

# Pelagisk trål/Semipelagisk trål – friere redskapsvalg til levendefiske – kunnskap om redskapsbruk i sammenheng med kvalitet og effektivitet

Faglig sluttrapport



Foto: Gustav Martinsen, Nofima

Nofima er et ledende matforskningsinstitutt som driver med forskning og utvikling for akvakulturnæringen, fiskerinæringen og matindustrien. Vi leverer internasjonal anerkjent forskning og løsninger som gir næringslivet konkurransefortrinn langs hele verdikjeden.

«Bærekraftig mat til alle» er vår visjon.

### Kontaktinformasjon

Telefon: 77 62 90 00

post@nofima.no

www.nofima.no

NO 989 278 835 MVA



#### Hovedkontor Tromsø

Muninbakken 9–13

Postboks 6122

NO-9291 Tromsø



#### Stavanger

Måltidets hus

Richard Johnsensgate 4

Postboks 8034

NO-4068 Stavanger



#### Sunnalsøra

Sjølsengvegen 22

NO-6600 Sunndalsøra



#### Ås

Osloveien 1

Postboks 210

NO-1433 ÅS



#### Bergen

Kjerreidviken 16

Postboks 1425 Oasen

NO-5844 Bergen

## Rapport

<i>Rapportnummer:</i> 25/2022	<i>ISBN:</i> 978-82-8296-727-3	<i>ISSN:</i> 1890-579X
<i>Dato:</i> 14. november 2022	<i>Antall sider + sider vedlegg:</i> 30 + 1	<i>Prosjektnummer:</i> 12455
<i>Tittel:</i> <b>Pelagisk trål/Semipelagisk trål – friere redskapsvalg til levendefiske – kunnskap om redskapsbruk i sammenheng med kvalitet og effektivitet</b>		
<i>Title:</i> Pelagic trawling of cod – live fisheries and quality consequences		
<i>Forfatter(e):</i> Gustav Martinsen (prosjektleder) <sup>1</sup> , Olafur A. Ingolfsson <sup>2</sup> , Liz B. K. Kvalvik <sup>2</sup> , Ragnhild Aven Svalheim <sup>1</sup> , Anette Hustad <sup>1</sup> og Heidi Nilsen <sup>1</sup> 1 Nofima, 2 Havforskningsinstituttet		
<i>Avdeling:</i> Sjømatindustri		
<i>Oppdragsgiver:</i> Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering (FHF)		
<i>Eksternt prosjektnummer/Oppdragsgivers ref.:</i> FHF 901351		
<i>Stikkord:</i> Pelagisk-/semipelagisk trål, levendefisk, torsk		
<i>Sammendrag/anbefalinger:</i> Semipelagisk tråling erfares som lite effektivt redskap for å fange torsk. Dette kan skyldes at med dørene og sveipene hevet noe opp fra havbunnen vil en ikke oppnå samme sveipeeffekt for å samle fisk like godt som ved fiske med konvensjonell bunntål. En av grunnene til det redskapsvalget var at trålen hadde skjørt istedenfor rockhoppergear, og kunne derfor tas inn på nettrommelen. Redskapen er dessuten av utforming tilsvarende moderne bunntål som har vært brukt med gode resultater av torsketrålere. Vårt inntrykk er at fangstratene har vært betydelig lavere enn det som tilsvarer forventet 30 % fangsttap. På det siste toktet ble det, ved hjelp av instrumenter og undervannsoptak, bekreftet god bunnkontakt av selve trålen. Vurdert fra resultatene på restitusjon av levende fisk vil det være gunstig med korte hal og begrenset fangstmengde for å gi gode forutsetninger for overlevelse og restitusjon. Ut fra våre undersøkelser tyder det på at dødsårsaker for den leverte torsken er en kombinasjon av skadene som oppstår under fangst, på skinn, finner og indre blødninger som fører til sekundære komplikasjoner når fisken overføres til merd for lagring. Fisken med slike skader vil dø i løpet av de to første ukene etter den er satt i merd.		
<i>English summary/recommendation:</i> Pelagic/semi-pelagic trawl is less efficient than traditional bottom trawls. We got this confirmed in this project when we fished together with traditionally bottom trawlers. But with shorter towing time we got less tired fish, which provides better survival rates for live catches. The fish in the small hauls were in very good condition when they were brought up, while there was a higher mortality with longer towing time and larger catch. Part of the catch was stored alive in cage for 4 weeks after capture, it had some mortality immediately after arrival, but after 2 weeks there was no mortality from the stored catch.		

## Forord

Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering (FHF), har finansiert dette arbeidet med forsøk og uttesting av pelagisk/semipelagisk trål til fangst av levendefisk. Ansvarlig hos FHF har vært Rita Naustvik, fagsjef Fiskeriteknologi. Prosjektet har også hatt finansiering fra Fiskeridirektoratets fiskeriforskningsmidler, og har vært gjennomført i henhold til dispensasjon gitt fra direktoratet. I gjennomføring av fisket har rederiet Asbjørn Selsbane AS, med reder Andreas Hansen bidratt med egeninnsats ved å stille båt, mannskap og utstyr til bruk, samt forpleining av personell fra HI og Nofima på toktene.

## Innhold

<b>1</b>	<b>Sammendrag</b>	<b>1</b>
1.1	English summary	1
<b>2</b>	<b>Innledning</b>	<b>2</b>
2.1	Bakgrunnen for at prosjektet ble igangsatt	2
<b>3</b>	<b>Problemstilling og formål</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Prosjektgjennomføring</b>	<b>5</b>
4.1	Prosjektets innhold og omfang	5
<b>5</b>	<b>Materialer og metoder</b>	<b>6</b>
5.1	Fartøy og redskap	6
5.2	Første tokt, forsøksfiske september-oktober 2018	6
5.3	Andre tokt, forsøksfiske februar 2019	7
5.4	Tredje tokt, forsøksfiske februar 2021	7
5.5	Metoder og analyse av fangst	9
5.6	Levendelagring i merd	9
5.7	Metoder og analyse av fisk gjennom levendelagring	9
<b>6</b>	<b>Resultater og diskusjon</b>	<b>11</b>
6.1	Første tokt, september-oktober 2018	11
6.2	Andre tokt, februar 2019	11
6.3	Tredje tokt, februar 2021	15
6.4	Levendelagring i merd	19
6.4.1	Levendelagring av fisk etter andre tokt	19
6.4.2	Levendelagring av fisk etter tredje tokt	19
<b>7</b>	<b>Hovedfunn</b>	<b>27</b>
<b>8</b>	<b>Referanser</b>	<b>29</b>
<b>9</b>	<b>Leveranser</b>	<b>30</b>
	<b>Vedlegg 1</b>	<b>i</b>

# 1 Sammendrag

Semipelagisk tråling erfares som lite effektivt redskap for å fange torsk. Dette kan skyldes at med dørene og sveipene hevet noe opp fra havbunnen vil en ikke oppnå samme sveipeeffekt for å samle fisk like godt som ved fiske med konvensjonell bunntål. En av grunnene til det redskapsvalget var at trålen hadde skjært istedenfor rockhoppergear, og kunne derfor tas inn på nettrommelen. Redskapen er dessuten av utforming tilsvarende moderne bunntål som har vært brukt med gode resultater av torsketrålere. Vårt inntrykk er at fangstratene har vært betydelig lavere enn det som tilsvarer forventet 30 % fangsttap. På det siste toktet ble det, ved hjelp av instrumenter og undervannsoptak, bekreftet god bunnkontakt av selve trålen.

Vurdert fra resultatene på restitusjon av levende fisk vil det være gunstig med korte hal og begrenset fangstmengde for å gi gode forutsetninger for overlevelse og restitusjon. Ut fra våre undersøkelser tyder det på at dødsårsaker for den leverte torsken er en kombinasjon av skadene som oppstår under fangst, på skinn, finner og indre blødninger som fører til sekundære komplikasjoner når fisken overføres til merd for lagring. Fisken med slike skader vil dø i løpet av de to første ukene etter den er satt i merd.

## 1.1 English summary

Pelagic/semi-pelagic trawl is less efficient than traditional bottom trawls. We got this confirmed in this project when we fished together with traditionally bottom trawlers. But with shorter towing time we got less tired fish, which provides better survival rates for live catches. The fish in the small hauls were in very good condition when they were brought up, while there was a higher mortality with longer towing time and larger catch. Part of the catch was stored alive in cages for 4 weeks after capture, it had some mortality immediately after arrival, but after 2 weeks there was no mortality from the stored catch.

## 2 Innledning

I kommersielt levendefiske er det snurrevad som er det dominerende redskapet, på grunn av effektivitet og betingelser som muliggjør skånsom fangst. Det er per i dag ikke lov å fange torsk til levendelagring med not eller pelagisk trål. Det tas noe levendetorsk med andre redskaper, men dette fiskeriet er minimalt. Levendefangst foregår i dag kystnært, hovedsakelig i perioden mars–mai fordi da er fisken mest tilgjengelig samt at den står samlet slik at det er hensiktsmessig å ta den med snurrevad. Det tas også noe levendetorsk i juni ved Bjørnøya.

Pelagisk/semipelagisk trål er vurdert som et interessant redskapsalternativ til å fange levendetorsk om høsten og inn mot jul. Da står torsken noe mer spredt, og fleksibilitet i forhold til redskapsbruk kan være et fortrinn med hensyn til mulighet for fangst. I denne perioden er det mindre torsk tilgjengelig og det kan også være utfordringer knyttet til loddesprengt torsk. Dersom torsken fangstes i den perioden med lav tilgjengelighet, kan det gi fortrinn i markedet. Redskapsbruk og fangstmønster, samt fysiologi og overlevelse knyttet til sesong er forventet å gi nye utfordringer sammenlignet med erfaring og praksis i forhold til dagens levendefangst (Humborstad et al., 2009).

Korte forsøksperioder og varierende forhold fra år til år har gjort det vanskelig å treffe perioder hvor fisken har stått pelagisk, og så langt har det vært utfordrende å kunne dokumentere fangstrate, overlevelse og kvalitet fra denne type fiske i noe skala. Dersom det skal lykkes å fange torsk og/eller hyse med annen redskap i de korte periodene den opptrer pelagisk, så må fangstfartøy ha tillatelse til fleksibelt redskapsvalg – her er det snakk om snurrevad eller pelagisk trål - i fisket etter disse to artene. Det er snakk om være på rett sted til rett tid, og så må fartøyet kunne legge om fra f.eks. snurrevad til trål på svært kort varsel (maksimum 12 timer).

Valg av fiskeredskap og konsekvens for fangstvolum, kvalitet på fisken, og mulighet for riktig sortering og utnytting av fangsten, er utgangspunkt for at flåte og landindustri i fellesskap engasjerer seg og ønsker forskning og utvikling på dette området. Fiskerikonsernet Nergård i samarbeid med rederiet Asbjørn Selsbane tok initiativ til et treårig prosjekt for kunnskapsbygging og implementering innen levendefiske, overlevelse og kvalitet. Dette kan gi et bidrag til utvidet fangst- og markedssesong i levendefiske, og dermed styrke grunnlaget for denne næringa. Prosjektet søktes finansiert av FHF, og var planlagt med oppstart i 2018. Næringsrelevant forskningsaktivitet og kunnskapsbygging i prosjektet har vært følgende tema: redskapsvalg og bruk av redskap; seleksjon og fangstbegrensning i sammenheng med levendefiske; overlevelse og levendelagring; råstoff og kvalitet. Utførende forskningsinstitutt har vært Havforskningsinstituttet og Nofima.

### 2.1 Bakgrunnen for at prosjektet ble igangsatt

Havforskningsinstituttet har i samarbeid med Nofima gjennomført flere prosjekt med tema innen fiske og redskapsbruk for best mulig kvalitet. Blant annet kan nevnes teknologiutvikling for fangst, håndtering og føring av levende villfisk som er fanget med trål, snurrevad og not. Ilandføring av levende fisk er ett av arbeidsområdene, og det er nylig gjennomført forsøk med levende hyse i snurrevad med svært gode resultater.

Internasjonalt har det vært et økende press for å få stoppet bruk av fiskeredskaper som skader for mye av havbunnen. I motsetning til bunntrawl og snurrevad, er ikke pelagisk trål i kontakt med havbunnen. På 1960- og 70-tallet ble pelagisk trål brukt i Norge. Utfordringene var imidlertid at pelagisk trål/flytetralen da tok store hal, i tillegg til svært mye småfisk, så i 1979 ble det innført forbud mot bruk av flytetral i det norske torskefisket (Jørgensen et al., 2011).

Ny teknologi innen redskap, seleksjon og fangstbegrensning har vært utviklet både for bunntål og snurrevad. I tillegg er det innført fartøykvote som begrenser hvor mye fisk som kan tas opp. Dette har i noe grad bidratt til reduksjon i størrelsen på enkelt-hal, for å kunne ivareta god produktkvalitet og fangstverdi. Med dette som bakgrunn ønsket Nofima i samarbeid med Havforskningsinstituttet å utvikle og teste ut pelagisk-/semipelagisk tråling etter torsk (og hyse); med målsetting for forbedret overlevelse, kvalitet og levendelagring. Dersom det skal opprettholde en jevn leveranse av fisk, fangstet på en miljømessig og bærekraftig måte, må man også kunne ta fisken i de periodene fisken opptrer i de frie vannmassene. Det er snakk om å være på rett sted til rett tid, og fartøyet må kunne legges om fra bunntål eller snurrevad til pelagisk trål på kort varsel (timer).

I innledende diskusjon om prosjektet har vi fått tilbakemelding fra erfarne trålskipperer. Ifølge deres erfaringer er det også vanlig at fisken trekker ned mot bunnen i den aktuelle perioden; oktober til og med januar, hvor det er aktuelt å teste ut pelagisk tråling. For å kunne evaluere redskapsbruk og effekt, var det derfor ønskelig å gjennomføre forsøk hvor tråling utføres pelagisk/semipelagisk, og konsekvens for overlevelse, levendelagring og kvalitet blir parametere som følges i forsøket. Fartøyet Asbjørn Selsbane kan ikke skifte enkelt mellom trål og snurrevad uten å rigge om, derfor ble det kun benyttet pelagisk/semipelagisk trål gjennom forsøkene.

**Referansegruppe:**

Rita Naustvik (FHF), Andreas Hansen (Asbjørn Selsbane), Dagfinn Lilleng (Fiskeridirektoratet), Tormund Grimstad (Nordnesgruppen), Torgeir Mannvik (Nergård Havfiske), Lars Kåre Storås og Pål Roaldsnes (Nordic Whitefish).

**Prosjektgruppe:**

Gustav Martinsen (prosjektleder, Nofima), Olafur A. Ingolfsson (HI), Liz B. K. Kvalvik (HI), Heidi Nilsen (Nofima), Ragnhild Aven Svalheim (Nofima) og Anette Hustad (Nofima)



### 3 Problemstilling og formål

Prosjektet har som målsetting å etablere erfaring og dokumentasjon for bruk av pelagisk/semipelagisk tråling for levendefiske; øke kunnskap om redskapsbruk; fangsteffektivitet, seleksjon, fangstbegrensning, effekt for overlevelse, fangstskader og kvalitet ved levering og levendelagring, samt energiforbruk i fiske.

#### Delmål

- 1) Evaluere pelagisk trål som redskap for levendefiske av torsk; fangsteffektivitet, seleksjon og fangstbegrensning.
- 2) Det skal gjennomføres tilfredsstillende og systematiske seleksjonsforsøk for å sikre optimal seleksjon i trålredskapet. Forsøkene skal gjøres i nært samarbeid med relevante forskningsinstitusjoner og Fiskeridirektoratet.
- 3) Evaluere årstid/sesong og redskapsbruk for levendefiske av torsk
- 4) Dokumentere kvalitetsegenskaper og velferdsparametere i sammenheng med levendefiske av torsk med pelagisk trål; overlevelse; fangstskade; barotrauma; egnethet for lagring, råstoffkvalitet.
- 5) Evaluere effektivitet og energiforbruk i pelagisk/semipelagisk levendefiske.

## 4 Prosjektgjennomføring

Prosjektet ble gjennomført som et samarbeid mellom forskningsinstituttene Nofima og Havforskningsinstituttet, og fiskebåtredereiet Asbjørn Selsbane AS, ved Andreas Hansen. Det ble gjennomført tre tokt i løpet av perioden august 2018 til februar 2021. Første tokt ble gjennomført i august 2018, andre tokt i februar 2019 og siste tokt februar 2021.

Havforskningsinstituttet var hovedansvarlig for fangstbegrensning og valg av seleksjonsinnretninger.

Nofima hadde ansvar for forsøkgjennomføring knyttet til overlevelse og levendelagring, samt vurdering av kvalitet på fisk som råstoff til videreforedling (industri).

Asbjørn Selsbane hadde hovedbidrag i den praktiske gjennomføringen med klargjøring og bruk av redskap, medvirkning til valg av fangstområde, gjennomføring av fiske i forsøksperiodene, samt sortering og handtering av fangst.

Referansegruppen deltok med innspill til redskapsvalg og erfaring om bruk av fiskeredskap.

Resultat og erfaring er formidlet og diskutert med prosjektets referansegruppe; for innspill og erfaringsdeling.

### 4.1 Prosjektets innhold og omfang

Gjennomføring av prosjektet var knyttet til en dispensasjon fra Fiskeridirektoratet som omfatter pelagisk/semipelagisk tråling, som er gitt etter søknad fra Nofima og Havforskningsinstituttet. Fisket ble gjennomført i samarbeid med rederiet Asbjørn Selsbane, og tidsrammen for dispensasjonen gjaldt i perioden 2018 til 2021.

Forsøk med friere redskapsvalg innebærer andre parametere og begrensninger i fiske sammenlignet med kommersielt fiske, og valg, beslutninger og erfaringer vil være en del av kunnskapsgrunnlaget i og fra prosjektet. Med utgangspunkt i tilgjengelig trål og tråldører, utstyr for seleksjon og fangstbegrensning samt redskap for skånsom fangstbehandling, ble det skissert tre tokt i prosjektet for utprøving og evaluering av konsekvens i forbindelse med pelagisk/semipelagisk tråling.

Forsøk vil også omfatte seleksjon, og om mulig seksjon for å regulere fangstmengde. Med hensyn til praksis i levendefiske er det ønskelig å sortere ut små og stor størrelse fisk, henholdsvis under 1,5 kg og over 5–6 kg.

Det er behov for bedre forståelse for hva som påfører fisken skader under fangst og ombordtaking. Spesielt kan det være utfordrende dersom fisken migrerer mye vertikalt i vannsøylen. Det må derfor mer kunnskap inn rundt fysiologien til fisken, for å kunne forbedre fangstoperasjonen med tanke på overlevelse og å unngå fangstskader. Viktige parametere vil være fangstbegrensning, seleksjon, redusere press i codend og kontrollert vertikal oppstigning, sesongvariasjoner (temperatur, kondisjon, åte-sprengt fisk og overleving), skånsom ombordtaking og sortering av fangsten, metode for levendelagring om bord og skånsom lossing til levendelagring.

Levendelagring av fisken ble gjort på Sjøanlegget ved Havbruksstasjonen i Tromsø, som er lokalisert i Skulgambukt på Ringvassøy. Det ble benyttet en flatbunnet merd på 4x4 m, med regulerbar bunn. Fisken ble levert direkte fra Asbjørn Selsbane til merd. Merden ble røktet daglig av ansatte på anlegget og alt av dødfisk ble registrert og levert daglig til Nofima i Tromsø. Her ble dødfisken undersøkt for både ytre og indre skader.

## 5 Materialer og metoder

### 5.1 Fartøy og redskap

MS Asbjørn Selsbane, er et fartøy for kombinert snurpenot - snurrevad og pelagisk tråling. Fartøyet er bygget hos Karsteinsen Skipsveft i Danmark i 2013 og har en utforming som en typisk kombinert pelagisk not og tråler. Båten har lengde på 55 meter og bredde på 12,8 meter. Fartøyet er utstyrt med seks stykk levendefisktanker til oppbevaring av levende torsk. Her har vi mulighet til å tilføre 2000 m<sup>3</sup>/h friskt og oksygenholdig sjøvann til levendefisktankene. Fartøyet har god kapasitet til å fange cirka 20–30 tonn levende torsk og også ta vare på og sikre god kvalitet på utsortert fisk som sløyes og kappes før infrysing. Dette gir mulighet for å kunne drifte noe lengre ut fra kysten og samtidig ivareta kvalitet på både levende og utsortert fisk.

Rederiet har investert i Simrad trålsonar FS70. Dette er en trålsonar som blir festet midt på headlinen og med wire overføring opp til en sondewinsj. Denne gir innholdsrikt og sanntidsskanning av trålen og inngang av fiske. Denne trålsonaren kan også motta og videresende fra alle Simrads sensorer. Fartøyet har også innebygget hydroakustiske mottakere i skroget for å kunne motta signaler direkte. Det er også kjøpt inn to stykk PX-multisensorer med brakett til innfesting i tråldør. Disse sensorene i PX-serien kan programmeres til også å vise flere parametre.

I tillegg til båtens levendefisktanker ble to av Nofimas levendefisktanker (a 0,8 m<sup>3</sup>), montert på dekk. Dette var for å registrere restitusjon av fisken etter fangst. Tankene ble koblet på båtens sjøvannspumpe, som sikrer tilførsel av oksygenrikt sjøvann. Sjøvannet tilføres i bunnen av tanken (dobbel bunn), der bunnen er perforert med små hull som sikrer jevn tilførsel av ferskt sjøvann over hele bunnen.

Fangstene ble sortert over «levendefiskbordet» hvor hver enkelt fisk ble vurdert av fiskerne og fordelt til levende- eller til produksjon (sløying). Fiskerne har god erfaring med dette i forbindelse med levendefiske de har gjort med snurrevad gjennom flere sesonger.

I gjennomføring av prosjektet følges problemstillingen opp gjennom:

- Registrering av fangstfelt, tid på døgnet, vær og vind, fangstdyp og sjøtemperatur
- Videre kunnskap om effekt av fangstreguleringssystemet
- Fangstbegrensning/fiskelås, (skillerist, 4-panels kvadratmasker, utslippsventil ved fangstoppnopning foran rista, etc.)
- Sortering (art), måling (lengde/vekt)
- Et representativt utvalg av fangsten måles
- Prøvetaking av fangst
- Overlevelse, barotrauma, fangstskader, åte-innhold, lever-indeks
- Levendelagring av fangst ved kommersielt anlegg, oppfølging fangstskade og kvalitet

### 5.2 Første tokt, forsøksfiske september–oktober 2018

Det første toktet ble gjennomført 24/8 til 3/9-2018. Forsøksområdet var Bjørnøya og Hopen. Med på toktet var båtens mannskap på 8 stykker, med skipper Charles Henriksen. I tillegg deltok ekstra skipper Webjørn Hansen (flytetral kyndig) fra Nordnes AS, samt Olafur A. Ingolfsson og Liz B. K. Kvalvik fra Havforskningsinstituttet og Gustav Martinsen, fra Nofima.

Trål, sveiper og dører ble rigget ved Vónin Refa AS i Tromsø, før de ble tatt om bord. Flytetralen var en Egersund-trål, 832 m strakt omkrets, med 16 m maskestørrelse i vinger og trållåpning, deretter 8 m masker de første 50 meterne av trålbelen før maskevidde går gradvis ned. Den ble rigget med kjettinger på bunntelner for å kunne gå i bunn.

Dørene var fra Injector, 7 m<sup>2</sup>. Haneføtter fra tråldør var 80 m og deretter 80 m enkle sveiper. Som lodd ble det brukt store kjettingløkker a 700 kg.

Det ble gjort et testhal i Sørøysundet med åpen sekk, for å sjekke trål, vinsjer og sensorer. Ved testing hadde trålen en vertikal åpning på cirka 50 m når vi tauet pelagisk, men om lag 25 m når den hadde bunnkontakt.

### **5.3 Andre tokt, forsøksfiske februar 2019**

Det andre toktet ble gjennomført 12.–21. februar 2019, i området Hjelmsøy- og Nordkappbanken. Med på toktet var båtens mannskap på 8 stykker, med skipper Charles Henriksen. I tillegg deltok ekstra skipper Pål Arne Roaldsnes fra Nordic Wildfish AS, Liz B. K. Kvalvik fra Havforskningsinstituttet og Gustav Martinsen fra Nofima.

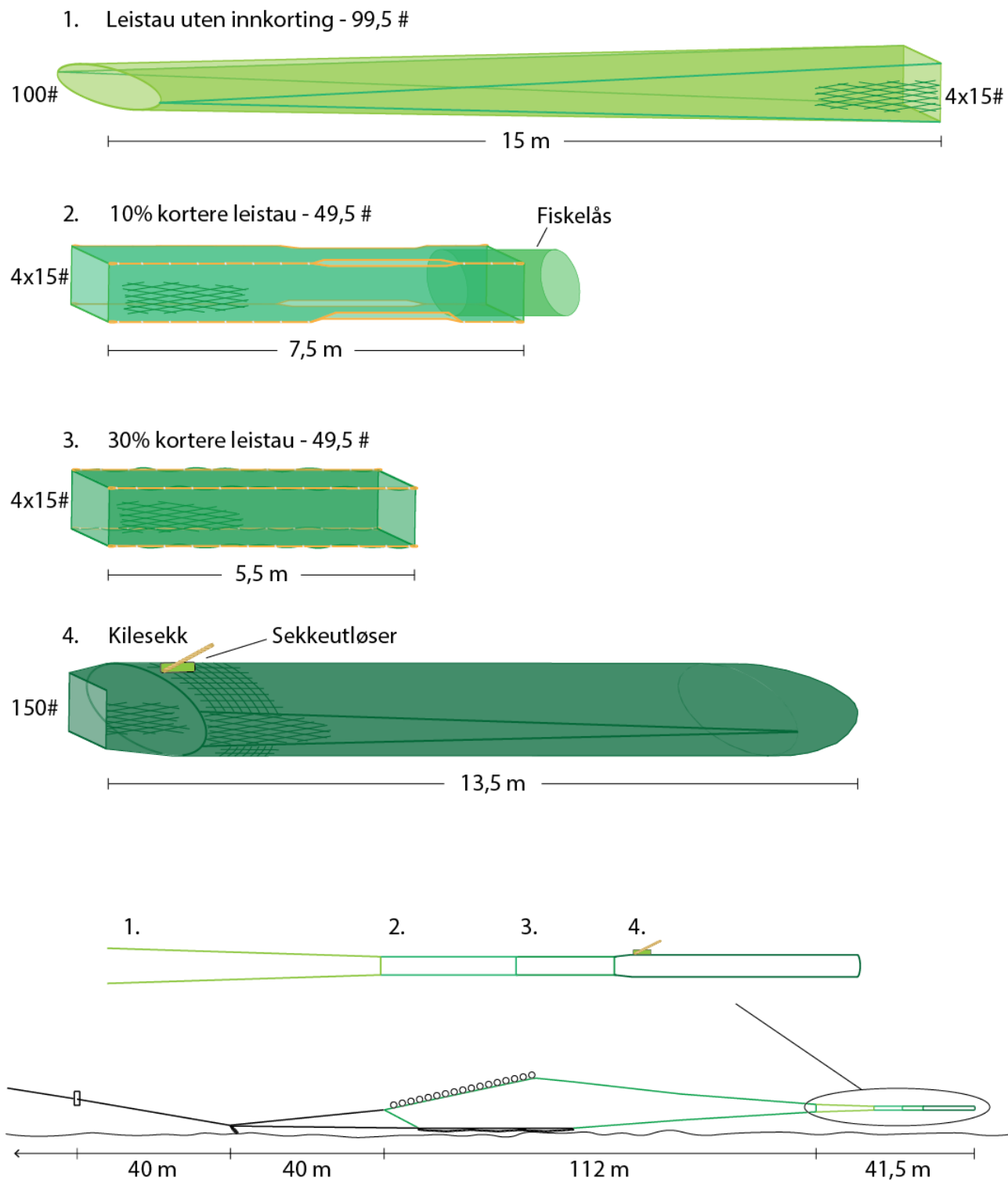
Flytetrålen på dette toktet var en Selstad 540 msk Snurrevad, 108 m omkrets. Den ble rigget med kjettinger på bunntelner for å kunne gå i bunn. Sekken var en 125 mm kvadratmaskesekk med kiler, med både lengde og antatt omkrets på 12 m. Et 10 m fangstbegrensningssystem i forkant med 2 x 2 m spalter ble overhalt og påmontert. Dørene var fra Injector, 7 m<sup>2</sup>. Fra haneføtter på tråldør var det 80 m (2 x 40 m) sveiper. Som lodd ble det brukt store kjettingløkker a 600 kg.

### **5.4 Tredje tokt, forsøksfiske februar 2021**

Det tredje toktet ble gjennomført 15. – 22. februar 2022. Toktet startet på Vest-Finnmark, vest av Sørøya på Liksnaget og avsluttet i Troms på Malangsgrunnen. Med på toktet var båtens mannskap på 8 stykker, med skipper Charles Henriksen. I tillegg deltok Olafur A. Ingolfsson og Liz B. K. Kvalvik fra Havforskningsinstituttet og Gustav Martinsen fra Nofima.

Flytetrålen på dette toktet var en to-panels, 540 m snurrevad fra Selstad, med 1 m høyt skjørt, som ble brukt som en trål. Den skråskårne delen av trålen var 63 m lang fra fiskeline og avsluttes med 112 masker omkrets. Bakom trålen ble det montert en 10 m lang overgangsseksjon fra to til fire paneler, 100 masker foran (2 x 50) og 60 maske bak (4 x 15). Bakom overgangsseksjonen ble det montert en 7,5 m lang fangstbegrensningsseksjon med fire 2,5 m lange utslippshull i leisene. Leisetauene var 10 % kortere enn nettet ved åpningene for å knipe sammen hullene før sekken fylles opp. Bakerst i fangstbegrensningen sitter en fiskelås for å hindre tilbakeslag av fisk fra sekken. Sekken som ble brukt var fire panels med knuteløst 150 mm PE, 4 x 15 masker i omkrets, 49,5 masker lang. Leisetauene var av Dyneema, 30 % kortere enn nettet for å spile opp maskene. Bakerst på sekken ble det montert en sekkeutløser fra Jatronic som åpner sekken på 30 m dyp ved innhiving. Bakom sekken ble det montert en 12,5 m lang 130 mm kvadratmaskesekk med kiler for skånsom ombordtaking av fisk. Trålen ble rigget med 40 m doble sveiper og 40 m enkle sveiper. Mellom sveipene ble det hovedsakelig brukt lodd på 600 kg, samt at det ble testet tyngre lodd.

Dørene på dette toktet var pelagiske dører av typen Thyborøn type VF15, 5 m<sup>2</sup>. De var 2 m<sup>2</sup> mindre enn de som ble brukt på de to første toktene.



L. Kvalvik 27.05.2021  
Havforskningsinstituttet



Figur 1 Rigging av trål med (1) overgangsseksjon fra to til fire panel, (2) Fangstbegrensningsseksjon, (3) sekk med knuteløst lin og 30 % kortere leistau og (4) snurrevadsekk

## 5.5 Metoder og analyse av fangst

Det ble tatt ut fisk til analyser ved flere tidspunkt, først like etter fangst og så uttak fra levendefisktankene med noen timers intervall, samt uttak gjennom hele lagringstiden i merd, 28 dager. Ved uttak av prøver ble fisken avlivet med slag i hodet og blod ble tappet fra arterien i forkant av bulbus med pipette før fisken ble bløgget. Fra blodprøvene ble pH, glukose og laktat målt. Ved målingene av pH i muskel ble det gjort et lite kutt på cirka 2 cm i tykkfisken, cirka 2 cm under ryggfinnen, hvor elektroden ble satt direkte i muskel. Til pH-målingene ble det brukt et WTW 3310 pH-meter. Det ble kalibrert med Beckman-buffere på henholdsvis pH 4,00 og 7,00. Glukosen ble målt med "Accu-Chek Guide" blodsukkerapparat og laktatmålingene med en "Laktate PRO 2"-måler.

Gjennom toktene ble det tatt prøver av fangsten hvor vi så på størrelsen av fisken. Fra enkelte fangster ble et tilfeldig utvalg av fisk målt lengde og vekt av, like etter fangst. Her ble også leverindeks og kondisjonsfaktoren kalkulert basert på veieprøver av lever, mage og gonader.

Fisken fra uttakene ble filetert og merket, før den ble frosset ned på  $\pm 20$  °C. Etter frysing ble prøvene emballert i frysesekker og lagret i fryserommet. Disse prøvene ble tatt med til Nofima i Tromsø for videre analyser. Ved Nofima ble alle prøver tint samtidig for instrumentell måling av mengde blod/hemoglobin (rødfarge) i muskelen. Blodmåling ble utført ved hjelp av diffus reflektansspektroskopi. Dette er en objektiv måte å måle farge/blodinnhold på fiskemuskel. Instrumentet avleser filet med en hastighet på 50 cm per sekund. Instrumentet har kapasitet til å ta bilder over 216 fargekanaler som dekker både synlig og nær- infrarødt lys. Reflektans er et faglig uttrykk for hvor mye lys en flate absorberer og eventuelt kaster tilbake til måleinstrumentet (Heia et al., 2012; Skjelvareid et al., 2017).

## 5.6 Levendelagring i merd

Levendelagring av fisken ble gjort på Sjøanlegget ved Havbruksstasjonen i Tromsø, som er lokalisert i Skulgambukt på Ringvassøy. Fisk ble levert direkte fra tankene på Asbjørn Selsbane til anlegget. Levendelagring i merd ble gjennomført etter tokt 2 og tokt 3. Fisken ble pumpet opp i en vannavskiller og gikk over sorteringsbord/levendefiskbord før den gikk ut i rør med vann til merd. Det ble benyttet en flatbunnet kvadratisk merd på 4 x 4 meter, med regulerbar bunn som var satt til 5 meters dybde.

Eventuelle små hudskader påført under lossing vil ikke være synlige umiddelbart. De skadene som vil være synlige etter lagring i merd har vært påført en tid i forvegen, høyst sannsynlig påført i sammenheng ved fangst og håndteringen. Fisk som har større finnskader kan ikke forventes å leges, da skadde deler av finner, skinn og underliggende vev vil gå i oppløsning. Disse fiskene må plukkes ut og avlives. En del små skader som er lite framtrødende når man betrakter fisken i merda vil trolig kunne leges.

Fisken ble ikke tilbud fôr i perioden den ble lagret. Ved begge lagringsforsøkene ble fisken holdt i 28 dager, som er maksimal tid fisken kan lagres, før den må tilbys fôr. Gjennom lagringsperioden ble fisken sjekket daglig og dødfisk og svimere (fisk som har avvikende svømmeadferd) ble plukket ut. Svimere som ble plukket ut underveis, ble avlivet og registrert som dødfisk.

## 5.7 Metoder og analyse av fisk gjennom levendelagring

For all levende fisk som ble tatt ut til prøve, ble det målt lengde, vekt, levervekt, gonadevekt, sløyd vekt og registrert mageinnhold. I tillegg ble det tatt helblodprøve for laktat (lactatePro2), glukose (Accu-check Guide), pH, hematokrit, og serumprøve for ytterligere analyser av blodparametere. Fisken ble også filetert, og hvor en filet fra hver fisk ble fryst inn for seinere undersøkelser av muskelkvalitet, farge, og blodkonsentrasjon. På et utvalg fisk ved hvert uttakstidspunkt T1-T6, ble hjertet tatt ut og lagt på formalin (Biopsafe 60 ml) for histologisk analyse. All fisk ble også sjekket for ytre og indre fangstskader; redskapsmerker, skjelltap, sår, finneskader, indre blødninger og barotrauma, og det ble også registrert

eventuelt helete skader, se vedlegg 1 for skjema for skader. For fisk som ble tatt ut som svimere eller døde, ble det målt lengde og vekt og registrert kjønn, samt ytre og indre skader. For denne gruppen ble det ikke tatt blodmåling-, hjerte- eller filetprøver.

### **Blodprøver**

**Serumprøver** blod ble tatt med 5 mL vakuteiner med aktive koaguleringsagent (silica) (BD, Diagnostics) og lagret i kjøleskap (4 °C) i 24 timer for å unngå koagulering av plasma, før det ble sentrifugert i kjølesentrifuge (4 °C) på 4000 rpm i 10 minutter. Serum ble dekantert over i 2 mL eppedorfrør og lagret på -80 °C. Blodserumprøvene ble analysert for en rekke parametre i pentra analysemaskin, kortisol (nmol/l, klorid (mmol/l), kalium (mmol/l) kreatinin( $\mu$ mol/l), totalt protein (g/l), ASAT (U/L) og ALAT (U/L).

### **Uttak av hjerter for Histologi**

På utvalgte fisk fra hvert uttak ble hjertet tatt ut, delt i to på langs og fiksert på formalin i 60 ml BiopSaferør. Hjertene ble deretter innstøpt i parafin, preparert og farget med hematoksylin-eosin (HE). Gjennomgang av histologiske snitt ble gjort manuelt for å finne skader og avvik i vev.

### **Skadeskjema**

For systematisk gjennomgang av skader på fisken, både indre og ytre skader, brukte vi skadeskjema som vist i Vedlegg 1. Dette er registrering av blant annet redskapsmerker, sår på skinn, skader på øyne og indre organer.

## 6 Resultater og diskusjon

### 6.1 Første tokt, september–oktober 2018

Første trålforsøk ble gjort øst av Hopen. Det ble ikke funnet noen pelagiske forekomster av torsk, og registreringene ved bunnen var også begrenset. Etter en del leting ble det bestemt å tråle med bunnkontakt. Første hal var på cirka 3 timers tauing og ga cirka 500 kg torsk. I andre hal ble det tauet cirka 1 time før trålen kjørte seg fast, før den ble halt inn. Det var cirka 30 kg torsk i dette halet. Etter dette ble det søkt (loddet) i område rundt Hopen, men det var kun små registreringer av fisk og dermed lite hensiktsmessig å kjøre fiskeforsøk. Det var liten fiskeriaktivitet i området, da vi var der. Det ble bestemt å prøve i Sørbakken, sørøst av Bjørnøya. Her var det heller ingen pelagiske forekomster av torsk, derfor ble trålen satt på bunnen også med disse forsøkene. Det ble gjort to hal. Første hal var på 4 timer, med fangst på cirka 550 kg torsk, det andre halet var på cirka 2,5 timer og ga cirka 1100 kg.

Ifølge skipperne fungerte den pelagiske trålen akseptabelt i sjøen med hensyn til geometri. I disse fire halene var trålfangstene lavere enn forventet av ekkoloddregistreringer. En subjektiv evaluering er at fangsteffektiviteten ved slikt fiske er lav, bruk av maskestørrelser på 4–8 m i trål for å fiske 60–100 cm bunnfisk, er sannsynligvis ikke optimalt.

Kontrollmålingene av størrelsen på fisken, tatt ved både Hopen og Bjørnøya viste ingen undermålsstørrelse av torsk. Størrelsen ved Hopen, snitt 68,3 cm og ved Bjørnøya 70,2 cm. De fleste av torskene hadde livstegn etter to–tre timers tauing med hastighet på 3–3,3 knop, men var forholdsvis slappe sammenlignet med erfaring fra snurrevadfanger fisk. Fiskerne kommenterte at fisken var slapp og i tillegg grå i skinnet, sammenlignet med tradisjonell snurrevadfisk. Noe resultatene fra blodmålingene bekrefter, med lavere pH og høyere laktatnivå, enn ved tradisjonelt snurrevadfiske.

### 6.2 Andre tokt, februar 2019

Det ble gjennomført totalt 18 hal i løpet av toktet. Fangstene varierte fra 50 kg i ett hal, de fleste omkring cirka 2000 kg per hal, og til ett veldig stort hal på cirka 28 000 kg. Toktet startet på Hjelmsøybanken nordvest av Sørøya, utenfor 12-milssonen. Vi fortsatte videre nordover og gjorde en del hal på Nordkappbanken utenfor 12 mila. Siste del av toktet var vi tilbake på Hjelmsøybanken og fikk avsluttet med 5 hal innenfor 12 mila, på Flaskehalsen inn mot 6 mila. Tillatelse til å fiske innenfor 6 mila ble avklart med Fiskeridirektoratet under toktet.

Det var til dels gode loddeforekomster i hele fangstområdet gjennom hele toktet. Sjøtemperaturen i havoverflata var mellom 4,4–5,2 °C og over bunnen 5,6–6,6 °C.

På fiskefeltet utenfor 12-milssonen fisket vi sammen med flere torsketralere. En vurdering av muligheten for pelagisk fiske var at pelagisk forekomst kan oppstå når flere trålere fisker i et konsentrert område på feltet. Da kan det oppstå «støvskyer» over bunnen, som gjør at torskene løfter seg fra bunnen. På dette toktet opererte trålerne forholdsvis spredt så vi fikk ingen «støvsky» å fiske på. Fisken sto trykket helt i bunnen så det ble tidlig klart at vi måtte sette trålen på bunnen. Det viste seg imidlertid å være en utfordring å få akseptable fangstmengder. De første halene gikk med til å prøve å få trålen til å fungere tilfredsstillende. Det ble en del endringer på oppsettet med blant annet å sette mer tyngde på skjørtet for å få bedre bunnkontakt.

Vi gjorde flere hal sammen med andre torsketralere hvor våre fangster etter 4–6 timers tauinger var 1–2 tonn, mens trålerne i samme område fikk rundt 10–12 tonn på 5–6 timers tauinger. Slike tauetider er lite hensiktsmessig for fisk som skal levendelagres. Lang tauetid gjør at fisken får en del slitasje på skinn og finner samt betydelig økt dødelighet. Innledningsvis fungerte ikke dørsensorene, så det var vanskelig



å vurdere dørspredningen. Skipperne vurderte at det var for stor dørspredning, og det ble satt på et 13 meter strappetau mellom slepevaierne for å få ned dørspredningen. Det ble gjort flere tester med varierende plassering av strappetauet, fra 100 til 200 meter foran dørene. Etter at vi fikk reparert dørsensoren fikk vi sporadisk avlesninger av døravstanden. Da ble strappetauet satt på 200 meter og vi fikk da 100–105 meter dørspredning.

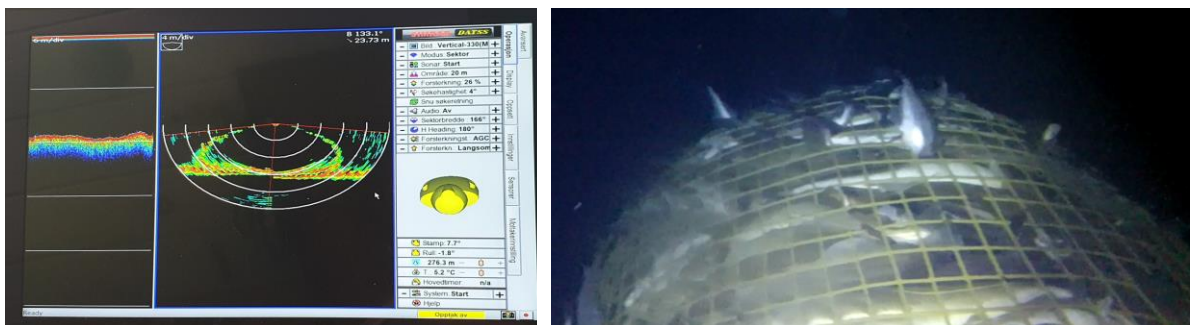
Det ble også satt på en del tyngde på skjørtet, samt justeringer av sviper for å få bedre bunnkontakt, ettersom trålen ble vurdert etter hvert hal. Det ble foretatt flere hal hvor vi brukte Gopro-kameraer for å bekrefte at trålen gikk i bunn, samt å få filmopptak av trålekk og fangstbegrensning. På grunn av utfordringer med å justere trål og dører ble det ikke mulig å foreta sammenligninger med sekker og fangstbegrensningssystemer ved dette toktet.

I løpet av de første 13 halene var fangstene relativt beskjedne, med fangster opp mot 2000 kg på relativt lange tauinger. Ettersom Gopro-filmene bekreftet at trålen hadde god bunnkontakt ble det diskutert om trålen ikke ble «strukket» nok ut. Gjennom tauing ble det også kledd en del lodde i forlengelsene. For å prøve å endre på dette ble en forlengelse og fangstbegrensningen fjernet.

Vi fikk etter hvert tillatelse fra Fiskeridirektoratet til å gå inn til grensa på 6 nautiske mil, fra og med hal 14. Her var det betydelig bedre registreringer av fisk på ekkoloddet, men værforholdene ble en del vanskeligere. Det ble bestemt å gjennomføre korte hal på 1–2 timer. For de to første halene ved 6 nautiske mil var det mye stamping, som førte til at høyden på nota varierte fra 3 til 12 meter over bunnen. For å prøve å stabilisere trålen blir det satt på en 11 tomers kule på hver vingspiss, på hal 16. Dette fungerte meget bra og trålen ble betydeligere mer stabil selv om det fortsatt var en del stamping. Det var god inngang av fisk, og hiving etter 1 time og 50 minutters tauing, fikk vi cirka 28 tonn fisk. Det var så mye fisk at skipperen bestemte at fisken skulle bløgges direkte til RSW-tankene, for så å gå inn til Breivikbotn for å levere fangsten.

Etter dette gikk vi ut igjen og gjorde to nye hal med samme oppsett, men nå med fangstbegrensning på. Første hal var på 1 time og 20 minutters tauetid og ga cirka 12 000 kg. Det siste halet var på 25 minutters tauetid som ga cirka 2200 kg. Fra dette halet ble det tatt med levende torsk til Havbruksstasjonens Sjøanlegg i Tromsø.

En dybdesensor som var montert på sekken og registrerte dyp hvert sekund (Figurene 2–3 viser hal 9, 15, 16 og 17). Fangstmengde i de fire halene varierte fra 1,2 til 28 tonn. Maks oppstigningshastighet ved innhiving var 0,4–0,5 m/sekund for alle halene. Tiden det tok sekkene å stige fra 50 til 25 m ble registrert som en indikator på oppstigning gjennom siste fasen i innhiving, og denne antas å være kritisk for overlevelse ved levendelagring av torsk. For de største halene fikk sekkene maksimal hastighet tidligere i oppstigning, og de brukte kortere tid på oppstigning fra 50 til 25 m (< 100 sek) enn hal på 1–2 tonn (> 220 sek).



Bilde 1 Venstre: Skjerm bilde fra trålsonar som viser trålens geometri. Trålen er på bunn. Høyre: undervannsoptak fra hal med 28 tonn fisk.

Tabell 1 Viser fangstfelt, dybde, tauetid, fangst og gjennomsnittslengde av hel torsk

Dato	Område	Dybde m	KI	Tauetid	Fangst (kg)	Levende (Stk)	Døende (Stk)	Lengde torsk (cm)
12.feb	Hjelmsøybank. (12nm)	230–285	11:05	01:55	50			
12.feb	Hjelmsøybank. (12nm)	365	14:20	01:30	920			
12.feb	Hjelmsøybank. (12nm)	310–385	18:00	01:50	580			
13.feb	Nordkappbank. (12nm)	290	07:20	03:50	1 040	250	60	74,5
13.feb	Nordkappbank. (12nm)	290	14:10	04:25	920			
13.feb	Nordkappbank. (12nm)	290	20:35	01:15	0			
14.feb	Nordkappbank. (12nm)	290–300	07:30	02:20	1 610	254	50	
14.feb	Nordkappbank. (12nm)	290	12:10	02:20	225			
14.feb	Nordkappbank. (12nm)	280	19:30	04:45	2 000			
15.feb	Nordkappbank. (12nm)	280–290	02:05	06:00	2 100			68,8
15.feb	Nordkappbank. (12nm)	290–300	10:35	03:20	570			
15.feb	Nordkappbank. (12nm)	290	15:35	05:30	1 800			
18.feb	Hjelmsøybank. (12nm)	375–400	12:50	02:10	530			77,2
18.feb	Flaskehalsen (6nm)	150–205	20:35	01:00	2 130			
19.feb	Flaskehalsen (6nm)	250	07:15	02:20	1 200			86,5
19.feb	Flaskehalsen (6nm)	185–200	11:50	01:50	27 880			
20.feb	Flaskehalsen (6nm)	150–170	08:30	01:20	11 900			
20.feb	Flaskehalsen (6nm)	175–186	12:30	00:25	2 230			88,4

### Fangst av levende torsk

For de første 12 halene ble den levende fisken samlet i tankene på båten. Totalt ble det samlet cirka 8 250 kg levende torsk. Det utgjorde omkring 75 % av den totale fangsten, som vi samlet til levendefisktankene. Det vil si at cirka 25 % fisk ble ansett som død/døende ved ombordtaking. Vi registrerte overlevelse på noen av fangstene og fikk mellom 81 og 84 % overlevelse, men dette var på relativt små hal.

Den levende fisken ble prosessert den 15. februar på tur inn til Hammerfest. Fisken ble pumpet fra tankene og inn i produksjonen. Her ble det estimert at cirka 25 % av fisken var død/døende. Det ble registrert en del fiske med røde merker, spesielt på hode og litt på skinnet. Dette kan skyldes lange tauinger som gir mer slitasje på skinnet.

## Lengdemålinger av fangst

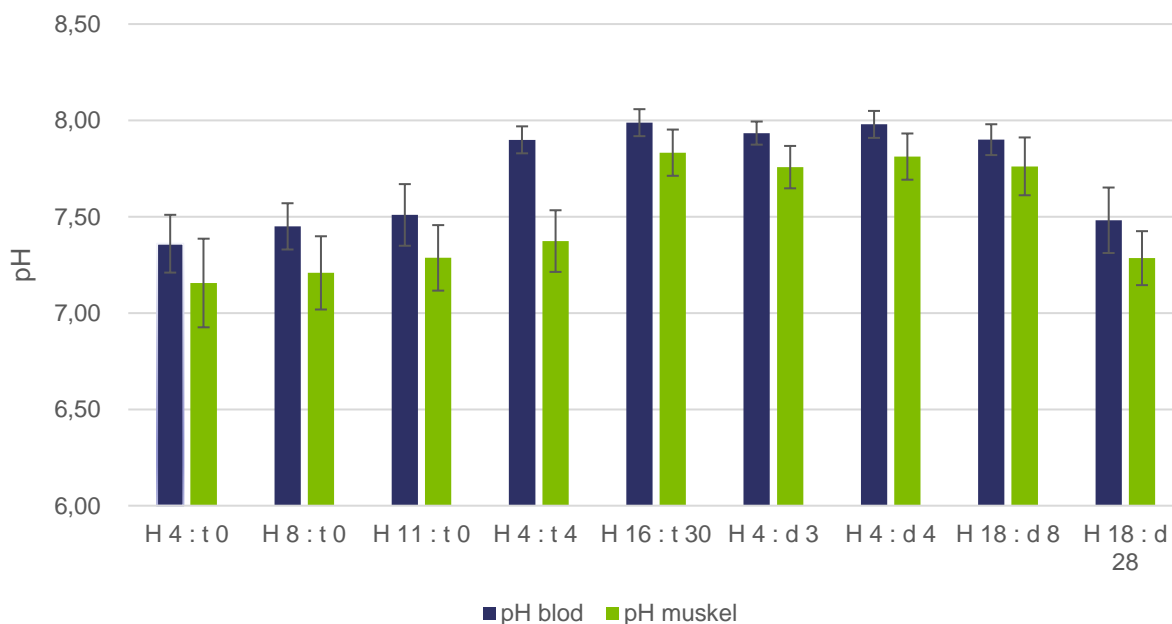
Det ble gjort lengdemålinger på fem hal på dette toktet, og registrering av rundvekt og leverindeks ble gjort for ett hal.

Tabell 2 Viser kontrollmålinger av tilfeldig utvalg fisk, fangstfelt, størrelse og leverindeks

	Hal 4 Nordkapp- banken	Hal 10 Nordkapp- banken	Hal 13 Hjelmsøy- banken	Hal 15 Hjelmsøy- banken	Hal 18 Hjelmsøy- banken
	12nm	12nm	12 nm	Flaskehalsen 6nm.	Flaskehalsen 6nm.
Lengde cm	74,5 ± 13,5	68,8 ± 12,2	77,2 ± 11,5	86,5 ± 9,4	88,4 ± 13,1
Rundvekt kg				6,31 ± 3,04	7,53 ± 3,31
Antall	58	120	64	20	80
Leverindeks				6,4 ± 2,0	

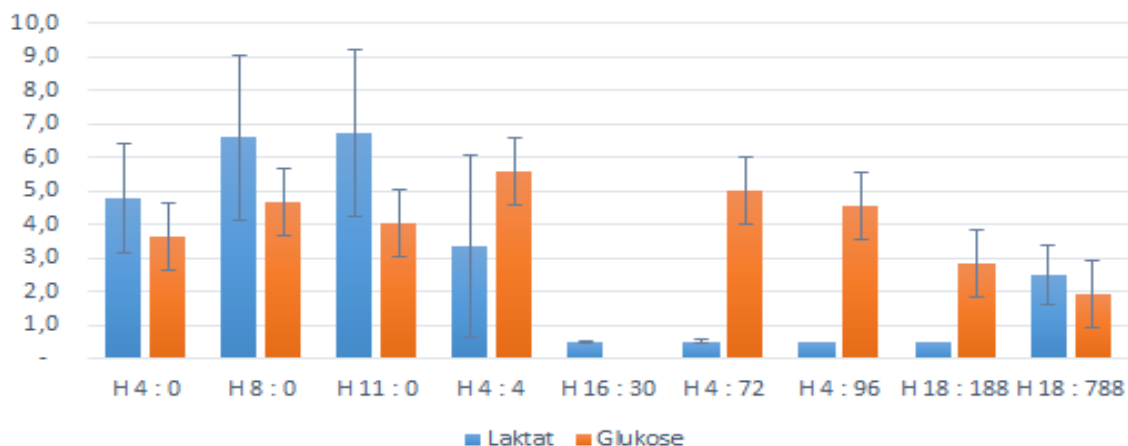
## Blodmålinger

Resultat fra måling av pH etter fangst, viser at fisken som forventet har lavest pH ved fangst. Målingene er litt høyere enn hva som tidligere har vært registrert på trålfanget fisk, det har nok en sammenheng med antall timer i haling, hvor en på lange trålhal (5–6 timer) kan måle ned mot pH 7,0. Disse resultatene ligger i samme område som vi tidligere har målt på snurrevadfangster rundt pH 7,25–7,50.



Figur 2 pH-målinger av blod og muskel etter ulike hal, og deretter timer t og dager d etter fangst, t0 angir starttid like etter ombordtaking

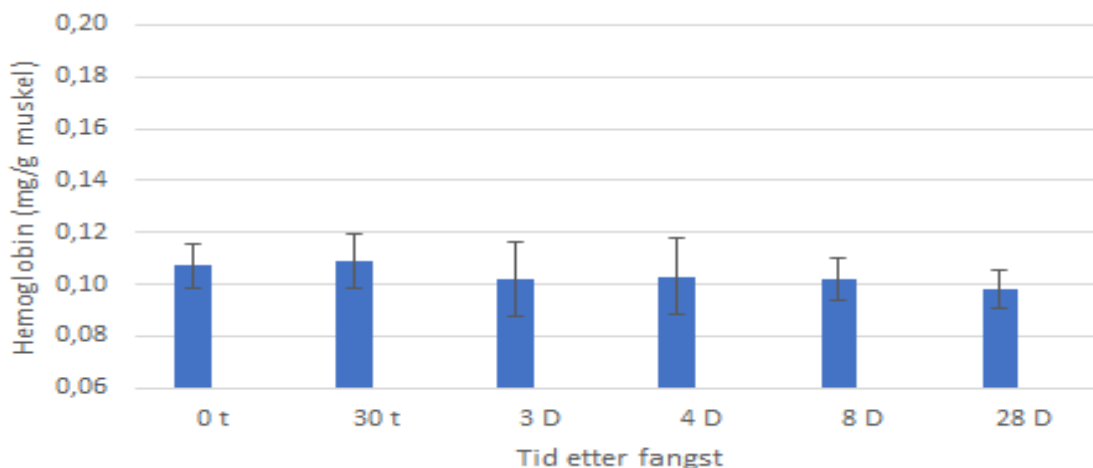
Laktat og glukoseverdiene er relativt jevne mellom de ulike halene rett etter fangst. Laktatverdiene gir en relativ god indikasjon på tilstanden på fisken. Fra målinger på både trål- og garnfangster ser vi ofte at fisk som er døende har laktatverdier på 11–14. Vi ser av tabellen at laktatverdien er lav på fisk som har vært levendelagret over 1 døgn, mange lavere enn 0,5. Det som er interessant er siste uttak hvor vi plutselig har laktatverdier på 2,5. Dette skyldes sannsynligvis at det var dårlig vær da vi tok ut de siste fiskene. Det var vindstyrke kuling og med en del sjø, så fisken var mer stresset enn normalt.



Figur 3 Laktat- og glukosemålinger like etter fangst (0) og etter forskjellige restitusjonstider i timer

### Instrumentell måling av hemoglobin nivå i torskfilet

Fisken som hadde det ble tatt prøver av etter fangst, ble individ-merket og emballert i plastsekker, og så fryst ned like etter prøvetaking. For analyse ble prøvene tint på Nofima i Tromsø over natt på kjølerom med +2 °C. Resultat fra blodmåling på filet, målt med avbildende spektroskopi, er vist i Figur 4.



Figur 4 Instrumentelt målt blodmengde for enkelte grupper av fisk, a 12 fileter per gruppe. På x-aksen angis t (timer) og D (dager) etter fangst. 0 er ved fangst. De to siste registreringene er gjort på fisk som har vært levendelagret over tid ved Sjøanlegget til Havbruksstasjonen i Tromsø, på Skulgambukt. Målingene er gjennomført ved hjelp av avbildende spektroskopi på filetene etter fryselagring og tining.

Målingene av rødfarge viser at fisken er godt utblødd, det er lite blod i muskelen. Hemoglobinnivåer under 0,14 mg/g i muskel er ansett som godt utblødd og hvit filet.

### 6.3 Tredje tokt, februar 2021

Det ble gjennomført totalt ni hal på dette toktet. Fangstene variert fra 0 - til cirka 2 tonn. Fisket startet vest av Sørøya på Liksnaget 16. februar. Fangstene var små og mindre enn forventet ut ifra registreringer på ekkolodd. Den 18. februar ble brukt for å filme skjørtet på trålen for å evaluere bunnkontakt og hvordan den endres med avstand fra bunn til dør, hastighet og strekk på sondekabel. På grunn av vær måtte vi bytte felt og fisket 19. og 20. februar på Malangsgrunnen.

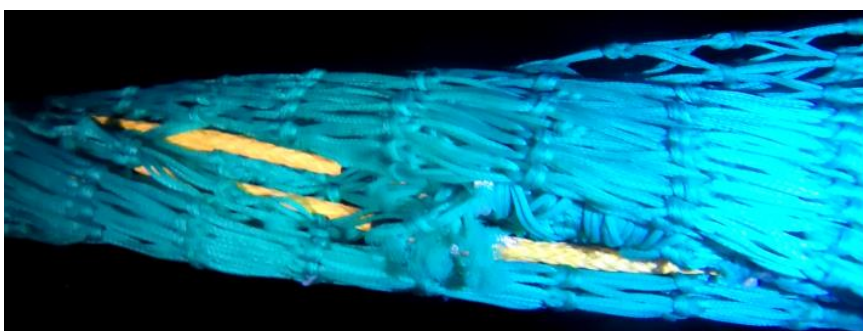
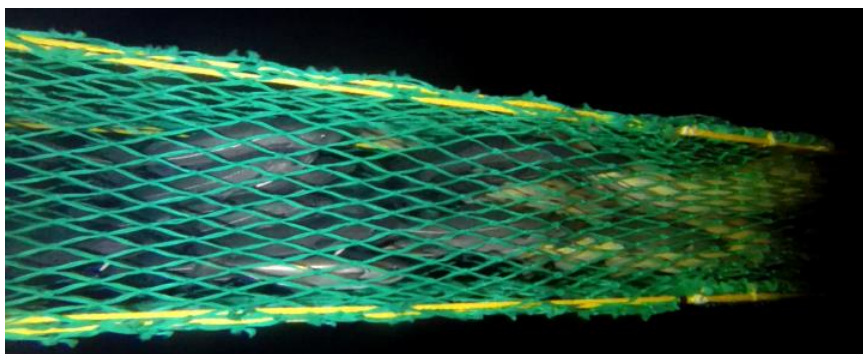
### **Tråling, metode og geometri**

Ved de første halene oppnådde vi headlinehøyde på 17–18 m ved hastighet på 3,5 knop og døravstand 70–80 m. Bunnkontakt var antatt å være mindre enn ønskelig, og 35–40 kg ekstra kjetting ble festet nederst på skjørtet (6 x 1 m 20 mm kjetting). Vekt mellom sveipene var sjaklet på og prøvd med både 2 x 600 og 1200 kg. Etter undervannsobservasjoner av bunnkontakt ble det konstatert at avstand fra bunn til dør bør holdes på cirka 10 m. Ved 20 m løftes vingespissene og framparten på trålen, samtidig som midten begynner å grave i bunnen. Ved hastighet på 3,5–3,7 knop satt trålen dårlig, men ved redusert hastighet til 3,2–3,3 knop ble det oppnådd jevn bunnkontakt. Strekk på sondekabel ble variert fra 45–60 %. Forskjell med å endre strekk var ikke åpenbar. Ved videre fiske ble derfor hastighet på trålen holdt jevnt over 3,2–3,3 knop (varierende med strømforhold). Døravstand fra bunn 5–10 m og 600 kg lodd mellom sveipene. Vertikal åpning ble da som regel 10–12 m og horisontal døravstand på 85–90 m.

### **Fangstbegrensning og sekk**

Sekken som ble brukt hadde korte leis med 10 fløytkuler, med oppdrift på 2,7 kg hver. Disse ble på trålen det første halet, men det var tørrn på sekken som ikke gikk av, antakelig på grunn av fløytkulene. Disse ble derfor fjernet etter første halet. Undervannsobservasjoner fra hal 2 og 3 viste at spaltene på utslippshullet var tett, men nettet i seksjonen var veldig slakt. Før hal 6 ble derfor leistauene på fangstbegrensningsseksjonen forlenget, slik at kun spaltene og 50 cm foran disse hadde 10 % kortere leistau, ellers var leistauene like lange som selve nettet i seksjonen. Første observasjon viste at kvadratmaskepanelet hadde en kasseform og at spaltene var tette og ikke slapp ut fisk. På hal 7 og 8 var det snurr på fangstbegrensningen. I hal 8 ser vi at overgangsseksjonen foran fangstbegrensningen har en åpen kanal, men maskene er ikke utspilt. Snurr på fangstbegrensning løses opp etter hvert, men det var tydelig at bak fangstutslipp kom det en «propp», som ikke forsvant lett og resulterte i tap av fisk gjennom spaltene. Dette kan ha oppstått på grunn av snurr, men det er også en mulighet at fiskelåsen har skapt problemer. Før hal 9 ble derfor stropp i fiskelås fjernet. På hal 9 var nettet sammenklemt og ingen fisk observert. Fangsten i det halet var bare 200 kg.

Fire-panels sekken var slakk og ikke utspilt, videoopptakene fra dette viser en haug med lin.



*Bilde 2 Øverst: Fangstbegrensning ser normalt ut, spaltene (gule tau) er lukket, men fisken står der veldig lenge, svømmer rolig og går sent bak i sekk. Midt: Fangstbegrensning. Blokkering ved overgang sekk/fangstbegrensning, sannsynligvis på grunn av snurr mellom sekk og fangstbegrensning. Nederst: Snurr på sekk/fangstbegrensning.*

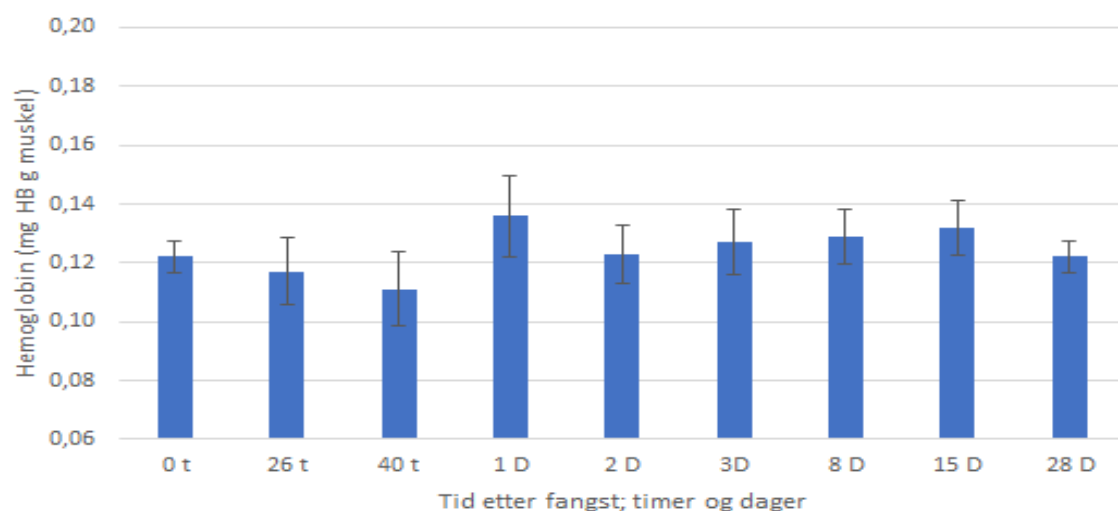
## Fangstene

Tabell 3 Registreringer fangstfelt, dybde, tauetid, og fangstmengder torsk.

Hal nr	Dato	Område	Dybde			Fangst total kg	Torsk kg	Levende antall
			meter	KI	Tauetid			
1	16.feb	Liksnaget	236	13:22	01:55	-		
2	17.feb	Liksnaget	222	06:38	01:30	60	50	
3	17.feb	Mulegga, Malangsgrunnen	213	10:17	01:50	1 060	950	
4	18.feb	Mulegga, Malangsgrunnen	212	06:27	03:50	1 000	900	
5	18.feb	Mulegga, Malangsgrunnen	210	10:40	04:25	1 010	1 000	106
6	19.feb	Mulegga, Malangsgrunnen	228	10:55	01:15	910	900	120
7	19.feb	Mulegga, Malangsgrunnen	155	15:27	02:20	1 950	1 800	99
8	20.feb	Mulegga, Malangsgrunnen	200	06:04	04:50	230	200	
9	20.feb	Mulegga, Malangsgrunnen	204	13:59	04:45	100	100	13
						<b>6 320</b>	<b>5 900</b>	<b>338</b>

Prøver tatt over levendefiskbordet viste at andel fisk som ble vurdert som levedyktig varierte fra 48 til 73 % fisk i enkeltfangster. Fangstene var relativt små, fra 200–1800 kg rund torsk og tauetiden varierte fra 80 til 189 minutter. På grunn av at gjennomsnittsstørrelsen på fisken var stor, så måtte vi ta en del større fisk til levendelagring, enn opprinnelig planlagt. Helst vil en ikke levere fisk over 5 kg til levendelagring. For å få fisk til videre levendelagring i prosjektet måtte vi ta en del større fisk (6 kg +) enn det som vanligvis er hensiktsmessig for levendelagring.

Fisken som ble benyttet til videre levendelagringsforsøk, ble tatt fra hal 5 til 8. Her samlet vi totalt 335 levende torsk. Ved levering til Sjøanlegget ble 37 stykk (11 %) sortert ut som død/døende, slik at 298 stykk ble levert som levende til Sjøanlegget ved Havbruksstasjonen i Tromsø. Figur 5 viser blodmåling i filet fra fisk som ble fanget og levendelagret fra tokt nummer 3.



Figur 5 Instrumentelt målt blodmengde for enkelte grupper av fisk, a 12 fileter per gruppe. angis t (timer) og D (dager) etter fangst. 0 er ved fangst. De siste seks registreringene er gjort på fisk som har vært levendelagret over tid ved Sjøanlegget til Havbruksstasjonen i Tromsø, på Skulgambukt. Målingene er gjennomført ved hjelp av avbildende spektroskopi på filetene etter frysing og tining.

## 6.4 Levendelagring i merd

### 6.4.1 Levendelagring av fisk etter andre tokt

Det ble levert 120 levende torsk fra Asbjørn Selsbane, direkte til restitusjonsmerd på Sjøanlegget ved Skulgambukt. Vekt og lengde ble registrert og Råfisklagsseddelen ble skrevet like etter levering.

Mye av fisken la seg på nettingbunnen i flatbunn merd rett etter lossing, mens anslagsvis så mye som 1/3 var mer aktive og svømte litt rundt i merden.

Status fra levendelagringen av fisk fra dette toktet var 10 % dødelighet (12 av 120 fisk) gjennom hele perioden på fire uker (28 dager) etter at fisken ble levert til merd. Dødeligheten var størst de første dagene, men det var ingen dødelighet de to siste ukene av perioden. Dette tyder på at dødeligheten er knyttet direkte til skader og påkjenninger som oppstår under fangst og ved levering. Det var generelt få merker etter fangstredskap på fisk, men av de individene som døde like etter utsett i merd hadde flere alvorlige finneskader, sår og andre hudskader. Vi kan ikke utelukke at slike ytre skader kan etterfølges av sekundære følger som infeksjoner som kan gi økt dødelighet på et senere tidspunkt, men dette var ikke observert i dette tilfellet. For dødfisk sammenlignet med fisk som ble avlivet kontrollert, ble det observert større forekomster av indre blødninger, hudskader og finneskader på død-fisken.

Fisken som ble avlivet og undersøkt ved utsett i merd hadde høyere forekomst av ytre og indre skader enn fisk som ble tatt ut etter to uker. Etter fire uker i merd så de fleste fiskene veldig fine ut. Dette kan tyde på at fisken som hadde de verste skadene døde i løpet av de første to ukene, noe som stemmer overens med den høyere dødeligheten observert i det tidsrommet. Det kan også være et tegn på at fisken som overlevde er i stand til å reparere eventuelt lettere skader som oppsto under fangst, eller at de pådro seg mindre skader under fangst.

Det var lik forekomst av barotrauma vurdert med eksoftalmus (utstående øyne), bobler i øyne og svømmeblæreruptur. Samtlige fisk som ble tatt ut ved tidspunkt for overføring fra båt til merd hadde sprukket svømmeblære, men 2 døgn etter utsett var hullet reparert nok til at svømmeblæren kunne fylles opp og fisken kunne ha nøytral oppdrift i vannet. Observasjoner under påfølgende uttak og sjekk av fisken viser at svømmeblærerupturen var tydelig i ferd med å lege seg etter to uker og nesten lukket etter fire uker (se bildene 4 til 6 for eksempel på observasjonene).

Vi konkluderer med at sannsynlige dødsårsaker for den leverte torsken er en kombinasjon av skadene som oppstår under fangst, særlig indre blødninger etterfulgt av senere dødelighet i løpet av de første 14 dager etter levering i merd forårsaket av sekundære følger som konsekvens av skadene som oppsto under fangst.

### 6.4.2 Levendelagring av fisk etter tredje tokt

Det ble levert 282 levende torsk fra Asbjørn Selsbane, direkte til Sjøanlegget ved Skulgambukt. Vekt ble registrert for et utvalg av fisk, som dannet grunnlag for Råfisklagsseddelen som ble skrevet like etter levering. Det var lav sjøvannstemperatur, under 3 °C, gjennom hele perioden fisken ble holdt i merd.

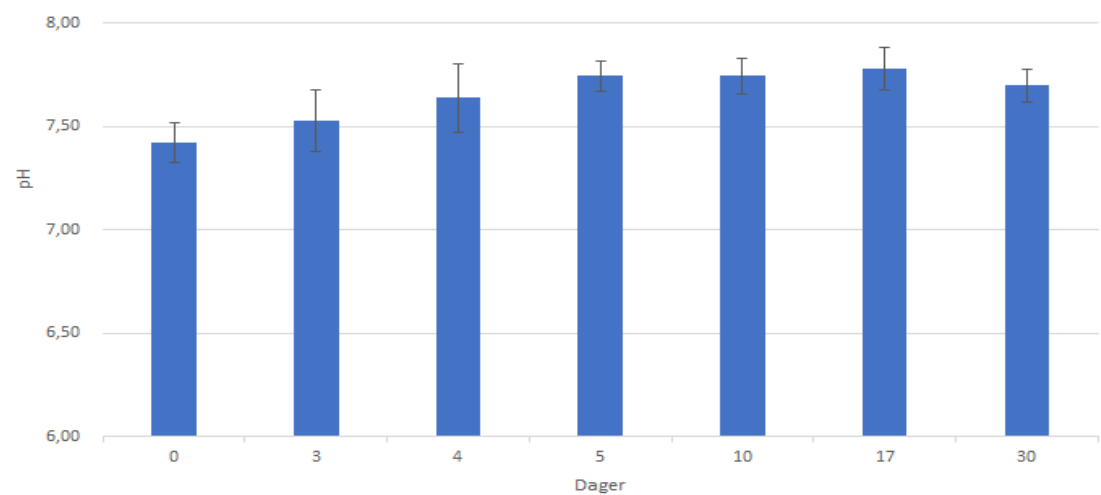




Bilde 3 Viser bunn av merd 24 timer etter levering. Nå har en stor andel av fisken løftet seg fra bunnen og svømmer rolig omkring.

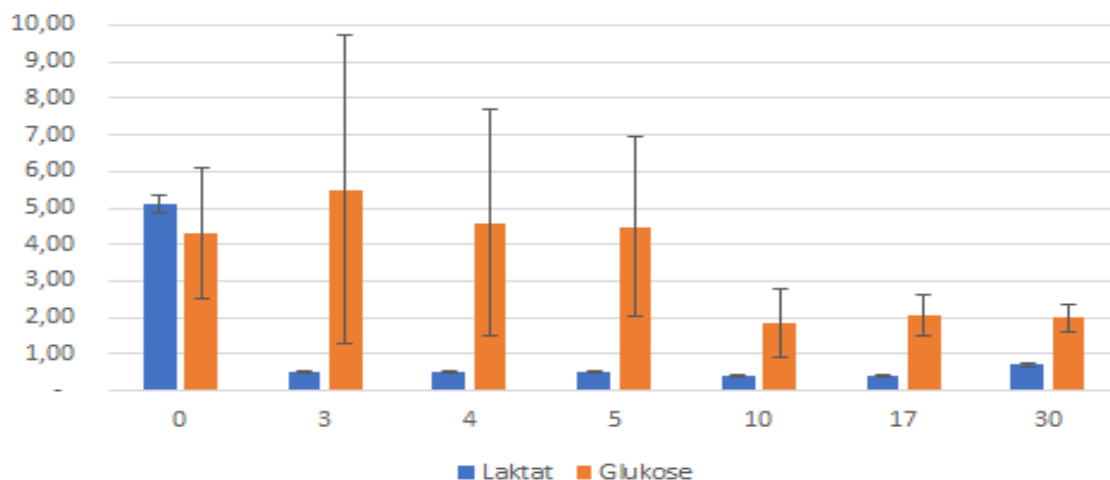
For all fisk som ble tatt ut, både svimere og levendefisk, ble det gjort registrering av ytre og indre skader.

Resultatene fra pH-målinger i blodet viser en noe lavere pH ved fangst dag 0, som er forventet etter store fysiske påkjenninger.



Figur 6 pH-målinger i blod fra torsk, fra fangst dag 0, dag 3 er ett døgn etter overføring til merd, og så videre registrert gjennom levendelagring til 30 dager.

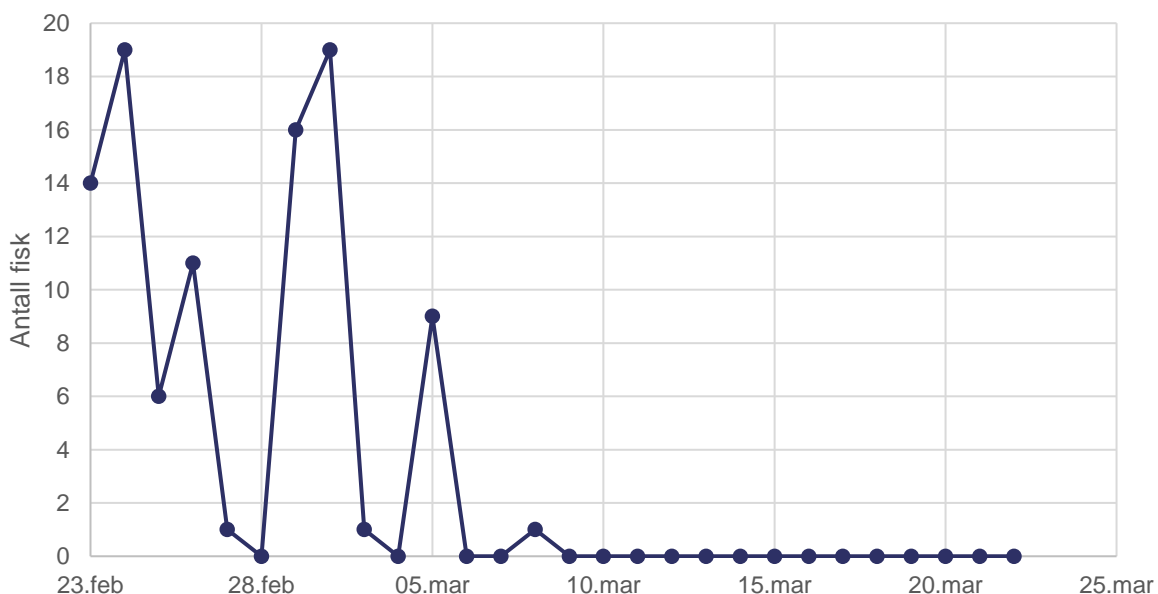
Glukoseverdiene går ned som forventet da fisken ikke får tilgang på fôr i perioden etter de settes inn i merd, mens laktatverdiene holder seg stabilt lave hele levendelagringsperioden.



Figur 7 Laktat- og glukosemålinger målt i blod fra torsk, registrert gjennom levendelagring fra fangst (0), dag 3 er ett døgn etter overføring til merd, og så videre registrert gjennom levendelagring til 30 dager

### Gjennomgang av dødfisk/svimere

Det ble totalt tatt ut 97 stykk dødfisk/svimere (32,5 %) under lagringsperioden på 4 uker. I løpet av de første åtte dagene ble det tatt ut 86 stykk (28 %), som død/døende etter levering. Det ble ikke tatt ut dødfisk etter dag 15 i lagringsperioden på 28 dager.

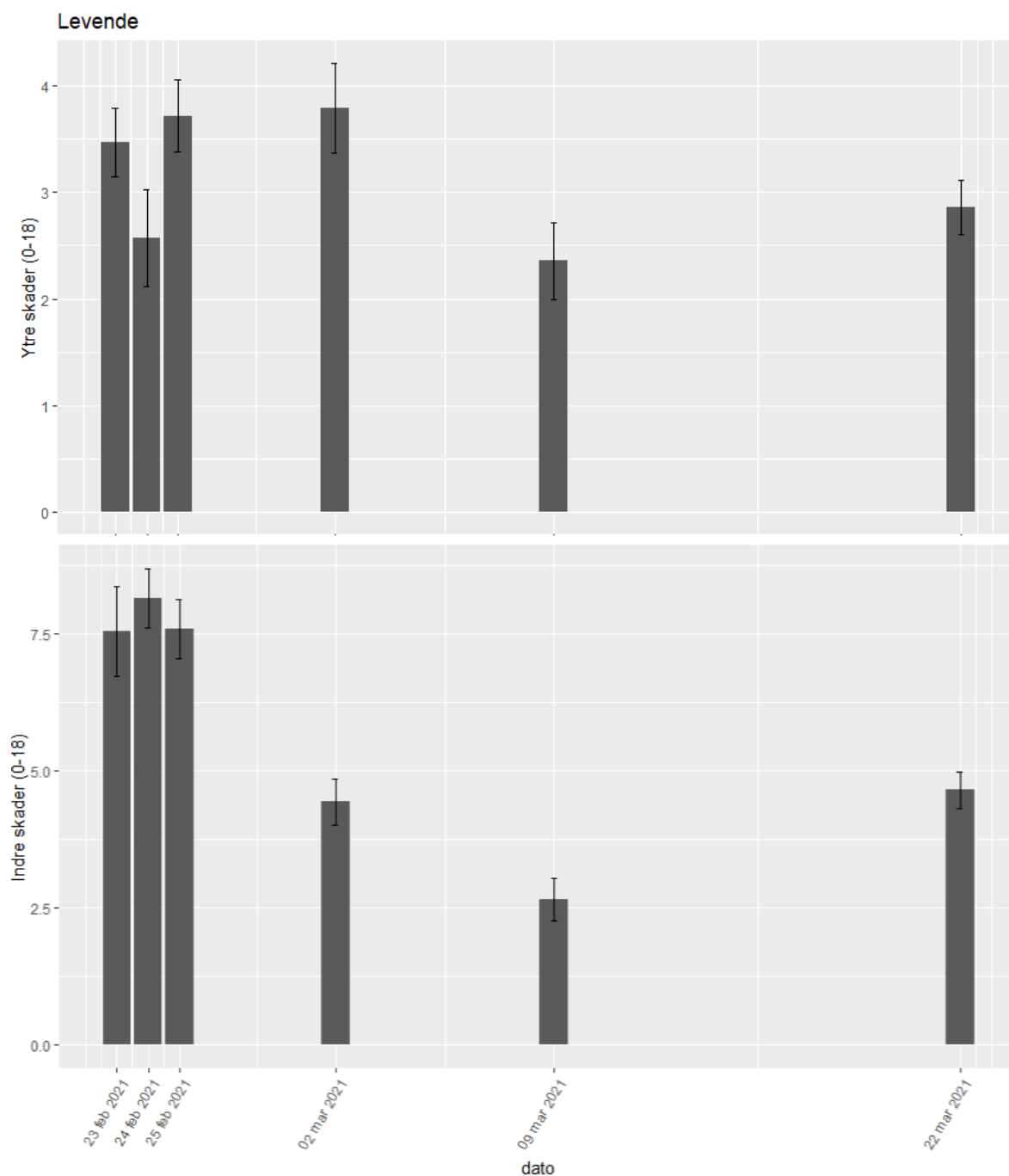


Figur 8 Uttak av dødfisk (og svimere) som ble tatt ut fra merd på Sjøanlegget etter tokt 3

Resultatene viser at hovedvekten av dødeligheten er knyttet direkte til skader og påkjenninger som oppsto under fangst og levering til merd. Ved start lagring var det større andel både indre og ytre skader, men det ble registrert mindre og mindre indre skader utover lagringsperioden (Figur 8). Hoveddel av dødelighet ble registrert de første to ukene etter at fisken er satt til levendelagring. Etter dette ble det ikke registrert noen dødelighet før lagringsforsøket ble avsluttet på dag 28, etter levering. Undersøkelse av histologiske hjertesnitt gav kun små patologiske funn, men ingenting som tydet på sykt hjerte hverken hos svimere eller restituert fisk. Vi kan ikke se at påkjenningene vi registrerer fra fangst og levering fører til sekundære konsekvenser som kan gi økt dødelighet på et senere tidspunkt. Men dette bør

undersøkes nærmere og gjerne vurderes over en lengere lagringsperiode. Det var generelt få merker etter fangstredskap på den levende fisken, men store deler av dødfisken hadde alvorlige finneskader, sår og andre hudskader registrert første uken etter utsett i merd.

Bildene 4 til 15 viser eksempler på skader som ble observert på fisken ved levering og under lagring i merd. Både ytre skader og skader på muskel og organer ble registrert for fisk som ble tatt ut. Fisken som ble avlivet og undersøkt på tidspunkt ved levendelevering hadde høyere forekomst av ytre og indre skader enn fisk som ble avlivet og undersøkt etter to uker, se Figur 9.



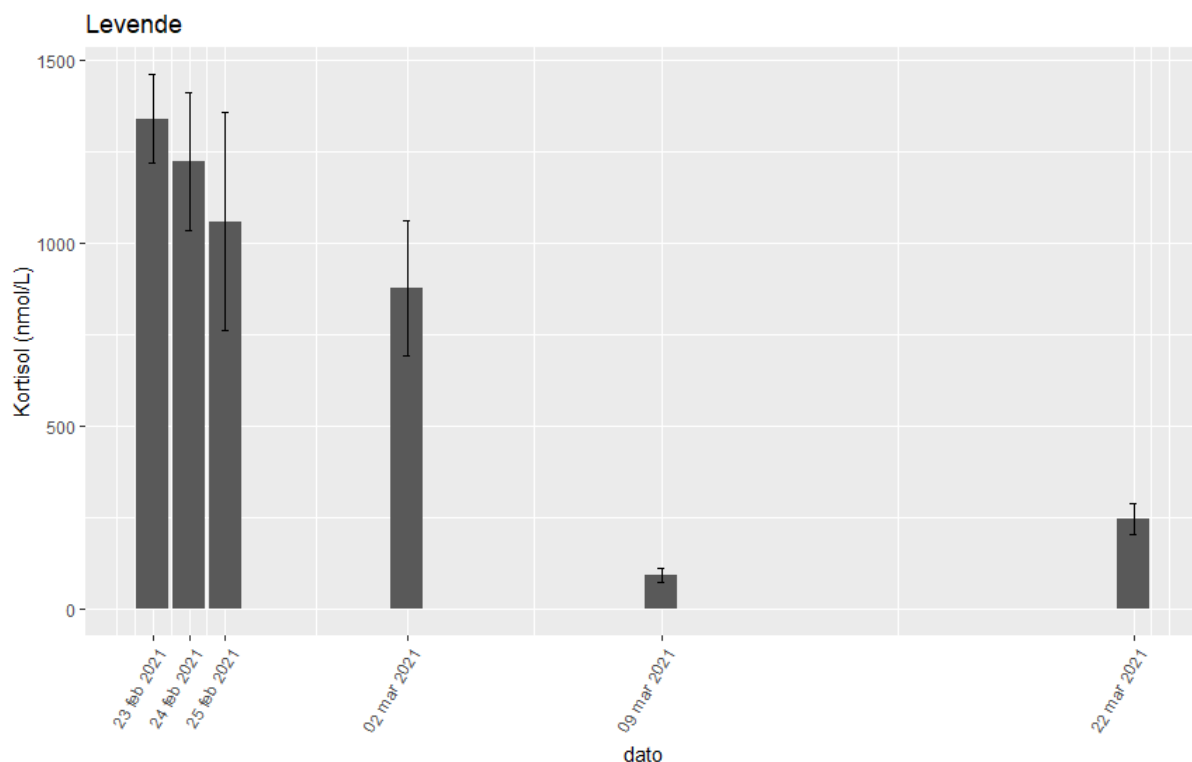
Figur 9 Ytre (Øverst, summen av redskapsmerker, skjelltap, åpne sår, hudforandringer, finneskader og øyeskader) og indre (Nederst, summen av blod i bukhulen, blødninger i lever, blod i svømmeblære, blødninger i muskulaturen, blødninger på gonader og punktering av svømmeblære) skader på fisk som ble avlivet og undersøkt ved levering og ved uttak over 3 uker inn i levendelagringsperioden.

Gjennom levendelagring ble det gjort kontrollert uttak og avliving av fisk, for å registrere status og skader på fisken. Dette ble gjort seks ganger gjennom levendelagringen, og med 14 fisk for hvert uttak (15 fisk ved første uttak). Skaderegistrering er vist i Figur 9. Andel skader registrert på levendefiske går ned gjennom perioden, med unntak av siste uttak. I uken før det siste uttaket var det en storm som forårsaket urolig vann, sterke strømminger og bølger. Dette er trolig forklaringen på hvorfor det er mer registrerte skader ved siste uttak.

Trenden ser ut til å være at fisken som overlevde hadde færre og mindre alvorlige skader og var i stand til å reparere skadene som oppsto under fangst.

Kortisolnivåene til fisken var høye ved de første uttakene (Figur 10). Kortisol er en kjent mediator av stressrespons og er ventet å stige som en respons av en akutt stressituasjon, som for eksempel fangst, for så å returnere til basalnivå etter 24–48 timer (Wendelaar Bonga, 1997, King & Berlinsky, 2006; Olsen et al., 2008; Svalheim et al., 2017; Svalheim et al., 2020). I denne studien forble kortisolnivåene forhøyet i 10 dager etter fangst, noe som tyder på fisken er i homeostatisk ubalanse. Dette kan mest sannsynlig forklares av skadene fisken pådro seg under fangst, transport og lossing og kortisolnivåene faller i takt med nedgang i ytre og indre skader.

Vi konkluderer med at de mest sannsynlige dødsårsaker for den leverte torsken, de første dagene etter levering, er av en kombinasjon av ytre og indre skader som oppstår under fangst, transport og lossing. Følgende økning i dødelighet mellom 28. februar og 5. mars kan være forårsaket av sekundære infeksjoner som konsekvenser av skadene som oppsto under fangst, men dette bør undersøkes nærmere. I henhold til kommersiell praksis ønsket vi ikke å levendelagre fisk over fem kg, men som tidligere nevnt besto fangstene hovedsakelig av større fisk og ble utgangspunkt for levendelagringen.



Figur 10 Serum kortisolnivå under levendelagring av torsk fanget med pelagisk trål

Bildene 4 til 15 viser eksempler på indre og ytre skader på torsk, observert gjennom og etter levendelagring i merd.



Bilde 4 Hull i svømmeblæra (grad 3)



Bilde 5 Svømmeblære heles (grad 3)



Bilde 6 Reparert hull i svømmeblære (grad 2)



Bilde 7 Grad 0 - lys testis, uten bloduttredelser



Bilde 8 Grad 1- noen bloduttredelser i testis



Bilde 9 Grad 2- områder med kraftig bloduttredelse



Bilde 10 Leverblødning, fra venstre til høyre henholdsvis grad 0, grad 1, grad 2 og grad 3



Bilde 11 Skrape-sår på hodet



Bilde 12 Eksempel på finneskade, hud og vev over bein er helt borte



Bilde 13 Dødfisk plukket fra merdbunn



Bilde 14 Restituert fisk etter 28 dager levendelagring, ingen synlige skader



*Bilde 15 Tydelige skader når fisken (fra bilde 14) fileteres, kraftig bloduttredelse i filet*

Fisken som ble avlivet etter endt levendelagringsperiode på fire uker, ble brukt videre i en studie for å undersøke hvordan sjøtemperatur påvirker kvaliteten på død fisk som blir liggende en tid i sjø, før videre prosessering. Resultat fra denne studien er oppsummert i Esaiassen et al., 2022 (arbeidet ble finansiert av Nofimas basismidler).

## 7 Hovedfunn

Semipelagisk tråling erfares som lite effektivt redskap for å fange torsk. Dette kan skyldes at med dørene og sveipene hevet noe opp fra havbunnen vil en ikke oppnå samme sveipeeffekt for å samle fisk like godt som ved fiske med konvensjonell bunntrål. Forsøk med å løfte tråldører og sveiper, gjennomført av både Havforskningsinstituttet og Sintef har vist ~30 % fangsttap, sammenlignet med konvensjonell tråling med sveiper og dører på bunn (Sistiaga et al., 2015; Havforskningsinstituttet, upubliserte data). Våre resultater tyder på at fangsttapet kan ha vært betydelig større. Det kan skyldes tråltypene som ble brukt. På det første toktet ble det brukt en stormasket trål. Forsøk med å øke maskestørrelse i bunnpanel på bunntrål har vist signifikant fangsttap (Kynoch et al., 2011). Bruk av trål med store masker i bunnpanel ved fiske nært bunn anses derfor å være uegnet i fiske etter torsk.

Trålen (snurrevaden) som ble brukt i både andre og tredje forsøk er av design som brukes i snurrevad-fiske med gode resultater. På grunn av gode erfaringer ble det antatt at den kunne være effektiv til semipelagisk torskfiske, selv om en måtte akseptere noe redusert effektivitet på grunn av at sveiper og dører ble løftet fra bunn. En av grunnene til det redskapsvalget var at trålen hadde skjært istedenfor rockhoppergear, og kunne derfor tas inn på nettrommelen. Redskapen er dessuten av utforming tilsvarende moderne bunntrål som har vært brukt med gode resultater av torsketrålere. Kun på tokt 2, med tette fiskeregistreringer innenfor 6-mils grensen ble det tatt to relativt store fangster (12 og 28 tonn). Selv om direkte sammenligning med trålere og snurrevadbåter ikke var mulig, var det klart at fangstene var langt lavere enn hos fartøy som fisket på samme felt. Vårt inntrykk er at fangstratene har vært betydelig lavere enn som tilsvarende forventet 30 % fangsttap. På det siste toktet ble det, ved hjelp av instrumenter og undervannsoptak, bekreftet god bunnkontakt av selve trålen. Blant annet fanger redskapen en del stein. Erfaring fra forsøkene tyder på at skjært ikke er like effektivt for tråling som konvensjonelt rulle- eller rockhoppergear.

På grunn av lave fangster kom vi ikke så langt å teste fangstbegrensning og seleksjonsinnretninger. Det ble bestemt å forsøke med fangstbegrensningssystem tilsvarende det som brukes i snurrevad-fiske med gode resultater. Forskjellen var i hovedsak at spaltene/åpningene var større og flere enn den som brukes i snurrevad-fiske. Dette for å sikre at fangstbegrensningen har kapasitet å ta unna større fangstmengder. Dessuten var fangstbegrensningssystemet laget i en fire-panels seksjon for å tilpasses fire-panels sekken som ble brukt. I de siste forsøkene ble fangstbegrensningen montert bakerst på trålen, uten noen form for forlengelse, i et forsøk å få «god vanngjennomstrømning». Fangstbegrensningssystemet sto godt utspilt med spaltene lukket, men fisken sto nærmest i ro inne i seksjonen og den hadde lett for å snurre seg. Trålen var ikke laget med leistau for å ta belastningen fra de korte leistauene på sekken. En skjevhet på disse kan derfor forekomme og forårsake at sekken snus. Vi erfarte at snurr i begynnelsen går som regel gradvis av, men det tar gjerne lang tid. Dette tyder på at relativ vanngjennomstrømning bakerst i trålen har vært relativt lav. Tidligere forsøk med fangstbegrensning i tråler av varierende størrelser har også vist lav gjennomstrømning (lav vannhastighet vesentlig lavere enn trålhastighet) bakerst i de større trålene. Dette har resultert i at løsninger som har fungert på mindre tråler ikke har virket tilfredsstillende på de store trålene. Bruk av fangstbegrensningssystemer i store bunntråler er fortsatt en uløst utfordring.

Sekken som ble valgt for det siste forsøket var laget i knuteløst lin og med 30 % innkortede leistau. Den har vært testet i torsketrål med gode resultater (Ingólfsson & Brinkhof, 2020). Begrunnelse for å velge den sekken er de oppnådde lovende resultatene med hensyn til seleksjon. Alternativt kunne en ha testet kvadratmaskesekk som brukes i snurrevad-fiske eller en seleksjonsrist. Kvadratmaskesekkene har gjerne en stor omkrets (10–12 m) som igjen har negativ innvirkning på størrelsesseleksjon. Reduksjon i sekkens omkrets hadde vært et alternativ å teste, men halvering av omkrets resulterer i 75 % reduksjon i kapasitet som antas å kunne være utfordrende, spesielt fordi kvadratmaskesekk ikke har lateral



elastisitet som kan føre til at fisken blir tettpakket i sekken og vanskelig å tømme, som igjen kan skape utfordringer ved fangst av fisk til levendelagring. Bruk av seleksjonsrist i en trål som må tas inn på trommel og/eller gjennom triplex anså vi som utfordrende. Seleksjonsrist av typen Flexi-rist hadde kanskje vært mulig å ha ytterst på nettrommel, men resultater fra seleksjonsforsøk med den type rist har vist utilstrekkelige seleksjonsegenskaper. I tillegg har tidligere forsøk med å kombinere seleksjonsrist og fangstbegrensning i torske-trål ikke vært vellykkede. På grunn av utfordringer med tråls funksjonalitet kom vi dessverre ikke i mål med kvantitative målinger av seleksjonsegenskaper.

Ett av prosjektets delmål var å evaluere effektivitet og energiforbruk i sammenheng med fiske og bruk av redskap. Ved å løfte dørene fra bunn og bruk av lett bunngear kan en potensielt redusere drivstofforbruk, sammenlignet med bunntålfiske, betinget at fangsteffektivitet er tilfredsstillende. I prosjektet har det vært rettet søkelys mot å få til rimelig effektivt fiske med en semi-pelagisk trål. Det kan konstateres at fangsteffektiviteten var veldig lav. Av den grunn ble det ikke evaluering av energiforbruk i sammenheng med fiske.

Vurdert fra resultatene på restitusjon av levende fisk vil det være gunstig med korte hal og begrenset fangstmengde for å gi gode forutsetning for overlevelse og restitusjon. Ut fra våre undersøkelser tyder det på at dødsårsaker for den leverte torsken er av en kombinasjon av skadene som oppstår under fangst, på skinn, finner og indre blødninger som fører til sekundære komplikasjoner når fisken overføres til merd for lagring. Fisken med slike skader vil dø i løpet av de to første ukene etter den er satt i merd.

## 8 Referanser

- Esaiassen, M., Ageeva, T.A., Martinsen, G., Nilsen, H.A., Tobiassen, T. & Joensen, S. (2022). Kvalitet på levendelevret torsk som dør i merd – Hvordan ulik oppholdstid i sjøvann etter død påvirker kvaliteten. Rapport 8/2022, Nofima, Tromsø.
- Heia, K., Sivertsen, A.H., Wold, J.P., Ottestad, S., Böcker, U., Carlehøg, M., Altintzoglou, T., Sone, I. & Gundersen, B. (2012). Automatisk kvalitetsdifferensiering av laksefilet. Rapport 7/2012, Nofima, Tromsø.
- Ingólfsson, Ó.A. & Brinkhof, J. (2020). Relative size selectivity of a four-panel codend with short lastridge ropes compared to a flexigrid with a regular codend in the Barents Sea gadoid trawl fishery. *Fisheries Research*, **232**. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2020.105724>
- Jørgensen, T., Valdemarsen, J.W., Engås, A. & Aasen, A. (2011). Problemstillinger knyttet til et pelagisk trålfiske etter torsk og hyse. Rapport fra Havforskningen, Nr. 4-2011.
- King, W., & Berlinsky, D.L. (2006). Whole-body corticosteroid and plasma cortisol concentrations in larval and juvenile Atlantic cod *Gadus morhua* L. following acute stress. *Aquaculture Research*, **37**:13, 1282–1289.
- Kynoch, R.J., O'Neill, F.G. & Fryer, R.J. (2011). Test of 300 and 600mm netting in the forward sections of a Scottish whitefish trawl. *Fisheries Research*, **108**, 277–282.
- Olsen, R.E., Sundell, K., Ringø, E., Myklebust, R., Hemre, G.-I., Hansen, T. & Karlsen, Ø. (2008). The acute stress response in fed and food deprived Atlantic cod, *Gadus morhua* L. *Aquaculture*, **280**:1–4, 232–241
- Sistiaga, M., Herrmann, B., Grimaldo, E., Larsen, R.B. & Tatone, I. (2015). Effect of lifting the sweeps on bottom trawling catch efficiency: A study based on the Northeast arctic cod (*Gadus morhua*) trawl fishery. *Fisheries Research*, **167**, 164–173. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2015.01.015>.
- Skjelvareid, M.H, Heia, K., Olsen, S.H. & Stormo, S.K. (2017). Detection of blood in fish muscle by constrained spectral unmixing of hyperspectral images. *Journal of Food Engineering*, **212**, 252–261. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0260877417302418?via%3Dihub>
- Svalheim, R.A., Karlsson-Drangsholt, A., Olsen, S.H., Johnsen, H.K. & Aas-Hansen, Ø. (2017). Effects of exhaustive swimming and subsequent recuperation on flesh quality in unstressed Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Fisheries Research*, **193**, 158–163.
- Svalheim, R.A., Aas-Hansen, Ø., Heia, K., Karlsson-Drangsholt, A., Olsen, S.H., & Johnsen, H.K. (2020). Simulated trawling: exhaustive swimming followed by extreme crowding as contributing reasons to variable fillet quality in trawl-caught Atlantic cod (*Gadus morhua*). *PLoS One*, **15**:6, e0234059.
- Wendelaar Bonga, S.E. (1997) The stress response of fish. *Physiological Reviews*, **77**, 591–626.

## 9 Leveranser

Detaljert oversikt over leveransene i prosjektet

- 30.09.2018 - Referat fra referansegruppen
- 05.02.2019 - Notat fra forsøksfiske, statusrapport februar 2019
- 31.01.2019 - Referat fra referansegruppen
- 06.09.2019 - Notat fra forsøksfiske, statusrapport september 2019
- 15.01.2020 - Referat fra referansegruppen
- 1 – 2 foredrag åpne fagmøter / arbeidsmøter  
25-26.11.2019 - FOU Samling, presentasjon i Tromsø, *Nilsen H, Gustavsen M, Ingolfsson OA. 2019 Pelagisk/semipelagisk trål 2018 – 2020, Innlegg ved Levende sjømat – FoU samling 2019, Tromsø nov 25-26.*
- 30.11.2021 - Notat fra forsøksfiske, status og resultat fra tokt 3 er ikke oppsummert i eget notat, men beskrevet i faglig sluttrapport for prosjektet.
- 29.04.2022 - Populærvitenskapelig artikkel «FishFocus», <https://fishfocus.co.uk/testing-pelagic-trawl-for-wild-catch-of-cod-for-live-storage/>  
29.04.2022 - Artikkel i Fiskeribladet, <https://www.fiskeribladet.no/tekfisk/torsken-spilte-ikke-pa-lag-i-forsoket-med-pelagisk-tral/2-1-1196972>
- 22.10.2022 - Faginnlegg ved en internasjonal konferanse, *Martinsen G., Ingolfsson OA, Svalheim RA, Hustad A, Kolstad Kvalvik LB, and Nilsen HA. 2022. Capture based aquaculture and pelagic trawling – quality versus efficiency? Poster presentation at The 50th WEFTA Conference, October 17<sup>th</sup> – 20<sup>th</sup>, 2022, Rotterdam, Netherlands.*
- 15.11.2022 - Faglig sluttrapport i tråd med FHF's retningslinjer
- 15.12.2022 - Administrativ sluttrapport i tråd med FHF's retningslinjer
- 30.11.2022 - Video Det er ikke lagt ut video fra fiske og forsøk i prosjektet, men formidlet populærvitenskapelig på Nofimas hjemmeside, på norsk og engelsk:  
<https://nofima.com/results/testing-pelagic-trawl-for-wild-catch-of-cod/>  
<https://nofima.no/resultater/testet-ut-pelagisk-tral-for-villfangst-av-torsk/>

## Vedlegg 1

Skjema for registrering av ytre og indre skader på torsk etter levendelevering.

Pelagisk trål 12455		T	ID/dato død									
Sjøanlegget Havbruksstasjonen		ID										
		Dato										
Personalia		Vekt										
		Lengde										
		Kjønn										
Ytre teikn	Redskapsmerker	Ingen (0)										
		Vage (1)										
		Tydlig (2)										
	Skjelltap	Ingen skjelltap (0)										
		Noen områder mangler skjell (1)										
		Store områder uten skjell (2)										
	Hud	Normal, ingen blod/rødhet (0)										
		Noen røde/blodige områder (1)										
		Svært rød / blodutredninger(2)										
	Sår	Ingen åpenbare sår (0)										
		Noen små sår (1)										
		Stort sår/ flere små(2)										
Finner	Flere store sår (3)											
	Ingen skader (0)											
	Småskader (1)											
Indre teikn	Indre blødninger	Store skader (2)										
		Ingen (0)										
		Blod i bukhalen (0-3)										
		Lever (0-3)										
		Rogn/testis (0-3)										
		GI-trakt (0-tom, 1-mageinnhold)										
	Barotrauma	Svømmeblære (0-3)										
		Muskulatur (0-3)										
		Øye (2= begge øyne skadet)										
		Svømmeblære (0-helet/fylt, 1-tvil, 2-helet men tålet ikke trykk, 3-punkttert)										