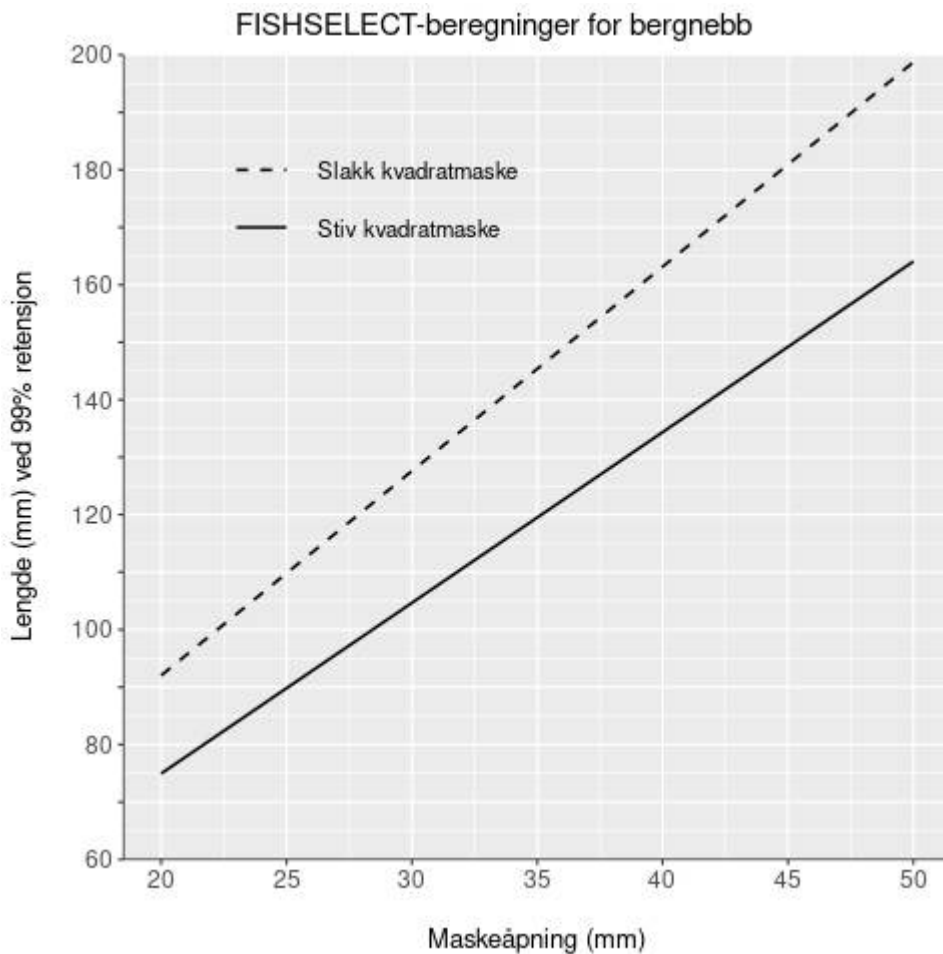
All bruk av leppefisk som rensefisk i oppdrettsnøter for laks og aure medfører fare for rømming. Leppefiskene er små, og det er viktig at størrelsen på rensefisk er tilpasset maskevidden i nota den skal settes ut i. Selv små hull i nøtene representerer en rømningsvei. Dette gjelder særlig bergnebb, som er slankere enn de andre artene (Sistiaga mfl., 2021). Ved skifte til nøter med større maskevidde, er det også stor fare for at leppefisk følger med over i den nye nota der maskevidden kan medføre stor rømmingsfare.

Havforskningsinstituttet har på bestilling fra Fiskeridirektoratet gjort nye rømmingsforsøk i tank med de mest brukte maskeviddene i oppdrett (Jørgensen mfl.,2024). Forsøkene viste at for nøter av polyamid med en nominell maskeåpning på 26 mm vil bergnebb opptil 12,4 cm kunne rømme.

For en nominell maskeåpning på 30 mm (som også er en mye brukt maskestørrelse i smoltnøter), vil bergnebb opptil 13,5cm kunne rømme. Det er også gjort modellering av seleksjon for bergnebb ved bruk av FISHSELECT-metoden (Sistiaga mfl.,2021). Modellberegningene samsvarte godt med resultatene fra trengingsforsøkene. Gjeldende minstemål på bergnebb er 11 cm. Ved utsett av villfanget bergnebb i henhold til gjeldende minstemål i nøter med nominell maskeåpning på over 26 mm må det derfor påregnes rømming.



Figur 14. Bergnebb. Modellert retensjon som funksjon av fiskelengde for bergnebb for en notpose med 26 mm nominell maskeåpning (øvre venstre panel), 30 mm nominell maskeåpning (øvre høyre panel) og 40 mm nominell maskeåpning (nedre venstre panel). Punktene angir andel fisk som holdes tilbake i hvert 1 mm lengdeintervall. Den stiplede, røde linjen angir lengde ved 99% retensjon.



Figur 15. Bergnebb. Fiskelengde som vil gi mindre enn 1% rømmingsrisiko for ulike maskeåpninger. Regresjonslinjene viser sammenhengen for stive og slakke kvadratmasker. Beregningene er basert på resultater fra Sistiaga et al. (2021).

For grønngylt var det ikke rømming av fisk over gjeldende minstemål (12 cm) i nøter med nominellmaskevidde på 26 og 30 mm. Villfanget grønngylt over minstemål kan derfor trygt benyttes i smoltnøter med disse maskeviddene. Grunnet mangel på stor grønngylt i tregingsforsøkene, kan det ikke gis anbefalinger for maskeåpning større enn 30 mm.

Villfanget berggylte har en høyere lovlig minstestørrelse ved fangst enn de andre leppefiskartene, så sannsynligheten for at denne rømmer er lav. Imidlertid kan oppdrettet berggylte settes ut ved mindre størrelser og små fisk av disse vil, i likhet med bergnebb, ha stor sannsynlighet for å rømme gjennom notmaskene enn villfanget fisk.

Maskeviddemålinger viste 10-15 % avvik mellom oppgitt nominell maskeåpning (målt på tørt notlin) og maskeåpningen for vått notlin. Dette skyldes at polyamid-notlin strekker seg når det tar opp vann. FISHSELECT-beregningene viste at små endringer i maskevidde påvirker minstelengde for rømmingssikkert utsett. Dersom rensefisken er av en slik størrelse at det kan være fare for rømming, anbefales det derfor at det gjøres maskemålinger på nøtene slik de er i oppdrettssituasjon før utsett av rensefisken.

Tregingsforsøk og FISHSELECT-beregninger for stor grønngylte og oppdrettsberggylte er planlagt utført i september d.å.

1.5 - Genetiske påvirkninger

Leppefisk lever i geografisk atskilte bestander med begrenset grad av utveksling. Leppefisk som flyttes over lange avstander og deretter rømmer, kan blande seg med lokale bestander og på denne måten påvirke den bestandsgenetiske strukturen på mottaksstedet. Leppefiskene er små, og selv små hull i nøtene representerer en rømningsvei. Dette gjelder særlig bergnebb, som er slankere enn de andre artene (Sistiaga mfl., 2021). Grønngylt er rapportert å rømme i mindre grad (Woll mfl., 2013). Når oppdretterne skifter til nøter med større maskevidde, kan dette resultere i at små leppefisk forsvinner ut av noten. All håndtering av laks medfører en fare for rømming eller dødelighet for rensefisken. Det er også rapportert at noen oppdrettere tidligere hadde en praksis hvor leppefisk ble satt fri etter bruk. Studier av bergnebb og grønngylt tyder på at en innblanding av importert fisk i lokale bestander kan ha funnet sted i et importområde i Trøndelag (Jansson mfl., 2017, Faust mfl., 2018). Et studium gjennomført på grønngylt, viser indikasjoner på at det hittil spesielt er de nordligste områdene som er mest påvirket. En teori er at det er enklere for rømt fisk å få rotfeste i områder med nylig etablerte populasjoner, har lav populasjonstetthet og/eller høy fiskeintensitet på lokale populasjoner (Faust mfl., 2021). Nye, ennå upubliserte resultater viser dog at den tidligere hybridiseringseffekten sannsynligvis gradvis er i ferd med å forsvinne fra de nordligste populasjonene (Jansson et al.). Dette antyder at den genetiske negative effekten i naturlige populasjoner kan være forbigående på grunn av en fortynnelseeffekt. Det er også mulig at hybrider overlever og reproducerer seg dårligere, og dermed vil naturlig seleksjon fjerne det fremmede genetiske materialet. Nylige publiserte funn viser at bergnebb kan være sårbar for genetisk påvirkning mellom ulike geografisk spredte populasjoner. Voksne individer flytter seg i liten grad mellom områder noe som kan gi både regional og lokal populasjonsstruktur (Jansson mfl., 2023a).

Transport representerer derfor en fare for en genetisk påvirkning av lokale leppefiskbestander. Faktorer som spiller inn, vil variere mellom arter av leppefisk. Arter med lav overlevelse etter utsett, gjør faren for innblanding i ville bestander mindre. Berggylt vil antakeligvis være følsom for genetisk endring som følge av å ha lav populasjonstetthet og høy skjevfordeling mellom kjønn. Det er også fare knyttet til bruk av oppdrettet berggylt, som kommer fra fa stamfisk, men blir spredd ut til mange oppdrettslokalteter. Villfanget berggylt har en høyere lovlig minstestørrelse ved fangst enn de andre leppefiskartene, så sannsynligheten for at denne rømmer er lav. Imidlertid kan oppdrettet berggylt settes ut ved mindre størrelser og disse kan ha større sannsynlighet for å rømme gjennom notmaskene enn villfanget fisk. Oppdrettet berggylt er ofte ikke stedegen. Selv om det er større sannsynlighet at liten berggylt rømmer, vil den lange tiden det tar før de rømte små berggyltene kjønnsmodner (ved 22-23 cm) minske sannsynligheten for innblanding med lokal populasjon. Nylige gjennomførte studier gir indikasjoner på at inndelingen av populasjonsstrukturen til berggylt ligner grønngylt med en nordvestlig og sørøstlig inndeling. Skillet går ved Jæren hvor sandstrendene utgjør en naturlig barriere for genetisk utveksling (Seljestad mfl., 2020). Studiet konkluderer med at transport av berggylt fra Sverige og Sørlandet til Vestlandet og Midt-Norge, vil kunne føre til en miksing av og endring av genetisk forskjellige populasjoner. Et ennå upublisert studium av Jansson et al. støtter dette ytterligere. Sammenligningen av hele genomene av berggylter samlet inn fra Smøla og Flødevigen, viste betydelige genetiske forskjeller og tegn på divergerende lokala tilpasninger.

Arten som sannsynligvis påvirkes minst er bergnebb. Med sine pelagiske egg vil frekvensen av genutveksling naturlig sett være høyere sammenlignet med andre leppefisk. I tillegg har denne arten høyest populasjonstetthet og størst utbredelse. Men bergnebb er også den vanligste arten i transportene, har best overlevelse etter transport og rømmer mest (Woll mfl., 2013). Bergnebb er småvokst og kan lett unnslipe gjennom maskene. Den er sannsynligvis også mer robust. Ved en undersøkelse av bergnebb samlet inn langs en syd-nord-gradient ble det vist en genetisk variasjon som fulgte gradienten relatert til avstand (Jansson mfl., 2017). Dette viser at det meste av genflyten skjer mellom nærliggende områder, selv om havstrømmer kan

transportere fritt svevende egg og larver over store avstander. En nylig publisert studie av Jansson mfl. (2023a) viste at mange bergnebbpopulasjoner var genetisk sett noe unike, spesielt i nord. Dette støtter forvaltning på et mer lokalt nivå.

Endringer i den bestandsgenetiske strukturen vil også kunne skje i lokale populasjoner ved overfiske, som følge av tap av genetisk variasjon. Dette er en ofte ignorert, men like vel viktig faktor. Leppfiskene lever i mer eller mindre isolerte, lokale populasjoner. Bruk av leppfisk som er fraktet nordover (eksempelvis fra Sverige til Nordland) kan representere akvakultur med arter som ikke forekommer naturlig i området (grønngylt i nordlige områder) og/eller bruk av ikke-stedegen fisk.

Rognkjeks som benyttes som rensefisk kommer fra oppdrett, men er i dag i hovedsak basert på villfanget stamfisk. Det er dels omfattende flytting av befruktet rogn og settefisk, og rognkjeks som settes ut har i dag ofte ikke lokalt eller regionalt genetisk opphav. I tillegg er et avlsprogram etablert av AquaGen, basert på stamfisk fra hele norskekysten. I 2020 ble egenprodusert stamfisk strøket for første gang, med det mål å produsere avkom med forbedrede avlsegenskaper knyttet til sykdomsresistens og luseappetitt. Måltrettet avl vil over tid føre til at den oppdrettede og selekterte rognkjeks avviker fra sitt ville opphav. Rømming av ikke-lokal, selektert, rognkjeks vil derfor ved innblanding i ville bestander kunne føre til endringer i genetiske og biologiske egenskaper hos den ville bestanden.

Studier av genetikken til rognkjeks langs norskekysten har hittil vist tvetydige resultater i forhold til grad av genetiske forskjeller. Jónsdóttir mfl. (2018 og 2022) fant liten eller ingen forskjell i den genetiske strukturen, men undersøkelser gjort av Whittaker mfl. (2018) viste det motsatte. I det sistnevnte arbeidet vises det til funn av distinkt forskjellige genetiske populasjoner, og at disse i tillegg kan være små noe som igjen gjør dem sårbare for genetisk introgresjon. Ny, mer omfattende forskning støtter det sistnevnte. Jansson mfl. (2023b) har funnet overraskende distinkte forskjeller i populasjonsstrukturen hos rognkjeks i Norge. En større Øst-Atlantisk bestand dekker mesteparten av distribusjonen langs kysten og viser kun moderate genetiske forskjeller med avstand (sc. isolation-by-distance). Dette er i kontrast til funn i sørvestlige fjorder, der en genetisk unik bestand av rognkjeks ble funnet som, basert på feltobservasjon, kan representere en ikke-migrerende type. Videre ser det ut til at det i de nordligste fjordene er en del fisk som hører til arktiske bestander. Samme observasjon av fin-skala populasjonsstruktur i Norge ble nylig gjort av Maduna mfl. (2023), og de antyder omfattende lokal tilpasning. I tillegg fant Jansson mfl. (2023b) i den Øst-Atlantiske bestanden, unike populasjoner i Østersjøen, Isfjorden i Svalbard og Kattgat. Signifikante genetiske forskjeller ble også funnet mellom rognkjeks i den Engelske kanal, Island og Grønland. Disse funnene tyder på at til tross for at rognkjeks bestandene blandes og oppholdes seg sammen utenom gytesesongen, opprettholder de en genetisk adskillelse gjennom å benytte separate gyteområder og gytetidspunkt. Disse funnene kan tyde på at dette gjør rognkjekspopulasjoner sårbare i forhold til genetisk påvirkning av rømt oppdrettsfisk.

1.6 - Smitte og innførsel av uønskede organismer via transport

Under transport av fisk blir også andre organismer, som for eksempel sykdomsfremkallende organismer (agens), flyttet fra opprinnelseslokalitet til utsettingslokalitet, både via transportvannet, transportenheten og via den levende fisken. Gjentatte transporter til samme område vil kunne øke sannsynligheten for spredning og etablering av uønskede organismer (Guilder mfl., 2023, Peeler & Feist, 2011). Når transportvannet slippes ut eller skiftes, vil overlevelsen i stor grad være bestemt av forholdene på utslippsstedet. Dette kan være fysiske forhold som tid på året, temperatur, strømforhold osv. Etablering av agens krever i tillegg mottakelig(e) vert(er). De fleste agens er knyttet til én eller noen få, nært beslektede vertsorganismer. Noen sykdomsfremkallende organismer har imidlertid et bredere vertsspekter og kan smitte mellom arter. Det er også forskjeller i hvilken

evne agens har til å tilpasse seg nye verter. Villfanget leppefisk har ukjent sykdomshistorikk og helsestatus og har derfor potensiale til å kunne spre både kjente og ukjente sykdommer (Murray 2014)

Bruken av villfanget leppefisk har, etter at kvotene kom på plass, holdt seg stabil og stått for mellom 30 – 40 % av det totale forbruket av rensefisk i norske oppdrettsmerder (drøye 38 % i 2018, 31 % i 2019, 33 % i 2020 og 36 % i 2021). I tillegg importeres det også villfanget leppefisk fra Sverige. I følge tall fra miljødirektoratet har denne importen vært ca halvert fra år til år siden 2018 og fram til 2020. I 2018 var importen drøye 400.000 individer, mens den i 2020 var ca 135.000. I 2021 ca 170 000 individer. Vi har også tatt kontakt med de to transportørene som leverte fisk fra Sverige i 2022, hvor de oppga en import av drøyt 242.000 leppefisk i 2022, fordelt på 45972 berggylt, 156442, grønnngylt og 40000 bergnebb. Den omfattende transporten av leppefisk som forekommer langs norskekysten, skjer uten at vi kjenner helsestatus til denne fisken. Forsendelsene av leppefisk skjer i sommerhalvåret, som er den perioden hvor det er størst sannsynlighet for at det kan forekomme levende organismer som er skjult i forsendelsene. Det finnes ingen god nok oversikt over geografiske forskjeller på utbredelsen av sykdommer og parasitter hos leppefisk i norske og svenske farvann, men det foreligger data som tyder på at det er geografiske forskjeller på enkelte gjellepatogener hos bergnebb og grønnngylt og på nodavirus-isolater fra bergnebb, grønnngylt og berggylt (Korsnes mfl., 2017). Sannsynligvis er det også geografiske forskjeller på enkelte bakterier som kan forårsake sykdom.

Selv om man i dag ikke kjenner til konkrete eksempler på spredning av sykdom via villfanget leppefisk, finnes det mange eksempler på at sykdomsfremkallende organismer er flyttet og introdusert til nye områder som følge av transport av levende fisk og skalldyr (Gozlan mfl., 2006, Peeler mfl., 2011, Peeler & Feist 2011, Bouwmeester mfl., 2020). I Norge er kanskje de mest kjente eksemplene innførsel av parasitten *Gyrodactylus salaris* (gyro) fra Sverige på 70-tallet (Mo 1994) og furunkulosebakterien, *Aeromonas salmonicida* som kom med laksesmolt fra Skotland på midten av 1980-tallet (Egidius 1987). Til tross for iherdig innsats for å få kvitte seg med gyro i norske vassdrag, er det fortsatt 9 vassdrag med kjent forekomst av gyro per august 2023 (<https://www.mattilsynet.no/fisk-og-akvakultur/fiskesykdommer/gyrodactylus-salaris>).

Eksempler på kjente agens som er påvist hos leppefisk, og som kan tenkes å følge partier av rensefisk er viral hemmoragisk septikemi virus (VHSV), viral nervevevsnekrose eller nodavirus (VNN) og bakterier som *Aeromonas salmonicida*, *Pasteurella* spp. og parasitter som *Paramoeba perurans*. Det har også være en del fokus på salmonid alfavirus SAV (som forårsaker pankreassykdom, forkortet PD), Infeksiøs pankreasnekrose virus (IPNV), og ulike typer av *Vibrio* spp. bakterier.

1.7 - Dødelighet, og sykdomsutbrudd i merd

Det er betydelig dødelighet på rensefisk, både rognkjeks og leppefisk, i merdene (Geitung mfl., 2020, Nilsen mfl., 2014). Siden mye av rensefisken som holdes i merdene ikke overlever en produksjonssyklus betyr det at fisken får et kort liv. En ser ofte økt dødelighet på rensefisken etter at laksen har gjennomgått behandlinger slik som mekanisk avlusing eller AGD behandling. Svinnet, fisk som ikke blir registrert som død, og som ikke er i merdene lenger kan ha rømt, blitt spist eller har gått i oppløsning uten å ha blitt registrert. Fisken kan få økt dødelighet forårsaket av skader, sykdom eller alder. Vi kjenner ikke forholdet mellom disse faktorene, og forholdet vil i stor grad variere gjennom sesongen og mellom oppdrettsanlegg. Grønnngylt blir som oftest ikke eldre enn tre år på Sørlandet (Halvorsen mfl., 2016). Fisk fra Sørlandet kan således godt være i sitt tredje leveår, og det kan derfor ikke forventes at den skal leve lenger enn ut sesongen. Praksis har i mange år vært at det aller meste av leppefisken blir brukt i én sesong, men med tilrettelegging av skjul og føring er det i mange anlegg noe leppefisk som overlever i merdene til våren.

Rensefisk som er skadet eller får skjelltap i forbindelse med fangst eller transport blir mer usatt for påfølgende

infeksjoner. Rensefisk kan også skades ved spyling av nøter, i dødfisksamlere, ved lusebehandling og andre driftsrutiner. Generelt vil hudsaker som ødelegger den ytre forsvarsbarrieren og stress gjøre fisk mer mottakelig for infeksjon og sykdom (Balash & Tort 2019). Ved dårlige rutiner hos fisker eller på anleggene kan mye av fisken forsvinne i løpet av uker eller måneder etter utsett. All leppefisk vil i naturen oppholde seg nær bunn, berg eller tang og tare der de kan skjule seg for predatorer og finne føde. Rognkjeksyngel vil ofte sitte fastsugd til alger. I en oppdrettsmerd blir det lagt til rette for dette med mange skjul, ofte i form av plasttære og hengende plastplater til rognkjeksken. Mangel på skjul og hvileflater (til rognkjeks) vil sannsynligvis føre til et økt stressnivå hos rensefisken. Bare å beite på lakselus gir ikke nok føde til rensefisken og ikke all rensefisk fungerer som lusespisere. For at fisken skal ha motivasjon til å beite lus av laksen holdes nøtene reine for å unngå at rensefisken spiser seg mett på begroingsorganismer. I forsøk har vi konstatert at leppefisk som har beitet ned lusen på laksen og går i reine nøter, raskt får redusert kondisjon – de sulter (Skiftesvik mfl., 2013) dersom de ikke blir fôret. Det foregår uttesting av ulike fôringsmetoder og fôrtyper for leppefisk og rognkjeks. Mange oppdrettere bruker ressurser på å forbedre miljøet for rensefisken, gi den bedre fôr, og håndtere den mer skånsomt. Det pågår også mye FoU-aktivitet for å forbedre velferden til fisken. Innen forskningen arbeides det også med å øke kunnskapsbasen for de ulike artenes atferd og deres velferdsbehov i merdene.

Dødelighetsmønsteret er ulikt hos de ulike artene. Dette er ikke kartlagt i detalj, men det ser ut til at bergnebb og berggylt er de mest hardføre artene, mens det er betydelige problemer med dødelighet hos grønnngylt, grasgylt og rognkjeks. En kartlegging av dødelighet og dødelighetsårsaker for rensefisk i merd er beskrevet av Nilsen mfl. (2014) og i [rensefiskkampanjen](#) som Mattilsynet gjennomførte i 2019 i samarbeid med NTNU samfunnsforskning og HI. I tillegg finnes det data fra fisk som er innsendt via fiskehelsetjenesten og analysert ved Veterinærinstituttet (Sommerset mfl., 2023), data fra Havforskningsinstituttets laboratorieforsøk og fangstforsøk (Harkestad 2011, Skiftesvik mfl., 2014), samt informasjon fra fiskere og oppdrettsbedrifter.

Under sykdomsutbrudd hos rensefisken vil det kunne oppstå et økt smittepress ved at agens oppformerer i anleggene og spres både innad og til omgivelsene rundt. Oppdaterte oversikter over sykdommer hos rognkjeks og leppefisk er gitt i Fiskehelse rapporten ugitt av Veterinærinstituttet (Sommerset mfl., 2023) og VKM-rapporten «Risk assessment of fish health associated with the use of cleaner fish in aquaculture» fra 2017.

Videre følger en omtale av de «viktigste agens» relatert til rensefisk.

1.7.1 - Virus

Virusinfeksjoner i rensefisk er lite studert, og det er derfor relativt få virus beskrevet fra rensefisk. Det er sannsynlig at det allerede er blitt spredd fisk smittet med ukjente virus, og de kan også ha bidratt til sykdom og dødelighet blant rensefisk i merder.

1.7.1.1 - Pankreas sykdom (PD)

Pankreas sykdom (PD) forårsakes av salmonid alfavirus (SAV) og per dags dato den virussykdommen som står for de største utfordringene og tapene i norsk oppdrettsnæring. På grunn av de alvorlige konsekvensene knyttet til denne sykdommen på laks, har det vært utredet faren for spredning av PD hos laks via transport av rensefisk. Faren for en slik overføring ble vurdert i en risikovurdering utført ved Veterinærinstituttet. Det finner flere ulike varianter eller subtyper av SAV i ulike arter av fisk. I Norge er det variantene SAV2 og SAV3 som forårsaker sykdom hos oppdrettslaks. Andre varianter av SAV-viruset er påvist i berggylte SAV6 (Ruane mfl., 2018) og SAV7 (Tighe mfl., 2021). Se [kunnskapsstatus «patogener»](#) for mer detaljer.

1.7.1.2 - Infeksiøs pankreasnekrose (IPN)

Rensefisk ser ikke ut til å utvikle infeksiøs pankreasnekrose (IPN), men kan være bærere av IPN-virus (IPNV) (Gibson & Sommerville, 1996, Gibson mfl., 2002). IPNV har et bredt vertsspekter og det vil derfor være en viss

fare for innførsel av IPNV via rensefisk.

1.7.1.3 - Nodavirus, forårsaker viral nervevevsnekrose (VNN) og viral encephalopati og retinopati (VER)

Nodavirus er påvist hos vill berggyllt, bergnebb og grønngylt (Korsnes mfl., 2017). Nodavirus har et bredt vertsregister og er kjent fra sykdomsutbrudd hos marin fisk som kveite og torsk i oppdrettssituasjoner (Patel mfl., 2007; Grotmol, 1996). Rognkjeks er også vist å være mottakelig for ulike varianter av nodavirus (Toffan mfl., 2019).

1.7.1.4 - Viral hemorragisk septikemivirus (VHSV)

Viral hemorragisk septikemivirus (VHSV) har en stor evne til å tilpasse seg nye verter og habitater. I Norge er VHS en [meldepliktig](#) sykdom og vi har fristatus for viruset i oppdrett. Det er derfor viktig å se på faren for innførsel av VHSV til Norge. Viruset finnes i fire ulike genotyper (I-IV) og er vist å kunne infisere mer enn 140 fiskearter i både fersk- og saltvann (Escobar mfl., 2018). VHSV er påvist i flere arter av villfisk langs norskekysten og sild er særlig mottakelig (Johansen mfl., 2013, Sandlund mfl., 2014). Rensefisk er også mottakelig for VHSV. Viruset er påvist hos leppefisk på Shetland (Munro mfl., 2015) og på rognkjeks på Island (Guðmundsdóttir mfl., 2019). Smitte via føde er en kjent smittevei for VHSV (Ahne 1980, Schönherz mfl., 2012). Det er kjent at liten leppefisk blir spist av laks og regnbueørret, særlig i sulteperioden før slakting. Det er derfor mulig at laksefisk kan bli eksponert for VHSV fra infisert leppefisk, for eksempel ved at leppefisken blir spist. VHS-virusets overlevelse i vann er rapportert som dager (Hawley & Garver, 2008) og uker (Brun & Lillehaug, 2010). Viruset kan også overleve i frossen fisk og vil kunne smitte videre om frossen fisk benytte som fôr (Gudding & Lillehaug, 2018). Nødvendig smittedose er ikke godt kjent, men vil sannsynligvis avhenge av fiskens størrelse/alder, allmenntilstand, temperatur, omgivelsene generelt og virusisolat.

1.7.1.5 - Piscine myokardittvirus (PMCV), forårsaker kardiomyopatisyndrom (CMS)

Kardiomyopatisyndrom (CMS), eller hjertesprekk som det ofte kalles, er kjent å kunne forårsake stor dødelighet på særlig slaktemoden laksefisk i oppdrett. Lidelsen forårsakes av piscine myokardittvirus som mest sannsynlig tilhører gruppa totivirus. Leppefisk er også vist å være mottakelig for dette viruset i oppdrett. Dette ble bekreftet gjennom undersøkelser i et anlegg sørvest i Irland med pågående utbrudd av CMS på laks. Både den villfangede berggyllten og grønngylten, brukt som rensefisk i anlegget, fikk påvist viruset (Scholz mfl., 2017).

1.7.1.6 - «Nye virus» hos rensefisk

De senere år er nye virus isolert og beskrevet fra rognkjeks. Betydningen av disse virusene, både i forhold til oppdrett, men også villfisk, er fortsatt lite kjent. Men det viser igjen at man må forvente at med nye arter i oppdrett vil også nye og hittil ukjente sykdommer dukke opp.

Lumpfish Flavivirus/Cyclopterus lumpus Virus (LFV/CLuV) er assosiert med betennelse og nekroser i lever hos rognkjeks (Skoge mfl., 2018, Edwards mfl., 2022). I tillegg er også bleke gjeller og anemi observert, men det er usikkert hvorvidt denne klinikken er direkte knyttet til virusinfeksjonen (Johansen mfl., 2019). Etter at dette viruset ble identifisert i slutten av 2016, har kartlegging og sykdomsovervåking vist at det er tilstede i alle ledd av produksjonen og med relativt høy prevalens. Det har, tilsynelatende, ingen geografisk begrensning, og mye tyder på at viruset både kan overføres horisontalt og vertikalt. Høy dødelighet assosiert med dette viruset er også påvist på rognkjeks, importert fra Norge, i England (Edwards mfl., 2022)

I starten av 2019, ble ytterligere to virus identifisert og karakterisert fra flere tilfeller med forøkt dødelighet på rognkjeksyngel. I enkelte tilfeller var dødeligheten høy. Virusene fikk tentative navn, basert på slektskap, **Cyclopterus lumpus Coronavirus (CLuCV)** og **Cyclopterus lumpus Totivirus (CLuTLV)**. Kliniske tegn og patologi CLuCV er væskefylt tarm (diaré) og irritert tarmepitel. Det har siden vært jobbet videre med å identifisere CLuTLV. Ingen spesiell klinikk er assosiert med CLuTV (Sandlund L. mfl., 2021a).

Ranavirus (European North Atlantic ranavirus (ENVAR) hos rognkjeks ble påvist første gang på Færøyene i 2014 og siden på Island i 2015 og i Skotland og Irland i 2016. Genetiske analyser tyder på at variantene isolert fra rognkjeks er en ny art av ranavirus (Stagg mfl., 2020). Nylig gjennomførte smitteforsøk med ulike isolater av ENARV kunne ikke bekrefte ulikheter i virulens, men bekreftet horisontal smitte som smittevei (Scholz mfl., 2022). Viruset er foreløpig ikke påvist hos rensefisk i Norge (Sommerseth mfl., 2023).

1.7.2 - Bakterier

Det er identifisert en del sykdomsfremkallende bakterier hos både leppefisk og rognkjeks. Noen av disse kan potensielt også forårsake sykdom hos laksefisk. Det er uklart om det er beslektede stammer som er isolert, eller i hvilken grad bakteriene fra leppefisk over tid kan endre sine egenskaper slik at de kan infisere nye vertsarter. Eksempler på bakterier som forårsaker sykdom hos leppefisk og rognkjeks er ulike stammer av *Vibrio anguillarum*, *Aliivibrio ordali*, *Pasteurella* spp., atypisk *A. salmonicida*, *Pseudomonas anguilliseptica* og *Vibrio splendidus* (se f.eks. Harketstad 2011, Johansen 2013, Treasurer 2012, Sommerset mfl., 2020). Det er ikke rapportert om en nevneverdig endring i forekomst av bakterielle sykdommer hos rensefisk siste året (Sommerset mfl., 2023). Infeksjoner med ulike varianter av *Pasteurella* spp. har økt i forekomst hos oppdrettsfisk, både rensefisk og laks, i de siste årene (Sommerset mfl., 2023). I hvilken grad smitten overføres mellom rensefisk og oppdrettsfisk er usikkert (Poppe mfl., 2012, Alarcón mfl., 2015a). Men forskning viser at rognkjeks er like mottakelig for *Pasteurella*-isolat fra laks som for *Pasteurella*-isolater fra rognkjeks (Sandlund N. mfl., 2021b). I tillegg er det beskrevet en ny art i bakterieslekten *Pasteurellaceae*, *Pasteurella atlantica* (Ellul mfl., 2021). Bakterier som *Tenacibaculum* spp. og *Moritella viscosa* er assosiert med sårdannelse hos mange fiskeslag, og særlig laks. Men disse bakteriene er blitt isolert fra sår hos både vill og oppdrettet rognkjeks, og fra oppdrettet berggyllt. For de ulike *Tenacibaculum* artene, *T. finnmarkense*, *T. dicentrarchi* og *T. maritimum* er også direkte smitte mellom rensefisk og laks i produksjon en mulighet, da like varianter av disse er påvist både på laks og rognkjeks (Frisch mfl., 2018; Olsen mfl., 2011; Småge mfl., 2016).

Ut fra den informasjonen som er tilgjengelig i dag, vil rensefisk kunne være bærere av *V. anguillarum*, *Aliivibrio ordali*, *Pasteurella* spp., atypisk *A. salmonicida*, *Pseudomonas anguilliseptica*, *Aliivibrio* spp., *V. splendidus*, *M. viscosa* og *Tenacibaculum* spp. Laks i oppdrett er vaksinert mot *V. anguillarum*, *Aliivibrio salmonicida*, *M. viscosa* og typisk *A. salmonicida*.

1.7.3 - Parasitter

I 2013 og senere har det vært betydelige problemer med amøbeindusert gjellesykdom (AGD) hos laks i Sør-Norge, forårsaket av amøben *Paramoeba perurans*. Det er uklart hva som er de viktigste, naturlige reservoarene for *P. perurans*, men amøben er blitt påvist hos villfanget berggyllt og blåstål (VKM, 2014). Infeksjoner og AGD er også observert hos oppdrettet berggyllt (Karlsbakk mfl., 2013) og rognkjeks (Bornø & Gulla, 2016), og i grønnngylt, berggyllt og rognkjeks holdt som rensefisk i laksemerder (Nilsen mfl., 2014, Karlsbakk, 2015). I 2022 ble det påvist AGD hos rognkjeks ved åtte lokaliteter og hos leppefisk ved 11 lokaliteter (Sommerset mfl., 2023). Laks kan smittes med *P. perurans* som er isolert fra berggyllt (Mo mfl., 2014a, Dahle mfl., 2015), og berggyllt av amøber fra laks (Dahle mfl., 2015). Dette tyder på at amøben har lav artsspesifisitet, og vi må derfor anta at flytting av fisk med *P. perurans* representerer en fare for overføring av denne til fisk på mottaksstedet.

Leppefiskartene kan være parasitert av kveis. Norske og skotske studier antyder at infeksjoner med kvalorm (*Anisakis simplex*) forekommer, men er uvanlige i leppefisk. Det er sannsynligvis lokal variasjon i forekomsten av denne parasitten i leppefiskene. Infeksjoner kan oppstå ved at leppefisken spiser utkast (slo) fra annen fisk, for eksempel i havner. Laks i merd kan bli infisert med *A. simplex* (Mo mfl., 2014b), men dette er svært uvanlig (Levsen & Maage, 2015). Oppdrettslaksen smittes muligens ved å spise villfanget infisert leppefisk brukt som

rensefisk. En annen kveistype, selorm (*Pseudoterranova* spp.), kan forekomme i muskulaturen hos leppefisk tatt nær selkolonier. Denne forekomsten er lite undersøkt, følgelig vet vi ikke om *P. decipiens* og *P. krabbei*-infeksjoner i leppefisk representerer en trussel med hensyn til kveisinfeksjon i oppdrettslaks. Omfattende screening av norsk oppdrettslaks og regnbueørret har ikke avdekket kveisinfeksjoner i slaktestisk (Levsen & Maage, 2015). Små mengder kveis kan derimot forekomme i den utsorterte taperfisken (Mo mfl., 2014, Levsen & Maage, 2015, Roiha mfl., 2017). Om dette i noen tilfeller har sammenheng med bruk av rensefisk er uvisst.

Skottelus (*Caligus elongatus*) er en parasitt som lever på ulike fiskearter. Den ligner lakselus, men er mindre. Samtidig med den økende bruken av rognkjeks som rensefisk, har også utfordringene med skottelusinfeksjoner på rognkjeks økt. Rapporter om behov for avlusing av rognkjeks forekommer. Selve innrapporteringen av bruken av avlusningsmetoder og avlusningsmedikamenter gjør at man ikke har oversikt over hvor stor andel som benyttes for avlusning av laks vs rensefisk (Sommerset mfl., 2020). Skottelus fra rognkjeks kan smitte over på annen fisk, men det er trolig uvanlig da rognkjeks synes å være en foretrukket vert (Øines mfl., 2006).

1.7.4 - Ukjente lidelser

Svartflekkssyndrom

Det har siden 2016 vært observert en økende forekomst av svarte flekker på gressgyllt (*Centrolabrus exoletus*) i området rundt Austevoll. Det er foreløpig ikke funnet et smittsomt agens som kan forklare disse svarte flekkene, men det kan ikke utelukkes. En masteroppgave av Aga (2019) så på forekomst og beskrev disse svarte flekkene. Det ble beskrevet 3 ulike typer svarte flekker eller lesjoner ut ifra hvor på fiskekroppen de var lokalisert. De ble også karakterisert gjennom histologiske undersøkelser. Typene 1 og 2 er lokalisert på hoderegionen og finner (hud uten skjell), mens type 3 er å finne på selve fiskekroppen. Type 1 og 2 lesjoner er karakterisert av fravær av epidermis og degradering av dermis. I dermis ble det observert inflammasjon, bindevevs- og granulomdannelse. Type 3 lesjoner viste også infiltrasjon av betennelsesceller og melanomakrofager i både epidermis og dermis.

Slike svarte flekker har siden 2017 også sporadisk vært observert på andre arter av leppefisk som bergnebb, grønngyllt og rødnebb/blåstål.

1.8 - Gjenbruk av rensefisk

Oppdrettslokaliteter skal generelt brakklegges etter en produksjonssyklus for å bryte smittesykli. Brakklegging er vist å være et viktig tiltak for å begrense smittespredning (Werkman mfl., 2011). Samtidig er det et behov for å øke overlevelsen av leppefisk, og det diskuteres derfor om gjenbruk av overlevende leppefisk kan være aktuelt. Faren er at noen fisk kan være bærere av agens som så kan spres ved gjenbruk i neste produksjonssyklus. Agens kan i noen tilfeller også endre virulens og tilpasse seg nye verter. Det eksisterer således en fare for at smitteoverføring mellom arter øker (se f.eks. Pulkkinen mfl., 2010, Murray 2014, Kennedy mfl., 2015, Sundberg mfl., 2016). Det finnes lite relevant informasjon om virulensutvikling som kan relateres til norske forhold, og dette er derfor ikke risikovurdert i denne sammenhengen.

1.9 - Kunnskapsbehov og forskningsprioriteringer

Det har blitt gjennomført omfattende forskning på Austevoll på fiskerieffekter de siste 8 årene. Resultatene tyder på at fiskeriet har en begrenset påvirkning på grønngyllt og bergnebb på tross av høy fiskeintensitet i dette området (Kunnskapstøtte til Fiskeridirektoratet 2019, Halvorsen mfl., 2020c, Halvorsen mfl., 2021). Berggyllt er lite tallrik i dette område, men etablering av bevaringsområde har doblet fangstratene på 5 år. Data fra ruse-

garn toktet gir et inntrykk at det har pågått et overfiske på berggyllt, men at trenden har snudd noe de siste par årene. Med tilgjengeliggjøring av sporingsdata vil det bli mulig å få detaljert oversikt over hvordan fiskertrykk fordeler seg i tid og rom, noe som vil gjøre det mulig å analysere hvordan fiskeintensitet påvirker fangstrater. Dette er et prioritert arbeid de neste årene og det er allerede laget en god modell for å estimere fiskeintensitet i og rundt Austevoll som skal oppskaleres til nasjonalt nivå i 2024. Det er behov for å undersøke konsekvensene av selektivt uttak av artene med kjønnsdimorfisme, hvor hannene står for yngelpleie og større hanner bygger større og flere reir (Kindsvater mfl., 2020). HI har delfinansiert en PhD-stilling som skal jobbe med dette i perioden 2023-2026. Undersøkelser av dette vil være viktig for å skaffe mer kunnskap om hvilke konsekvenser fisket etter leppefisk vil ha både på kort og lengre sikt. Videre så mangler en del kunnskap om de ulike leppefiskartenes økologiske funksjon som predator og byttedyr, og hvordan endringer i leppefiskbestandene kan ha negative/positive konsekvenser for andre deler av kystøkosystemet. Disse problemstillingen er fokus for prosjektet «Forståelse av menneskeskaptet trofiske kaskader i kystøkosystemer – CASCADES», som er et samarbeid mellom Norsk institutt for Naturforskning (NINA), HI og Universitetet i Bergen (UiB) og internasjonale partnere.

Det er begrenset forståelse av hvilke mekanismer som regulerer rekruttering og variasjoner i bestandene (f.eks sommer- og vintertemperatur, tetthetseffekter), og i hvilken grad fiskeriet har en regulerende innvirkning på bestandsstørrelsene hos de ulike artene. Pågående forskning ved Havforskningsinstituttets forskningsstasjon på Austevoll undersøker dette. Datagrunnlaget er for bestandsutviklingen er god på Sørlandet gjennom strandnotundersøkelsen og årlige rusetokt. Det er tilsynelatende ikke noen klar nedgang i bestandene etter fisket ble intensivert fra 2010. For resten av landet er det samlet inn data på lengde og fangst-per-enhet-innsats fra referansefiskere siden 2011. Det har vært utfordrende å konkludere med bestandsendringer basert på disse dataene, grunnet stor variasjon i fangstrater innad og mellom år, og mellom fiskere, men hovedinntrykket er at det er relativt stabile fangstrater de siste fem årene. Referansefiskeridataene har gitt omfattende kunnskap om bifangst, og om regelverket følges og bifangst slippes ut raskt nært land kan man anta at det er liten grad av påvirkning. Det er likevel ønskelig med mer konkret kunnskap om skjebnen til utsatt bifangst, både leppefisk og andre arter. For dette er det gjort forsøk som undersøker hvorvidt leppefisk evner å ta seg tilbake når de blir sluppet ut i ulike avstander fra fangststedet. Det er også samlet inn data på fiskeripraksis for utsetting av bifangst i ulike deler av landet i 2023. Resultatene fra disse studiene er planlagt publisert i løpet 2024.

Det er ingen som kan forutse hva klimaendringer vi føre til. Men i et varmere hav vil det være sannsynlig at arter flytter på seg. Dette vil kunne gi endring i naturlig vandring / migrering av ulike leppefisk arter (grønngyllt som eksempel). Dette vil også kunne gjelde andre arter av fisk. Med nye arter og endret vandringsmønster, vil det også være muligheter for å få nye patogener til et område. Endring i miljøet vil kunne endre muligheten for andre patogener til å trives i et område.

1.10 - Referanser

Julie Aga (2019) Beskrivelse av svarte flekker på hud til grasgyllt (*Centrolabrus exoletus*) Masteroppgave i fiskehelse, Institutt for Biologi, Universitetet i Bergen, Norge

Ahne W (1980). Experimental infection of pike (*Esox lucius*) with Egtvedvirus. Tierarztl Umsch 35: 225–229.

Alarcón M, Gulla S, Røsæg MV, Rønnsæth A, Wergeland H, Poppe TT, Nilsen H, Colquhoun DJ (2015). Pasteurellosis in lumpsucker *Cyclopterus lumpus* , farmed in Norway. J Fish Dis (doi:10.1111/jfd.12366).

Alvsvåg J (1993). Fødeval, vekst og energiallokering hos gress gyllt (*Centrolabrus exoletus* L.) og grønngyllt (*Symphodus melops* L.) (Pisces: Labridae) på vestkysten av Noreg, og diettoverlapping med O og I-gruppe

torsk (*Gadus morhua* L.). University of Bergen.

Balasz, J.C.; Tort, L. Netting the stress responses in fish. *Frontiers in Endocrinology* 2019, 10, doi:10.3389/fendo.2019.00062.

Bergström L, Karlsson M, Bergström U, Pihl L, Kraufvelin P (2016) Distribution of mesopredatory fish determined by habitat variables in a predator-depleted coastal system. *Marine Biology* 163 (10): p. 201.

Bollinger PJ (2020) Biological control of salmon lice: A critical analysis of knowledge production and development in the Norwegian cleaner fish industry. Master thesis, University of Life sciences, Ås. <https://nmbu.brage.unit.no/nmbu-xmliui/handle/11250/2683461>

Bornø G, Gulla S (2016). Helsesituasjonen hos rensefisk. S. 70–73 i (Hjeltnes m.fl. red). Fiskehelse rapporten 2015. Oslo: Veterinærinstituttet.

Bourlat SJ, Faust E, Wennhage H, Wikström A, Rigby K, Vigo M, Kraly P, Selander E, André C (2021) Wrasse fishery on the Swedish West Coast: towards ecosystem-based management. *ICES J. Mar. Sci.*, 78, 1386-1397, doi:10.1093/icesjms/fsaa249

Bouwmeester MM, Goedknecht MA, Poulin R, Thielges DW (2020). Collateral diseases: Aquaculture impacts on wildlife infections. *Journal of Applied Ecology* 58, 453-464, doi:https://doi.org/10.1111/1365-2664.13775

Brun E, Lillehaug A (2010). Risikoprofil for sykdommer i norsk fiskeoppdrett. Norge, Veterinærinstituttet.

Dahle OM, Nylund A, Karlsbakk E, Andersen L, Blindheim S, Glosvik H, Breck O (2015). Smitteoverføring av *Paramoeba perurans* mellom laks og berggyllt – bruk av to klonale isolat fra henholdsvis laks og berggyllt. Abstract, Frisk Fisk, Tromsø.

Darwall WRT, Costello MJ, Donnelly R, Lysaght S (1992). Implications of life-history strategies for a new wrasse fishery. *Journal of Fish Biology* 41 (sb): 111–123.

Davenport J (1985). Synopsis of biological data on the lump sucker *Cyclopterus lumpus* (Linnaeus, 1758). FAO Fisheries Synopsis. No. 147, 1–31.

Deady S, Fives JM (1995). Diet of ballan wrasse, *Labrus bergylta*, and some comparisons with the diet of corkwing wrasse, *Crenilabrus melops*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 75 (03): 651–665. Cambridge University Press.

de Leaniz GC, Gutierrez Rabadan C, Barrento SI, Stringwell R, Howes PN, Whittaker BA, Minett JF, Smith RG, Pooley CL, Overland BJ et al. (2022) Addressing the welfare needs of farmed lumpfish: Knowledge gaps, challenges and solutions. *Reviews in Aquaculture*, 14, 139-155, doi:https://doi.org/10.1111/raq.12589.

Edwards M, Bignell J, Papadopoulou A, Trani E, Savage J, Joseph A, Wood G, Stone D (2022). First detection of *Cyclopterus lumpus* virus in England, following a mortality event in farmed cleaner fish. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*, doi:https://doi.org/10.48045/001c.56559.

Egidius E (1987). Import of furunculosis to Norway with Atlantic salmon smolts from Scotland. *ICES C.M.*, 1987/F:8, 7 p.

Ellul RM, Kalatzis PG, Frantzen C, Haugland GT, Gulla S, Colquhoun DJ, Middelboe M, Wergeland HI, Rønneseth A (2021). Genomic analysis of *Pasteurella atlantica* provides insight on its virulence factors and phylogeny and highlights the potential of reverse vaccinology in aquaculture. *Microorganisms*, 9, 1215.

- Escobar LE, Escobar-Dodero J, Phelps NBD (2018). Infectious disease in fish: global risk of viral hemorrhagic septicemia virus. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 2018, 28, 637-655, doi:10.1007/s11160-018-9524-3.
- Fernández-Chacón AD, Villegas-Ríos E, Moland ML, Baskett EM, Carlson SM (2020). Protected areas buffer against harvest selection and rebuild phenotypic complexity. *Ecological Applications* 2020, 30, e02108, doi:https://doi.org/10.1002/eap.2108
- Faust E, Halvorsen KT, Andersen P, Knutsen H, André C (2018). Cleaner fish escape salmon farms and hybridize with local wrasse populations. *Royal Society Open Science* 5(3): 171752.
- Faust E*, Jansson E*, André C, Halvorsen K, Dahle G, Knutsen H, Quintela M, Glover KA (* with equal contribution) (2021). "Not that clean: aquaculture mediated translocation of cleaner fish lead to hybridization and introgression on the northern edge of the specie's range". *Evolutionary Applications* 14, 1572-1587, doi:https://doi.org/10.1111/eva.13220
- Frisch K, Småge SB, Brevik J, Duesund H, Nylund A (2018). Genotyping of *Tenacibaculum maritimum* isolates from farmed Atlantic salmon in Western Canada. *J. Fish Dis.* 41, 131–137. https://doi.org/10.1111/jfd.12687
- Gibson DR, Sommerville C (1996). The potential for viral problems related to the use of wrasse in the farming of Atlantic Salmon. s 240–246 I: Sayer MDJ, Treasurer JW, Costello MJ (red.): *Wrasse biology and use in aquaculture*. Fishing news books. Blackwell, Oxford.
- Gibson DR, Smail DA, Sommerville C (2002). Infectious pancreatic necrosis virus: experimental infection of goldsinny wrasse, *Ctenolabrus rupestris* L. (Labridae). *J Fish Dis* 21, 399–406.
- Geitung, L.; Wright, D.W.; Oppedal, F.; Stien, L.H.; Vågseth, T.; Madaro, A. Cleaner fish growth, welfare and survival in Atlantic salmon sea cages during an autumn-winter production. *Aquaculture* 2020, 528, 735623, doi:https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735623.
- Gozlan RE, Peeler EJ, Longshaw M, St-Hilaire S, Feist SW (2006). Effect of microbial pathogens on the diversity of aquatic populations, notably in Europe. *Microbes and Infection*, 8, 1358–1364.
- Grotmol S, Totland GK, Thorud K, Hjeltnes BK (1997). Vacuolating encephalopathy and retinopathy associated with a nodavirus-like agent: a probable cause of mass mortality of cultured larval and juvenile Atlantic halibut *Hippoglossus hippoglossus*. *Dis Aquat Org* 29, 85–97.
- Gudding R, Lillehaug A (red.) (2018). Smitte mellom oppdrettsfisk og villfisk: Kunnskapsstatus og risikovurdering. Rapport 12, Veterinærinstituttet
- Guðmundsdóttir S, Vendramin N, Cuenca A, Sigurðarsdóttir, Kristmundsson A, Iburb TM, Olesen NJ (2019). Outbreak of viral haemorrhagic septicaemia (VHS) in lumpfish (*Cyclopterus lumpus*) in Iceland caused by VHS virus genotype IV. *J Fish Dis* 42(1): 47–62.
- Guilder J, Ryder D, Taylor NGH, Alewijnse SR, Millard RS, Thrush MA, Peeler EJ, Tidbury HJ (2023). The aquaculture disease network model (AquaNet-Mod): A simulation model to evaluate disease spread and controls for the salmonid industry in England and Wales. *Epidemics*, 44, 100711, doi:https://doi.org/10.1016/j.epidem.2023.100711.
- Halvorsen KT, Sørvalen TK, Durif C, Knutsen H, Olsen EM, Skiftesvik AB, Rustand TE, Bjelland RM, Vøllestad LA (2016). Male-biased sexual size dimorphism in the nest building corkscrew wrasse (*Symphodus melops*): implications for a size regulated fishery. *ICES Journal of Marine Science* 73 (10): 2586–2594.

- Halvorsen KT, Bjelland R, Jørgensen T, Skiftesvik A B (2017a). Forsøksfiske for selektiv fangst av berggyllt. Rapport fra Havforskningen (8).
- Halvorsen KT, Larsen T, Sørдалen TK, Vøllestad LA, Knutsen H, Olsen EM (2017b). Impact of harvesting cleaner fish for salmonid aquaculture assessed from replicated coastal marine protected areas. *Marine Biology Research* 13(4): 359–369.
- Halvorsen KT, Sørдалen TK, Vøllestad LA, Skiftesvik AB, Espeland SH, Olsen EM (2017c). Sex- and size-selective harvesting of corksling wrasse (*Symphodus melops*)—a cleaner fish used in salmonid aquaculture. *ICES Journal of Marine Science* 74(3): 660–669.
- Halvorsen K, Skiftesvik AB, Jørgensen T (2019). Kunnskapsstøtte – anbefaling om redusert inngangsstørrelse i teiner i fisket etter leppefisk.
- Halvorsen KT, Skiftesvik AB, Bjelland R, Larsen T (2020a). Kunnskapsstøtte og råd for regulering av fisket etter leppefisk i 2021. <https://www.fiskeridir.no/content/download/29068/414604/version/10/file/kvoteraad-leppefisk-hi.pdf> Accessed 19/10/20
- Halvorsen KT, Sørдалen TK, Larsen T, Browman HI, Rafoss T, Albretsen J, Skiftesvik AB (2020b). Mind the depth: The vertical dimension of a small-scale fishery shapes selection on species, size and sex in wrasses. *Marine and Coastal Fisheries* 12 (6), 404–422. <https://doi.org/10.1002/mcf2.10131>
- Halvorsen K, Sørдалen TK, Larsen T, Rafoss T, Skiftesvik AB (2020c). Kunnskapsbasert innovasjon for optimal ressursutnyttelse i leppefiskeriet. Rapport fra Havforskningen.
- Halvorsen K., Skiftesvik, AB., Larsen T., Otterå H., og AF Chacón. 2021. Kunnskapsstøtte og råd for regulering av fisket etter leppefisk i 2022. Rapport fra Havforskningen 2021-54 ISSN: 1893-4536
- Harkestad LS (2011). Eksperimentell smitte av grønngyllt, *Symphodus melops*, med *V.tapetis*-isolatene CECT 4600, LP2 og NRP45. Mastergradsoppgave i havbruksbiologi, Universitetet i Bergen 2011, 136 s.
- Hawley LM, Garver KA (2008). Stability of viral hemorrhagic septicemia virus (VHSV) in freshwater and seawater at various temperatures. *Dis Aquat Org* 82, 171–178.
- Holst JC (1993). Observations on the distribution of lumpsucker (*Cyclopterus lumpus*, L.) in the Norwegian Sea. *Fish Res* 17, 369–372.
- Imsland AK, Reynolds P, Eliassen G, Mortensen A, Hansen ØJ, Puvanendran V, Hangstad TA, Jónsdóttir ÓDB, Emaus PA, Elvegård TA, et al. (2016) Is cleaning behaviour in lumpfish (*Cyclopterus lumpus*) parentally controlled? *Aquaculture*, 459, 156-165, doi:<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.03.047>
- Imsland AKD, Hanssen A, Nytrø AV, Reynolds P, Jonassen TM, Hangstad TA, Elvegård TA, Urskog TC, Mikalsen B (2018) It works! Lumpfish can significantly lower sea lice infestation in large-scale salmon farming. *Biology Open* 7, doi:10.1242/bio.036301
- Jansson E, Quintela M, Dahle G, Albretsen J, Knutsen H, André C, Strand Å, Mortensen S, Taggart JB, Karlsbakk E, Kvamme BO, Glover KA (2017). Genetic analysis of goldsinny wrasse reveals evolutionary insights into population connectivity and potential evidence of inadvertent translocations via aquaculture. *ICES Journal of Marine Science*. doi:10.1093/icesjms/fsx046
- Jansson E, Faust E, Bekkevold D, Quintela M, Durif C, Halvorsen KT, Dahle G, Pampoulie CS, Kennedy J,

- Whittaker B et al. (2022) Global, regional, and cryptic population structure in a high gene-flow transatlantic fish. bioRxiv, 2022.2003.2022.485384, doi:10.1101/2022.03.22.485384
- Jansson E, André C, Quintela M, Halvorsen KT, Besnier F, Ayllon F, Faust E, Knutsen H, Strand Å, Glover KA (2023a) Genetic study reveals local differentiation persisting in the face of high connectivity and a genomic inversion likely linked with sexual antagonism in a common marine fish. ICES J. Mar. Sci. 2023, doi:10.1093/icesjms/fsad042.
- Jansson E, Faust E, Bekkevold D, Quintela M, Durif C, Halvorsen KT, Dahle G, Pampoulie C, Kennedy J, Whittaker B, et al. (2023b) Global, regional, and cryptic population structure in a high gene-flow transatlantic fish. PLOS ONE 2023, 18, e0283351, doi:10.1371/journal.pone.0283351.
- Johansen R (red.) (2013). Fiskehelse rapporten 2012. Oslo, Veterinærinstituttet.
- Johansen R, Tønnessen Ø, Nylund S (2019) Hvordan få kontroll på helseutfordringer på rensefisk. Foredrag Rensefiskkonferansen 2019
- Jónsdóttir ÓDB, Schregel J, Hagen SB, Tobiassen C, Aarnes SG, Imsland AKD (2018). Population genetic structure of lumpfish along the Norwegian coast: aquaculture implications. Aquacult Int 26, 49–60.
- Jónsdóttir ÓDB, Gíslason D, Ólafsdóttir G, Maduna S, Hagen SB, Reynolds P, Sveinsson S, Imsland AKD (2022). Lack of population genetic structure of lumpfish along the Norwegian coast: A reappraisal based on EST-STRs analyses. Aquaculture 555, 738230.
- Jørgensen T, Bjelland R, Halvorsen K, Durif C, Shema S, Skiftesvik AB (2017). Seleksjon i leppefiskredskap. Fisken og Havet (2).
- Karlsbakk E (2015). Amøbisk gjellesykdom (AGD) – litt om den nye plagen. Havforskningsrapporten 2015. Fisken og havet, særnr. 1- 2015: 33–35.
- Karlsbakk E, Olsen AB, Einen A-CB, Mo TA, Fiksdal IU, Aase H, Kalgraff C, Skår S-Å, Hansen H (2013). Amoebic gill disease due to *Paramoeba perurans* in ballan wrasse (*Labrus bergylta*). Aquaculture 412-413, 41–44.
- Kennedy DA, Kurath G, Brito IL, Purcell MK, Read AF, Winton JR, Wargo AR (2015). Potential drivers of virulence evolution in aquaculture. Evolutionary Applications 9, 344–354.
- Kindsvater HK, Halvorsen, KT, Sørvalen, TK, Alonzo SH (2020). The consequences of size-selective fishing mortality for larval production and sustainable yield in species with obligate male care. Fish and Fisheries 2020 , 21, 1135-1149, doi: <https://doi.org/10.1111/faf.12491>
- Klust, G., 1982. Netting materials for fishing gear. 2nd edition. Fishing News Books Ltd., Farnham, UK, pp. 177.
- Korsnes K, Karlsbakk E, Skaar CK, Sælemyr L, Nylund A, Kvamme BO, Mortensen S (2017). High nervous necrosis virus (NNV) diversity in wild wrasse (Labridae) in Norway. Diseases of Aquatic Organisms 126:43-50.
- Kraufvelin P, Christie PH, Gitmark JK (2020) Top-down release of mesopredatory fish is a weaker structuring driver of temperate rocky shore communities than bottom-up nutrient enrichment. Marine Biology 167(4): 1–20. Springer Berlin Heidelberg.
- Levsen A, Maage A (2015). Nasjonal undersøkelse av forekomst av *Anisakis* i norsk oppdrettslaks (pp. 10). Bergen: Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES).

- Maduna SN, Jónsdóttir ÓDB, Imsland AKD, Gislason D, Reynolds P, Kapari L, Hangstad TA, Meier K, Hagen SB (2023). Genomic signatures of local adaptation under high gene flow in lumpfish—Implications for broodstock provenance sourcing and larval production. *Genes* 14(10), 1870.
- Mo TA, Emilsen V, Hansen H, Poppe TT (2014a). Smitteforsøk med isolat av *Paramoeba perurans* fra berggyllt og laks for å studere mottakelighet og infeksjonsutvikling hos laks. Rapport, Veterinærinstituttet 31 Jan. 2014. 13 s.
- Mo TA, Gahr A, Hansen H, Hoel E, Oaland Ø, Poppe TT (2014b). Presence of *Anisakis simplex* (Rudolphi, 1809 det. Krabbe, 1878) and *Hysterothylacium aduncum* (Rudolphi, 1802) (Nematoda; Anisakidae) in runts of farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *J Fish Dis* 37, 135–140.
- Mo TA (1994) Status of *Gyrodactylus salaris* problems and research in Norway. In: Parasitic Diseases of Fish (Ed. J.W. Lewis), pp. 43–48. Samara Publishing, Tresaith, Dyfed, Wales.
- Munro ES, McIntosh RE, Weir SJ, Noguera PA, Sandilands JM, Matejusova I, Mayes AS, Smith R (2015). A mortality event in wrasse species (Labridae) associated with the presence of viral haemorrhagic septicaemia virus. *J Fish Dis* 38, 335–341.
- Muncaster, S., B. Norberg, and E. Andersson. 2013. Natural sex change in the temperate protogynous Ballan wrasse *Labrus bergylta*. *Journal of Fish Biology* 82(6): 1858–1870. Blackwell Publishing Ltd.
- Murray AGA (2014). A modelling framework for assessing the risk of emerging diseases associated with the use of cleaner fish to control parasitic sea lice on salmon farms. *Transbound. Emerg. Dis.* 2014, 63, e270-e277, doi:<https://doi.org/10.1111/tbed.12273>
- Myrseth B (1971). Fekunditet, vekst, levevis og ernæring hos *Cyclopterus lumpus* L. Hovedoppgave, Univ. Bergen/HI 1971. 113 s.
- Nedreaas K, Aglen A, Gjøsæter J, Jørstad K, Knutsen H, Smedstad O, Svåsand T, Ågotnes P (2008). Kysttorskforvaltning på Vestlandet og langs Skagerrak-kysten. Vurdering av status for kysttorsk på strekningen svenskegrensen—Stad med forslag om forvaltningstiltak. *Fisken og Havet*, 5–2008. 106 pp.
- Neghabat N (2022) Homing ability of goldsinny wrasse (*Ctenolabrus rupestris*) and corkwing wrasse (*Symphodus melops*). Masteroppgave, Universitetet i Agder.
- Nilsen A, Viljugrein H, Røsæg MV, Colquhoun D (2014). Rensefiskhelse – kartlegging av dødelighet og dødelighetsårsaker, Veterinærinstituttets rapportserie nr. 12, 2014.
- Olsen AB, Jensen BB, Nilsen H, Grøntvedt RN, Gjerset B, Taksdal T, Høgåsen HR (2011). Risikovurdering for spredning av pancreas disease virus (PD-virus) ved bruk av leppefisk i norsk lakseoppdrett. Veterinærinstituttets rapportserie 7–2011. Oslo: Veterinærinstituttet.
- Olsen AB, Nilsen H, Sandlund N, Mikkelsen H, Sørum H, Colquhoun DJ (2011) *Tenacibaculum* sp. associated with winter ulcers in sea-reared Atlantic salmon *Salmo salar*. *Diseases of Aquatic Organisms* 94(3): 189–199.
- Olsen EM, Halvorsen KT, Larsen T, Kuparinen A (2018). Potential for managing life history diversity in a commercially exploited intermediate predator, the goldsinny wrasse (*Ctenolabrus rupestris*). *ICES Journal of Marine Science* 76(1): 357–357.
- Patel S, Korsnes K, Bergh Ø, Vik-Mo F, Pedersen J, Nerland AH (2007) Nodavirus in farmed Atlantic cod *Gadus*

morhua in Norway. Dis Aquat Org 77: 169–173

Peeler EJ, Oidtmann BC, Midtlyng PJ, Miossec L & Gozlan R (2011) Non-native aquatic animals introductions have driven disease emergence in Europe. *Biological Invasions*, 13, 1291–1303.

Peeler, EJ & Feist, SW (2011) Human intervention in freshwater ecosystems drives disease emergence. *Freshwater Biology*, 56, 705-716, doi:10.1111/j.1365-2427.2011.02572.x.

Poppe TT, Taksdal T, Skjelstad H, Sviland C, Vågnes Ø, Colquhoun DJ (2012). Nye arter – nye diagnostiske utfordringer. *Norsk Veterinærtidsskrift* 124(1): 19–21.

Pulkkinen K, Suomalainen L-R, Read AF, Ebert D, Rintamäki, Valtonen ET (2015). Intensive fish farming and the evolution of pathogen virulence: the case of columnaris disease in Finland. *Proc Royal Soc B* 277, 593–600.

Reamon, M (2020). Assessing the impacts of marine protected areas on wrasse populations in Norway. Master thesis. University of Agder.

Ruane, N.M.; Swords, D.; Morrissey, T.; Geary, M.; Hickey, C.; Collins, E.M.; Geoghegan, F.; Swords, F. (2018) Isolation of salmonid alphavirus subtype 6 from wild-caught ballan wrasse, *Labrus bergylta* (Ascanius). *J Fish Dis*, 41, 1643-1651, doi:10.1111/jfd.12870.

Ruud, M (2020). Catchability and selectivity in a multispecies wrasse fishery in Western Norway. Master thesis. University of Agder.

Roiha IS, Maage A, Levsen A (2017). Nasjonal undersøkning av forekomst av *Anisakis simplex* i norsk oppdrettsaure (*Onchorhynchus mykiss*). Rapport, NIFES 26.01.2017; 12 p.

Sandlund N, Gjerset B, Bergh Ø, Modahl I, Olesen NJ, Johansen R (2014) Screening for viral hemorrhagic septicemia virus in marine fish along the Norwegian coastal line." *PLoS ONE* 9 (9): e108529.

Sandlund L, Mor SK, Singh VK, Padhi SK, Phelps NBD, Nylund S, Mikalsen AB (2021a) Comparative molecular characterization of novel and known piscine toti-like viruses. *Viruses*, 13, 1063.

Sandlund N, Rønneseth A, Ellul RM, Nylund S, Sandlund L (2021b) *Pasteurella* spp. Infections in Atlantic salmon and lump sucker. *Journal of Fish Diseases*, n/a, doi:https://doi.org/10.1111/jfd.13381.

Sayer MDJ, Gibson RN, Atkinson RJA (1995). Growth, diet and condition of goldsinny on the west coast of Scotland. *Journal of Fish Biology* 46 (June 1993): 317–340.

Scholz F, Ruane NM, Morrissey T, Marcos-López M, Mitchell S, O'Connor I, Mirimin L, MacCarthy E, Rodger HD (2017). Piscine myocarditis virus detected in corkwing wrasse (*Symphodus melops*) and ballan wrasse (*Labrus bergylta*). *J Fish Dis* doi:10.1111/jfd.12661.

Scholz F, Vendramin N, Olesen NJ, Cuenca A, Moesgaard Iburg T, Mirimin L, O'Connor I, Ruane NM, Rodger HD, MacCarthy E (2022). Experimental infection trials with European North Atlantic ranavirus (Iridoviridae) isolated from lumpfish (*Cyclopterus lumpus*, L.). *J Fish Dis* 45, 1745-1756, doi:https://doi.org/10.1111/jfd.13696.

Schönherz AA, Hansen MHH, Jorgensen HBH, Berg P, Lorenzen N, Einer-Jensen K (2012). Oral transmission as a route of infection for viral haemorrhagic septicaemia virus in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *J Fish Dis* 35, 395–406.

Seljestad GW, Quintela M, Faust E, Halvorsen K, Besnier F, Jansson E, Dahle G, Knutsen H, André C, Folkvord A, Glover KA (2020) "A cleaner-break": Genetic divergence between geographic groups and sympatric phenotypes revealed in ballan wrasse (*Labrus bergylta*). Ecology and Evolution. Crossref DOI link: 10.1002/ece3.6404

Sistiaga, M, Herrmann, B, Jørgensen T (2021) Prediction of goldsinny wrasse (*Ctenolabrus rupestris*) minimum size required to avoid escape through salmon (*Salmo salar*) farm nets. Aquaculture, 543, 737024, doi:<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737024>.

Skiftesvik AB , Bjelland RM, Durif CMFI, Johansen IS, Browman HI (2013). Delousing of Atlantic salmon (*Salmo salar*) by cultured vs. wild ballan wrasse (*Labrus bergylta*). Aquaculture 402-403, 113–118.

Skiftesvik AB, Blom G, Agnalt A-L, Durif CMF, Browman HI, Bjelland RM, Harkestad LH, Farestveit E, Paulsen OI, Fauske M, Havelin T, Johnsen K, Mortensen S (2014a). Wrasse (Labridae) as cleaner fish in salmonid aquaculture – The Hardangerfjord as a case study. Mar Biol Res 10, 289–300.

Skiftesvik AB, Durif D, Bjelland R, Browman H, Holm E, Jørgensen T, Løkkeborg S, Utne Palm AC, Skar Tysseland AB, Hoddevik Ulvestad B, Aasen A, Axelsen BE, Mortensen S, Sælemyr L, Skår CK, Karlsbakk E, Einen ACB, Nordbø J, Omdal LM, Isachsen CH, Espeland SH, Semb Johannesen I, Olausson S, Elen E (2014b). Bestander og fangstkvaliteter av leppefisk. Rapport fra Havforskningen nr. 3–2014. Sluttrapport FHF prosjekt 900609.

Skiftesvik AB, Durif CMF, Bjelland RM, Browman HI (2015). Distribution and habitat preferences of five species of wrasse (Family Labridae) in a Norwegian fjord. ICES Journal of Marine Science 72(3): 890–899.

Skiftesvik AB, Bjelland R, Durif C, Moltumyr L, Hjellum RB, Halvorsen KT (2018) Adferd og artssamspill i laksemerder. Rapport fra Havforskningen nr. 33-2018, Sluttrapport FHF prosjekt 900978.

Skoge RH, Brattespe J, Økland AL, Plarre H, Nylund A, (2018). New virus of the family Flaviviridae detected in lumpfish (*Cyclopterus lumpus*). Arch. Virol. 163, 679–685. <https://doi.org/10.1007/s00705-017-3643-3>

Småge SB, Brevik ØJ, Duesund H, Ottem KF, Watanabe K, Nylund A, (2016). Tenacibaculum finnmarkense sp. nov., a fish pathogenic bacterium of the family Flavobacteriaceae isolated from Atlantic salmon. Antonie van Leeuwenhoek, Int. J. Gen. Mol. Microbiol. 109, 273–285.

Sommerset I, Walde C S, Bang Jensen B, Bornø B, Haukaas A og Brun E (red). (2020) Fiskehelserapporten 2019, Oslo, Veterinærinstituttet

Sommerset I, Wiik-Nielsen J, Oliveira VHS, Moldal T, Bornø G, Haukaas A og Brun E (2023) Fiskehelserapporten 2022, Veterinærinstituttets rapportserie nr. 5a/2023, Veterinærinstituttet

Stagg HEB, Guðmundsdóttir S, Vendramin N, Ruane NM, Sigurðardóttir H, Christiansen DH, Cuenca A, Petersen PE, Munro ES, Pobov VL, Subramaniam K, Imnoi K, Waltzek TB, Olesen NJ (2020). Characterization of ranaviruses isolated from lumpfish *Cyclopterus lumpus* L. in the North Atlantic area: proposal for a new ranavirus species (European North Atlantic Ranavirus). Journal of General Virology 101(2): 198–207.

Steven GA (1933). The food consumed by shags and cormorants around the shores of Cornwall (England). Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 19 (01): 277. Cambridge University Press.

Sundberg L-R, Ketola T, Laanto E, Kinnula H, Bamford JKH, Penttinen R, Mappes J (2016). Intensive aquaculture selects for increased virulence and interference competition in bacteria. Proc Royal Soc B 283,

20153069. DOI: 10.1098/rspb.2015.3069.

Sørdalen TK, Halvorsen KT, Vøllestad LA, Moland E, Olsen EM (2020). Marine protected areas rescue a sexually selected trait in European lobster. *Evolutionary Applications*: 1–12.

Thorbjørnsen, S.H., Synnes, A-E.W., Løset, I.D. , Kleiven, A.R. (2023). Hazard and catch composition of ghost fishing gear revealed by a citizen science clean-up initiative. *Marine Policy*, 148(5–6):105431.
<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2022.105431>

Thorsteinsson V. (1981). The ageing validation of the lumpsucker (*Cyclopterus lumpus*) and the age composition of the lumpsucker in Icelandic lumpsucker fisheries. ICES CM.1981/G58 Demersal Fish Committee, 26 p.

Tighe AJ, Gallagher MD, Carlsson J, Matejusova I, Swords F, Macqueen DJ, Ruane NM (2020) Nanopore whole genome sequencing and partitioned phylogenetic analysis supports a new salmonid alphavirus genotype (SAV7). *Diseases of Aquatic Organisms*, 142, 203-211.

Toffan A, De Salvador M, Scholz F, Pretto T, Buratin A, Rodger HD, Toson M, Cuenca A, Vendramin N (2019). Lumpfish (*Cyclopterus lumpus* , Linnaeus) is susceptible to viral nervous necrosis: Result of an experimental infection with different genotypes of Betanodavirus. *Journal of Fish Diseases* 42, 1667-1676,
doi:10.1111/jfd.13088.

Treasurer JW (2012). Diseases of north European wrasse (Labridae) and possible interactions with cohabited farmed salmon, *Salmo salar* L. Review article. *J Fish Dis* 35, 555–562.

VKM (2014). Risk assessment of amoebic gill disease, Panel on Animal Health and Welfare; VKM Report 2014: 11, Norwegian Scientific Committee for Food Safety (VKM), Oslo, Norway.

VKM (2017). Risk assessment of fish health associated with the use of cleaner fish in aquaculture. Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare of the Norwegian Scientific Committee for Food and Environment. VKM report 2017:32, Norwegian Scientific Committee for Food and Environment (VKM), Oslo, Norway
(<https://vkm.no/risikovurderinger/allevurderinger/rensfiskogrisikoforoverforingavsmittetiloppdrettslaks.4.d44969/>)

VKM, Eli Rueness, Paul R. Berg, Snorre Gulla, Kim Halvorsen, Johanna Järnegren, Martin Malmstrøm, Tor Atle Mo, Espen Rimstad, Hugo de Boer, Katrine Eldegard, Kjetil Hindar, Lars Robert Hole, Kyrre Kausrud, Lawrence Kirkendall, Inger Måren, Erlend B. Nilsen, Eva B. Thorstad, Anders Nielsen, Gaute Velle (2019) Assessment of the risk to Norwegian biodiversity from import of wrasses and other cleaner fish for use in aquaculture. Opinion of the Panel on Alien Organisms and Trade in Endangered Species (CITES) of the Norwegian Scientific Committee for Food and Environment. VKM report 2019: 15, ISBN: 978-82-8259-330-4, ISSN: 2535–4019. Norwegian Scientific Committee for Food and Environment (VKM), Oslo, Norway

Wienerroither R, Johannesen E, Dolgov A, Byrkjedal I, Bjelland O, Drevetnyak K, Eriksen K, Høines Å, Langhelle G, Langøy H, Prokhorova T, Prozorkevich D, Wenneck T (2011). Atlas of the Barents Sea Fishes. IMR/PINRO Joint Report Series (ISSN 1502-8828). 1, 272 s.

Whittaker BA, Consuegra S, Garcia de Leaniz C. Genetic and phenotypic differentiation of lumpfish (*Cyclopterus lumpus*) across the North Atlantic: implications for conservation and aquaculture. *PeerJ*. 2018;6:e5974. Published 2018 Nov 20. doi:10.7717/peerj.5974

Zimmermann F, Jenssen M, Nedreaas K, Søvik G, Hjelset AM, Bakke S (2020). Kunnskapsgrunnlaget for taskekrabbe langs norskekysten. Rapport fra Havforskningen, 2020–4. ISSN: 1893-4536, 28 pp.

<https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-2020-4>

Werkman M, Green DM, Murray AG, Turnbull JF (2011) The effectiveness of fallowing strategies in disease control in salmon aquaculture assessed with an SIS model. *Preventive Veterinary Medicine*, 98, 64-73, doi:<https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2010.10.004>.

Woll A, Solevåg SE, Hansen Aas G, Bakke S, Skiftesvik AB, Bjelland R (2013). Velferd leppefisk i merd. Rapport nr. MA 13-07, Møreforsking.

Øines Ø, Simonsen JH, Knutsen JA, Heuch PA (2006). Host preference of adult *Caligus elongatus* Nordmann in the laboratory and its implications for Atlantic cod aquaculture. *J Fish Dis.* 29,167-74.

Östman Ö, Eklöf J, Eriksson BK, Olsson J, Moksnes PO, Bergström U (2016). Top-down control as important as nutrient enrichment for eutrophication effects in North Atlantic coastal ecosystems. *Journal of Applied Ecology* 53(4): 1138–1147.

VFORSKNINGSINSTITUTTET

stboks 1870 Nordnes

.7 Bergen

55 23 85 00

post: post@hi.no

w.hi.no



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Postboks 1870 Nordnes

5817 Bergen

Tlf: 55 23 85 00

E-post: post@hi.no

www.hi.no