

Kvalitetsutfordringer med stor snurrevadtorsk

Kunnskapsstatus fra tidligere forskning

Torbjørn Tobiassen, Silje Kristoffersen, Sjurdur Joensen, Gustav Martinsen og Stein Harris Olsen





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

Nofima har om lag 390 ansatte.

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

Hovedkontor Tromsø:

Muninbakken 9–13
Postboks 6122 Langnes
NO-9291 Tromsø

Ås:

Osloveien 1
Postboks 210
NO-1431 ÅS

Stavanger:

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

Bergen:

Kjerreidviken 16
Postboks 1425 Oasen
NO-5844 Bergen

Sunnalsøra:

Sjølsengvegen 22
NO-6600 Sunndalsøra

Felles kontaktinformasjon:

Tlf: 77 62 90 00

E-post: post@nofima.no

Internett: www.nofima.no

Foretaksnr.:

NO 989 278 835 MVA



Creative commons gjelder når ikke annet er oppgitt

Rapport

<i>Tittel:</i> Kvalitetsutfordringer med stor snurrevadtorsk - Kunnskapsstatus fra tidligere forskning	ISBN 978-82-8296-687-0 (pdf) ISSN 1890-579X
<i>Title:</i> Quality challenges with large cod caught with Danish seine. Knowledge status from previous research.	<i>Rapportnr.:</i> 24/2021
<i>Forfattere:</i> Torbjørn Tobiassen, Silje Kristoffersen, Sjordur Joensen, Gustav Martinsen og Stein Harris Olsen	<i>Tilgjengelighet:</i> Åpen
<i>Avdeling:</i> Sjømatindustri	<i>Dato:</i> 14. juni 2021
<i>Oppdragsgiver:</i> Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering (FHF)	<i>Ant. sider og vedlegg:</i> 17
<i>Stikkord:</i> Kvalitetsutfordringer, stor torsk, snurrevad,	<i>Oppdragsgivers ref.:</i> FHF 901659
<i>Sammendrag/anbefalinger:</i> Med bakgrunn i innrapporterte kvalitetsutfordringer med stor snurrevadtorsk, utførte Nofima i 2020 en forundersøkelse hvor landinger fra 3 snurrevadfartøy ble undersøkt med hensyn på kvalitetsfeil på flekket fisk. Her ble det konstatert at det var forskjeller i kvalitet mellom fartøyene og mellom enkeltfangster for samme fartøy. Stor fisk (8 kg pluss) hadde betydelig større skadefrekvens sammenliknet med mindre fisk. På bakgrunn av denne problemstillingen har FHF satt i gang prosjektet «Kvalitetsutfordringer med stor snurrevadtorsk». Denne rapporten er del 1 i prosjektet og oppsummerer kunnskapsstatus på kvalitet i snurrevadfisk. Litteraturgjennomgangen omfatter blant annet fangst, ombordtaking, fangsthandtering og lagring om bord. Kunnskap fra næringen er innhentet i en workshop hvor erfaringer/kunnskap fra fiskere, fiskemottak, utstyrsleverandører og forskere ble delt, og er her sammenfattet.	
<i>English summary/recommendation:</i> Based on reported quality challenges with large cod caught with Danish seine, Nofima carried out a mapping study in 2020 in which catch landings from 3 Danish seine vessels were examined with regard to quality defects on splitted fish. Here it was established that there were differences in quality between the vessels and between individual catches for the same vessel. Large fish (8 kg plus) had a significantly higher injury frequency compared to smaller fish. Based on these findings and industry request, FHF has started the project «Quality challenges with large cod caught with Danish seine ». This report is part 1 of the project and summarizes the knowledge status of quality of cod caught with Danish seine. The literature review includes, amongst others, catching, on boarding, catch handling and storage on board. The knowledge from the industry was obtained in a workshop where experience and knowledge of fishermen, catch landings, equipment suppliers and researchers were summarized.	

Innhold

1	Bakgrunn	1
1.1	Prosjektorganisering.....	3
1.2	Prosjektgruppen	3
1.3	Referansegruppen	3
2	Kvalitet på stor torsk fanget med snurrevad	4
2.1	Faglitteratur knyttet til kvalitet på snurrevadtorsk.....	4
2.2	Workshop/webinar for kartlegging av næringens erfaring med skader på storsnurrevadfisk.....	11
2.2.1	Oppsummering, årsaks matrise utarbeidet etter webinar og diskusjon med referansegruppen.....	14
3	Referanser	15

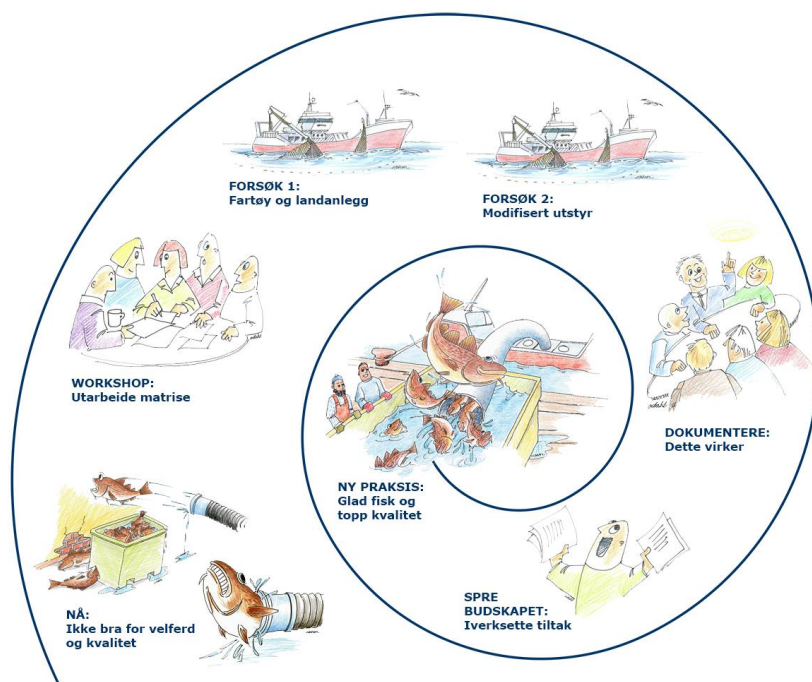
1 Bakgrunn

Fangst og håndtering av fisk vil alltid gi større eller mindre skader på deler av fangsten. Valg av fangstredskap og håndteringsrutiner har innvirkning på type og omfang av skadene som påføres fisk. Fangst med snurrevad viser store variasjoner i kvalitet, fra god kvalitet til at betydelige deler av fangsten har ulike kvalitetsfeil. Enkelte kvalitetsutfordringer på snurrevadfisk er godt kjent både i næring og forskning. Problemene har vært knyttet til store enkelthaler (20–100 tonn) som har gitt fisk med mye skader, lavere kvalitet og høyere dødelighet, sammenlignet med mindre fangster (Benoît *et al.*, 2010; Joensen *et al.*, 2017; Olsen *et al.*, 2013; Norges Råfisklag, 2018; Suuronen *et al.*, 2005). Samtidig er snurrevad per i dag det redskapet som er best egnet for fangst til levende om bord eller til levendelagring på land. Flere fiskemottak har imidlertid rapportert om betydelige skader og blodflekker i fiskekjøttet på særlig stor torsk (+8 kg) fanget med snurrevad. Denne typen feil er ikke tidligere dokumentert i forskningsbaserte undersøkelser.

Med bakgrunn i innrapporterte kvalitetsutfordringer med stor snurrevadtorsker, utførte Nofima i 2020 en forundersøkelse som en del av FHF-prosjektet 901585 (Pris og kvalitet i førstehåndsmarkedet for hvitfisk). Flere landinger fra 3 snurrevadfartøyer ble undersøkt med hensyn på kvalitetsfeil på flekket fisk. Her ble det konstatert at det var forskjeller i kvalitet mellom fartøyene og mellom enkeltfangster for samme fartøy. Stor fisk (8 kg pluss) hadde betydelig større skadefrekvens sammenliknet med mindre fisk. Hoved hypotesen er at skadene registrert på stor snurrevadfisk var relatert til blødninger grunnet sprenging av svømmeblæren og store bloduttredelser i tykkfisken knyttet til ryggknekk og knuseskader. Det er viktig å få avklart hva i fangst og håndtering som gir disse skadene på stor torsk. Derfor har FHF satt i gang prosjektet «Kvalitetsutfordringer med stor snurrevadtorsker».

Denne rapporten er del 1 i prosjektet og skal oppsummere kunnskapsstatus på kvalitet i snurrevadfisk; både tilgjengelig forskning og erfaringskunnskap i næringen. Kunnskapen fra næringen er innhentet i en workshop hvor erfaringer/kunnskap fra fiskere, fiskemottak, utstyrsleverandører og forskere ble diskutert og sammenfattet.

I dette prosjektet er fokus lagt på et utvalg hypoteser som erfaringsvis kan ha innvirkning på kvaliteten av stor snurrevadfisk. Det er imidlertid også åpning for andre innfallsvinkler. Prosjektet er bygd opp med stegvis kunnskapsinnhenting og forsøk som vist i Figur 1.



Figur 1 Skjematisk illustrasjon av prosjektet

I dette prosjektet ønsker Nofima å finne ut hva som er årsaken til problemet med skader og blod i fiskekjøttet på stor torsk (+8 kg) fisket med snurrevad. Prosjektet er delt inn i 3 faser:

Denne rapporten omhandler fase 1 hvor det gjøres en gjennomgang og systematisering av eksisterende litteratur innen fagfeltet. Erfaringskunnskap innhentes ved å samle næringsaktører fra flåteleddet og levendefiskfartøy, fiskemottak, utstyrsleverandører og forskningsmiljø til en workshop/webinar (Gjennomført januar 2021).

Fase 2.1: Basert på workshop og eksisterende kunnskap vil kartlegging av skader på torsk fra snurrevadfartøy og mottaksanlegg i industrien gjennomføres hos Brødrene Karlsen og Nergård. Ved disse to mottaksanleggene vil det bli gjennomført kartlegging av kritiske prosesspunkt.

Fase 2.2: Basert på workshop, eksisterende kunnskap og resultatene fra kartlegging vil fullskalaforsøk om bord i snurrevadfartøy, ute i industrien hos Brødrene Karlsen og Nergård, gjennomføres. Forsøkene designes for å lokalisere og dokumentere de viktigste områdene/operasjonene som påvirker kvaliteten på stor fisk over 8 kg under fangst og mottak.

Fase 3: Iverksette og dokumenter tiltak. Etter fase 2, vil det foreligge indikasjoner på hvordan fangst bør foregå med utforming av utstyr og beste praksis om bord i snurrevadfartøy. I fase 3 ønsker vi derfor å dokumentere kvaliteten på stor torsk fra 2 båter som er rigget så optimalt som mulig.

1.1 Prosjektorganisering

Brødrene Karlsen AS, Nergård AS og Lorentzen Fisk AS er med i prosjektet og har infrastruktur som er nødvendig for å gjennomføre produksjonsforsøk i fullskala. Det er gjort avtaler med følgende fartøy Fortuna, Hallvardson og Keipnes. I tillegg er følgende utstyrsleverandører med i prosjektet; Cflow, Stranda Prolog, Latech, MMC og Melbu Systems. Mottaksanleggene stiller sine produksjonslinjer til disposisjon for prosjektet. Forskningsinstituttet Nofima vil stå for gjennomføringen av prosjektet og være kontraktspartner mot FHF. Prosjektleder er Torbjørn Tobiassen hos Nofima.

1.2 Prosjektgruppen

Fra Nofima: Silje Kristoffersen, Torbjørn Tobiassen, Stein Harris Olsen, Gustav Martinsen, Sjurður Joensen, og ved behov vil også andre i Nofima bidra.

Industriaktører: Johnny Storbukt (Nergård AS), Ingvard Lorentzen (Lorentzen Fisk AS), Rita Karlsen (Brødrene Karlsen AS) og Rune Sand (MS Fortuna).

1.3 Referansegruppen

Rita Karlsen (Brødrene Karlsen AS), Johnny Storbukt (Nergård AS), Ingvard Lorentzen (Lorentzen Fisk AS), Rune Sand (MS Fortuna), Torbjørn Eide, Jangaard Export, Amund Pedersen, Fjordlaks, Egil Buschmann, Nordhavet.

2 Kvalitet på stor torsk fanget med snurrevad

I denne rapporten ønsker Nofima å belyse mulige årsaker og hypoteser til problemet med skader og blod i fiskekjøttet på stor torsk (+8 kg) fisket med snurrevad. Dette gjøres gjennom innhenting av eksisterende kunnskap: Først med en gjennomgang og systematisering av eksisterende litteratur knyttet til fangstoperasjon, ombordtaking, dekk og lasteromsoperasjoner på snurrevadfartøy, samt råstoffhåndtering ved mottak. Erfaringskunnskap fra næring innhentes ved å samle næringsaktører fra flåteleddet og levendefiskfartøy, fiskemottak, utstyrsleverandører og forskningsmiljø til en workshop/webinar. Her diskuteres de antatt viktigste årsakene som kan forklare skader på stor snurrevad torsk.

2.1 Faglitteratur knyttet til kvalitet på snurrevadtorsk

Det er mange faktorer som kan påvirke kvalitet på fisk og fiskeprodukter. Typiske forhold som kan påvirke sluttkvaliteten er: sesong, åte status, fangstredskap, fangsthåndtering, fangststørrelse, arrangement for ombordtaking, tid før bløgging, kjøling, arrangement for flytting og oppbevaring om bord, samt hvordan fisken leveres og håndteres/produseres ved fiskemottak. Det er altså mange ulike årsaker til at fisk får kvalitetsfeil, og feilene som oppstår har ulik karakter. Eksempelvis blodfeil, spalting, bløt muskel og klem/slagskader. Dette gjør det komplisert å avdekke årsakssammenhenger. I litteraturen er det en rekke dokumenterte årsakssammenhenger som kan brukes direkte eller overføres til problemstillingen med skader på stor snurrevadfisk.

Ifølge tall fra Norges Råfisklag har andelen stor torsk (over 6 kg) levert i skreisesongen variert fra 22,5 % i 2017 til 18,8 % i 2020. Hovedandelen av fisken som landes (70 %) er imidlertid i kategorien 2,5–6 kg. Det er også store lokale variasjoner for hvor den største torsken landes i skreisesongen. I sesongene fra 2017 frem til 2020 har den desidert største fisken (over 6 kg) blitt levert i Troms med en andel på mellom 24–29 % av de totale fangstene. I 2017–2018 var Vesterålen den regionen som hadde den nest største fisken (ca. 23 % av landingene), men dette har endret seg de siste to årene. I sesongene 2019 og 2020, rykket Lofoten/Salten opp som den regionen med nest største størrelse på torsk levert. Disse tallene viser at størrelsesfordeling og hvordan fangstsammensetningen vil se ut, kan forandre seg fra sesong til sesong og fra område til område. Den store variasjonen i vekt og størrelse på fisk fanget i skreisesongen, setter store krav til utstyrssammensetning om bord i fartøyene. Torsk på 3 kg vil ha helt andre krav enn torsk på 30 kg. Dette gjelder både hvordan fisken tåler selve fangstoperasjonen, men også hvordan fisken tas om bord og videre behandling frem til levering på land. Det er mange faktorer som spiller inn og mange kritiske punkt hvor det kan gå galt.

Flere fiskemottak har rapportert om betydelige **skader og blodflekker i fiskekjøttet på særlig stor torsk (+8 kg) fanget med snurrevad**. Med bakgrunn i innrapporterte kvalitetsutfordringer med stor snurrevadtorsk, utførte Nofima i 2020 en forundersøkelse som en del av FHF-prosjektet 901585, «Pris og kvalitet i førstehåndsmarkedet for hvitfisk». Flere landinger fra 3 snurrevadfartøy ble undersøkt med hensyn på kvalitetsfeil på flekket fisk. Fangstene ble gruppert i 4–8 kg og 8 kg pluss og kvalitetsvurdert i klassene: Primeira (feilfri fisk), Sortido (noe skader og blod) og Vrakfisk (store skader og blod). Det var stor variasjon i kvalitet og skader mellom fartøyene, ulike fangster og størrelser på fisken. Ett av fartøyene hadde i snitt en betydelig høyere andel vrakfisk (34 %) på fisken over 8 kg i forhold til de andre to (8–13 %). Samme fartøy hadde høyest andel vrakfisk (7 %) på fisken i vektlassen 4–8 kg også, mens de to andre hadde mellom 2 og 4 % vrakfisk. Det var vanskelig å konkludere hva som

var den direkte årsaken til forskjell i kvalitet fra de ulike båtene, fangstene og fiskestørrelser. All fisk ble evaluert på samme bedrift. Feil som ble observert er nok knyttet til elementer i fangstprosessen eller om bord på båten. Båtene hadde forskjellig oppsett av utstyr for ombordtaking (pumping og sekking), arrangement om bord (kontainer, tanker, pumper, el-bedøver, mm.) og mest sannsynlig – også ulik praksis for fangsthandtering. Skadene registrert på stor snurrevadfisk var relatert til blødninger grunnet sprenging av svømmeblæren og store bloduttredelser i tykkfisken knyttet til ryggknekk og knuseskader. Det meste av blødningene ble funnet inn mot kjernen av fisken og ikke ut mot skinnsiden. Dette tyder på så hard behandling at ryggen faktisk knekker. En hypotese er at fisken knekker ryggen i bend, ved at den bøyes for mye eller i høy fart treffer «veggen» og knekker ryggen. Det er per nå ikke gjort studier på om det er forskjeller i skadeomfang mellom stor og liten fisk i pumpeprosessen. Slag og klemskader som påføres fisken mens den er i live vil vises som blodflekker i fileten. Dess lengre fisken er i live etter at skaden er påført, dess mer blod vil samles i og rundt skadestedet. Fartøyet med størst skadefrekvens var også det fartøyet med mest utbredt bruk av pumpe. I tillegg ble el-bedøver benyttet. Det er derfor nærliggende å relatere skadene til bruken av disse. Det er imidlertid også sannsynlig at kvalitetsutfordringen med stor torsk fanget med snurrevad, kan knyttes til andre faktorer og forklaringer.

Snurrevadfiskeri er en meget viktig driftsform for en stor del av den norske kystfiskeflåten som i hovedsak benyttes til fangst av torsk, sei og hyse (Digre *et al.*, 2010). Snurrevadfisket har tradisjonelt blitt sett på som et skånsomt fiskeri, men i de siste 10–15 årene har større og mer effektive fartøy og redskap blitt tatt i bruk, og fangstkapasiteten for disse fartøyene har økt betydelig uten at en tilsvarende teknologisk utvikling har skjedd med hensyn til effektivisering av fangstbehandlingen (Digre *et al.*, 2010).

Systematiske kvalitetsregistreringer utført av Nofima de siste 15 årene, har vist at kvaliteten på torsk landet av kystfartøy endret seg lite, kun torsk fanget med line har hatt en liten bedring i kvalitet. Andelen fisk levert med dårlig kvalitet i perioden 2004 til 2017, fanget med garn og snurrevad, var henholdsvis 41 % og 23 % (Joensen *et al.*, 2017, Akse *et al.*, 2004; Akse *et al.*, 2014). Skader og økt dødelighet i redskapen og større enkeltfangster, er sannsynligvis årsaken til den høye andelen fisk med blod. (Benoît *et al.*, 2010; Norges Råfisklag, 2018., Joensen *et al.*, 2017). På snurrevadfanget torsk er kvelning i store hal sannsynlig årsak til at deler av fisken er rødfarget i hele muskelen. Dette kan komme av at den levende fisken utsettes for høy fisketetthet og stress/kvelning i redskap og etter om bordtaking (Svalheim *et al.*, 2017). I all hovedsak er de alvorlige feilene på snurrevadfisk karakterisert som dårlig blodtømming (hele fileter er rødlig) og delvis også klemskader, trolig fra klaffer i pumpene. Fra 2014-2020 varierte denne andelen av feil mellom 15-35 % i fangstene. Ved ombordtaking tas fisken hurtig om bord, og som oftest raskere enn hva som er mulig å bløgge unna. Dermed forsterkes eventuelle kvalitetsfeil fra for store hal der fisken i redskapen allerede er begynt å bli rød. Snurrevadflåten har stort potensial for forbedring, særlig ligger muligheter i å begrense fangststørrelsene og fiske skånsomt (Joensen *et al.*, 2017).

I kommersielle fiskerier, er det identifisert tre utfordringer knyttet til velferd og kvalitet; fangstmetoder, dårlige slakterutiner og levendelagring av fisk (Mejdell, 2004). Hvordan fisken høstes og avlives, påvirker stressnivået, vitaliteten og sluttkvaliteten (Breen *et al.*, 2004; Borderías & Sánchez-Alonso, 2011; Humborstad *et al.*, 2009; Humborstad *et al.*, 2019; Karlsson-Drangsholt *et al.*, 2018; Roth & Rotabakk, 2012; Svalheim *et al.*, 2018; Svalheim *et al.*, 2019). I Norge har kontrollmyndigheter, salgsorganisasjoner, industri og forskere tatt til orde for at det bør settes søkelys på hvordan råstoffkvaliteten i hvitfiskektoren kan bedres. Fra oppdrettsnæringen er det velkjent at skånsom behandling

og human slakting av fisk er viktig for å sikre en høy produktkvalitet (Borderías & Sánchez-Alonso, 2011). Dårlig kvalitet medfører i de fleste tilfeller et økonomisk tap for produsentene (Michie, 2001; Robb & Whittington, 2004), dessuten kan ikke kvalitetsfeil som påføres fisk i fangstprosessen reverseres eller forbedret i løpet av prosesseringen (Olsen *et al.*, 2013; Brinkhof *et al.*, 2018). Det er derfor viktig at man bruker fiskeredskapet og beste praksis (ståtid, tauetid, halstørrelse etc.) som reduserer fiskens påkjenninger mest mulig. I tillegg må handtering og slakting skje på en skånsom måte for å ivareta fiskens velferd og kvalitet (Breen *et al.*, 2019), men uten at det går på bekostning av fiskets drift og effektivitet.

For å øke velferd til fisk og derved kvaliteten, bør fangstredskaper være både selektive og ha mulighet til å kontrollere og minimere stress assosiert med fangst og handtering (Breen *et al.*, 2019). Under skreifisket i perioden januar–april 2020 ble omkring 40 % fisket med snurrevad (Norges Råfisklag, 2020 pers. kom.). **Fangststørrelse** har stor betydning for kvalitet levert fra snurrevad. Kvaliteten på snurrevadfisk forverres ved økende størrelse på fangstene (Joensen *et al.*, 2017). Samtidig har snurrevad som fangstredskap vist seg å være godt egnet for fangst til levendelagring av torsk og ved levendelevering av hyse. Ved slik skånsom fangst kan også snurrevadfartøy levere sløyd og kjølt fisk av ypperste kvalitet til mottaksanlegg. Paradoksalt nok er det også ved bruk av snurrevad at det leveres meget dårlige fangster – både på torsk og hyse. Under fangst med snurrevad kommer fisken i fysisk kontakt med redskapet og opplever trykkendringer og termalt stress ved heving av snurrevaden. Dette kan føre til skader, utmattelse og barotrauma, noe som påvirker velferd og overlevelsespotensiale til fisken (Humborstad *et al.*, 2009; Breen *et al.*, 2019). I tillegg kan suboptimale forhold (store hal, dårlig vær, røff handtering, mye fisk i tankene og dårlig vannsirkulasjon) under lasting, transport og lossing av levende fisk, bidra til skader og økt dødelighet fram til levering (Tobiassen *et al.*, 2019). Snurrevad er også et effektivt fangstredskap med evne til å ta store enkelthal (20–100 tonn). Dette kan resultere i fangst med lavere kvalitet og høyere dødelighet, sammenlignet med mindre fangster (Suuronen *et al.*, 2005; Olsen *et al.*, 2013; Joensen *et al.*, 2017). Høy fisketetthet, kvelning og dødelighet i fangstredskap eller om bord, før bløgging og utblødning, er viktige årsaker til redusert kvalitet og holdbarhet (Sigholt *et al.*, 1997; Skjervold *et al.*, 2001; Cole *et al.*, 2003; Skjelvareid *et al.*, 2017; Svalheim *et al.*, 2017; Tobiassen *et al.*, 2018a). Forsøk har vist at ved å benytte fangstbegrensning og sekkeutløser er det enklere å få kontroll på fangstmengde og i tillegg gi bedre forhold for fisken under oppstigning fra bunnen, noe som fremmer velferd og kvalitet (Tobiassen *et al.*, 2018a).

Oppstigningshastigheten til snurrevadsekken kan være med på å påvirke kvaliteten og overlevelse hos fisk. Når sekken heves, synker trykket og lufta i fiskens svømmeblære utvider seg. Svømmeblæra hos fisken sprenges ved en (rask) trykkreduksjon på 60 % når fisken ikke er i stand til, eller rekker, å regulere trykket selv ved å kvitte seg med lufta (Isaksen & Midling, 2012). Sei har større problemer med å kvitte seg med luft sammenliknet med torsk og hyse. Ved hiving blir oppdriften så sterk at belgen "spretter" opp til overflaten. Fra hvilket dyp og med hvilken hastighetsøkning oppstigningen skjer, er ikke dokumentert. Ifølge Midling *et al.* (2006) vil ikke all fisk kunne kompensere for det fallende trykket ved hal dypere enn om lag 20 meter. Da sprekker svømmeblæra slik at gassen fyller bukhulen. Når belgen har kommet opp til overflaten, vil fisken som ikke har blitt kvitt lufta bli liggende øverst med buken opp. Den øvrige delen av fangsten har sannsynligvis fått sprengt svømmeblæra og kvittet seg med gassen fra bukhulen. De er derfor i stand til å svømme nedover og holde seg nede i sjøen. Dermed har de bedre forutsetninger for å overleve. Fisk med buken opp på toppen av fangsten vil antakelig etter hvert få problemer med å overleve, Vitenskapskomiteen for mattrygghet (VKM) anbefaler i levendefiskhal å redusere hivehastigheten med 40–50 % på slutten av halet for at fisken skal kvitte seg med mest mulig gass i bukhulen (Isaksen *et al.*, 2004). Fiskerne forteller imidlertid at selv om de gjør

ting på samme måte, kan resultatet bli forskjellig fra gang til gang. Det vil si at det kan være andre faktorer som også påvirker resultatet. Dette kan være fangstdybde, strømningshastighet, værforhold, sesong, åteforhold, fiskens kondisjon, fiskestørrelse og eventuelt andre forhold.

Et forhold som alle er enige om, er at ved store hal stiger snurrevaden fort opp til overflaten uten at det er mulig å kontrollere oppdriften (Erikson *et al.*, 2013). Dette er et viktig element i snurrevadfisken når svømmeblæresprenging har vist seg å kan gi store blødninger i fisken som påvirker kvaliteten og overlevelsesmuligheten hos fisken (Sæther *et al.*, 2016). Digre *et al.* (2013) undersøkte to like vinsjehastigheter (0,9 og 1,3 m/s), det høyeste hivehastigheten gav lavest dødelighet og mindre utmattet hyse (høyere pH og lavere nivå av blodlaktat). For torsk gav de ulike hivehastighetene ikke noe forskjell i overlevelse eller blodlaktat. pH var derimot høyere for torsk hvor hurtig vinsjehastighet ble benyttet (Digre *et al.*, 2013). Den hurtigste vinsjehastigheten ga mer bloduttredelser på fisken og finnen, mer finneslitt og skjellavskrapninger enn den laveste vinsjehastigheten. Resultatene for fangst og finneskader for torsken var ikke like klar mellom lav og høy vinsjehastighet (Digre *et al.*, 2013).

Innretning for mottak og prosess om bord. Hvordan hver båt er utrustet med hensyn til utstyr som fisken skal gjennom, vil også kunne påvirke kvalitet på fisk. Metode for lasting og lossing, rørdimensjoner, el-bedøver, uheldige vinkler (90°, T rør) og skarpe kanter er alle elementer som kan ha stor betydning. I tillegg er operatørhandtering i alle ledd i prosessen viktig (Digre *et al.*, 2010). Når fangsten er brakt inn til skutensiden er det viktig å få den hurtigst mulig om bord. Dette gjelder spesielt under dårlig vær og ved høye bølger da fisken under slike forhold vil bli vasket frem og tilbake i redskapet i havoverflaten. Dette påfører fisken store påkjenninger, i tillegg til det fisken allerede er utsatt for gjennom fangstoperasjonen og trenging ved skutensiden. Jo lenger tid ombordtakingen tar, jo større blir påkjenningen på den gjenværende fisken i fangsten (Erikson *et al.*, 2013).

Kvalitetsutfordringer i både fiskeri- og havbruksnæringen, knyttes ofte til bruk av **vakuumpumper**. Bare unntaksvis har pumpene blitt testet før de tas i bruk. Resultater fra tidligere forsøk har vist at vakuumpumper kan påføre levende fisk stress og utmattelse i varierende grad og dette påvirker kvaliteten negativt (Espmark *et al.*, 2012). Det er også kjent fra oppdrettsnæringen, at avkast/trengeprosessen påfører laks betydelig større belastning enn selve pumpeprosessen. I en serie av forsøk gjennomført hovedsakelig på laks, men også noe torsk, resulterte bruk av vakuumpumpe i redusert pre-rigor tid og lavere muskel-pH. I tillegg er det vist at pumping av fisk (laks og hyse) i rigor medfører at fisken får en lavere rigorverdi, noe som indikerer at muskelen til fisken påvirkes negativt (Midling *et al.*, 2011, Tobiassen *et al.*, 2019). Et viktig funn her var at vakuum i seg selv ikke forårsaket skader på fisken, men at skadene mest sannsynlig ble forårsaket av kollisjoner med andre fisk og vegger/ventiler, som igjen kan føre til skader og blødninger hos fisk (Espmark *et al.*, 2012).

Digre *et al.* (2013) fant i tidligere forsøk at overlevelsesraten var høyere for pumpet hyse enn for hyse som var sekket. For torsk var det ikke store forskjeller mellom pumping og sekking. Når de så på laktatnivå i blodet og pH i muskelen var det ingen forskjeller mellom pumping eller sekking av hyse eller torsk. For hyse og torsk medførte sekking en høyere andel av fangstskader enn pumping. Fisk kan få klem- og slagskader under sekking. Dette kan minimeres ved å benytte et lerret rundt sekken som gjør at fisken blir liggende i vann under ombordtaking og dermed redusere omfanget av skader (Isaksen *et al.*, 2004; Erikson *et al.*, 2013; Isaksen & Midling, 2012).

Hos villfisk er blødninger i buk og blodflekker i muskel relativt vanlig etter fangst. Blødning i bukhole og i filét oppstår ofte i forbindelse med at svømmeblæren punkterer (Sæther *et al.*, 2016; Tobiassen

et al., 2019). Tidligere forsøk ved Nofima har vist lite skader på fisk som ble pumpet levende, sett bort fra «slitasje på skinnen». Likevel er pumping av levende fisk mer kritisk med hensyn til råstoffkvaliteten enn pumping av død fisk. Dette fordi skader som påføres fisken mens den er i live gir blodflekker i fileten. Dess lengere fisken er i livet etter at skaden er påført, dess mer blod vil samles i og rundt skadestedet. Fra fangstbasert akvakultur er det kjent at indre skader som påføres torsken under fangst og transport, ofte tar flere uker med levendelagring før skadene er helet (Isaksen & Midling, 2012; Alfredsen, 2016; Sæther *et al.*, 2016). Skader som påføres død fisk under pumping resulterte ikke i blodfeil i fiskekjøttet, men gir kvalitetstap i form av knusing/spalting i muskel uavhengig av om fisken er levende eller død. Det er også registrert betydelig høyere skadefrekvens på sløyd fisk som ble pumpet, enn fisk som ble pumpet rund (levende eller bløgget usløyd) (Akse *et al.*, 2011).

Automatisering av fangstbehandling med elbedøving eller slaktemaskin (bedøving eller avliving) og umiddelbar bløgging av fisk er viktig for best mulig utblødning. Uansett, når fisk utsettes for belastning før og under slakting, har de evne til å re-distribuere blod fra mage/tarm til blant annet muskel. I tillegg økes blodets evne til å koagulere (Olsen *et al.*, 2008; Svalheim *et al.*, 2019). Disse prosessene påvirkes blant annet av økt mengde metabolitter og stresshormoner i blodbanen (Sandblom & Gräns, 2017). Dersom fisken blir liggende å dø før den bløgges/avlives, vil dette medføre at mer blod presses ut i de små blodårene i muskelen. Etter bløgging vil de store blodårene til en viss grad tømmes, men blodet som er presset ut i de små blodårene i muskelen, vil ikke kunne fjernes ved utblødning. Dette kan gi rødere fiskemuskel (Tobiassen *et al.*, 2018a). Metode for blodtapping av fisk har vist seg å ha en viss innvirkning. Direktesløyning av fisk gav fisk med røde buker med mer blod en fisk som ble bløgget (Tobiassen *et al.*, 2019). Noen fartøy velger å bløgge fortløpende når fisken kommer om bord, andre lar fisken "roe" seg i mottaks-binger før den bløgges eller direktesløydes.

Det er ofte tungt og farlig arbeid å bløgge fisken mens den er sprell levende (Henriksen *et al.*, 2020). For å kunne gjennomføre bløggingen på en sikker måte kan kontrollert bedøving/immobilisering med strøm eller slag gjennomføres umiddelbart før bløgging. Dette er positivt med tanke på restblod i muskelen og ivaretar sikkerheten til mannskapet (Henriksen *et al.*, 2020). El-stimulering er kjent for å trigge muskelsammentrekning og provosere anaerob forbrenning, som blant annet fører til hurtig fall i muskel-pH, i tillegg til hurtig utvikling av dødsstivheten. Strøm kan også gi mørningseffekt (kjent fra landdyr), på grunn av skader på muskelceller. Dette fører til lekkasje og aktivering av enzymer som bryter ned bindevevet i muskelen. Det må derfor være en balanse mellom eksponeringstid for å oppnå god bedøvelse, uten at muskelen blir for stimulert som følge av elektrisiteten. Samtidig kan raskt bedøving gi grunnlag for å hindre utløsning av "stress responser", som blant annet kan føre til økt blodmengde ut i muskelen (Olsen *et al.*, 2018 og Tobiassen *et al.*, 2018b).

Når levende fisk kommer om bord på fartøy, eller ut fra et levendelagringsmottak, så må de roes ned for å kunne gjennomføre bløgging og sløyning. Det har derfor vært stor interesse for bedøving av villfanget fisk om bord i fiskefartøy, og i dag finnes det el-bedøver som er utviklet av SeaSide. Utstyret er utviklet og tilpasset for å fungere under kommersielt fiske ombord i fartøy. Flere snurrevadfartøy, i tillegg til M/tr. Molnes og mottaksanlegg for levendelagret torsk, benytter i dag el-bedøver i forkant av manuell bløgging (Olsen *et al.*, 2018).

Elektrisk immobilisering har vist seg å fungere godt på torsk og hyse, mens det på 0-30 % av seien ble funnet ryggknekk. Det ble også funnet blodflekk i forbindelse med immobiliseringen ved bruk av 40 eller 70 volt, 4 til 6 sekunder og 3-5 rader med elektroder (Erikson *et al.*, 2014). Ved bruk av el-bedøver, er det en del momenter som kan forstyrre strøm, spenning og frekvensspekteret og det kan gi skader

på fisken. Dette kan være for lav voltstyrke, kortslutning og eventuelle strømlekkasjer som følge av dårlig vedlikehold og renhold av el-bedøveren. Overbelastning av el-bedøver, ved å sende for mye fisk gjennom samtidig, kan også forårsake skade på fisken og gi dårlig bedøvelse. Imidlertid, ved korrekt bruk er el-bedøving en effektiv metode, med hensyn til å bedøve store mengder fisk raskt og effektivt, uavhengig av størrelse og art (Olsen *et al.*, 2018).

Det er mulig å bruke samme type **bløggemaskin/slaktemaskin** som nyttes i akvakulturbransjen (Baader 101), dersom det gjøres modifikasjoner på den slik at den passer anatomien til hvitfisk. I tidligere CRISP-forsøk med en modifisert SI-7, ble 93,4 % av torsken slått i svime/avlivet (Olsen *et al.*, 2018). Samtidig ble 97,3 % tilstrekkelig bløgget og oppnådde et blodtap på $1,6 \pm 0,2$ prosent av total kroppsvekt, 30 minutter etter bløgging. Maskinen klarte å få inn riktig slag på både små og store fisk (2–14 kg). Disse testene viser at det er mulig å benytte SI-7, men det er behov for rettvending av fisken, så maskinen må mates manuelt. Når store volum skal bedøves og bløgges så raskt som mulig, vil manuell mating av maskinen være utfordrende. I tillegg er treffprosenten med tanke på bedøving og bløgging for lav, og det kan være en fare for at 6–7 % av fisken fortsatt kan være i livet, fram mot sløying. Dette vil være betenkelig med tanke på fiskens velferd (Olsen *et al.*, 2018).

Store, tørre bløggebinger påvirker kvalitet negativt både på grunn av at det tar lang tid og på grunn av at fisken i tillegg utsettes for press. Akse *et al.* (2010a) og Tobiassen *et al.* (2019) viste at **bløgging** gav mindre restblod i filetene og da spesielt i bukene sammenlignet med fisk som ble direktesløyd. Tobiassen *et al.* (2016) viste at måten utblødningen foregikk på (i luft eller vann) ikke var avgjørende for hvor mye blod en fikk ut av fisken og mengden restblod i fisken når den ble bløgget raskt etter bedøvelse. Likevel var det en tendens til at gruppene som blødde ut i vann hadde høyere blodtap i prosent. Tidligere har det vært vist til at en utblødningstid på mellom 20–30 minutter har vært tilstrekkelig. Nyere forsøk har vist effektiv utblødning på kort tid med nesten like lite restblod i fisken som ved utblødning i 30 minutter. Det må imidlertid påpekes at dette var en innledende test med 40 fisker. Dette kan imidlertid tyde på at det er den totale stressbelastningen under fangst og ombordhandtering før avliving som påvirker restblodnivået i fisken, mer enn selve utblødningen og hvordan den gjennomføres (Tobiassen *et al.*, 2016). Selv om det ikke er påvist store forskjeller om fisken blør ut i vann eller tørt, anbefales det at fisken bløs ut i vann. Dette kan redusere tilgrising på grunn av blod og redusere trykkbelastningen på fisken som ligger nederst. Hvis utblødning kombineres med kjølt vann, er dette positivt for holdbarheten (Tobiassen *et al.*, 2016). Tobiassen *et al.* (2016) fant ikke forskjell i forhold til utblødning og restblod i fisken mellom ulike temperaturer på utblødningsvannet (-1,5, 1 og 6,5 °C).

FHF-prosjekt 901015 hadde som målsetting å utvikle teknologi for automatisk bløgging av hvitfisk om bord. Utfordringen er anatomien til de ulike artene, i tillegg til variasjon i størrelse og retningsstyring av selve fisken. Selv om man har kommet langt på vei med tanke på automatisering av slaktelinjen, blant annet med el-bedøving, så gjenstår det mye arbeid for å få til fullautomatisk bløgging av hvitfisk om bord i fiskefartøy. Bløgging om bord blir i dag gjennomført manuelt, enten ved å kutte vitale arterier i nakkeregionen, eller direktesløyting etter strømbedøving. Med tanke på robotbløgging, er det nødvendig å fastslå både art, størrelse og bløggepunkt hos hvitfisk. Dette for at bløggesystemet med nøyaktighet skal kunne bestemme hvor fisken skal bløgges, uavhengig av art, størrelse og retning på fisken. Bløggesystemet må også ha tilstrekkelig kapasitet, for å unngå at fisken dør i mottakstankene, før prosessen med bedøving og bløgging (Olsen *et al.*, 2018).

Hvis ikke fisken avlives direkte, er enn annen strategi i kommersielt fiske med snurrevad å holde fisken **levende om bord i vårt mottak** til den slaktes ut kontrollert. Etter at fisk er kommet om bord skal den sorteres før overførsel til levendefisk tanker om bord, dette gjøres etter kriterier som er nevnt i Isaksen & Midling (2012). Stor torsk sorteres ut og går til bløgging, det er ikke funnet noen litteratur som dokumenterer hvorfor, men uttalelse fra skippere og landindustri viser til at overlevelse er lav hos denne fisken, og den vil kunne medføre ubalanse i merden i forhold til dominans og kannibalisme. I tillegg har en stor fisk mindre vekstpotensial, og alle disse momentene vil kunne medføre økonomisk tap. Torsk oppbevares gjerne med en tetthet på 400–500 kg torsk /m³, en tetthet vi ofte ser under føring til levendelagring. Spesielt de første timene etter fangst ligger fisken gjerne i et 50 cm tykt lag nede på bunnen av tanken. Bunnarealet i tanken og oppstrøms vannfordeling er derfor avgjørende for kapasiteten, overlevelsen og velferden, med tanke på nyfanget levende fisk (Olsen *et al.*, 2018). Etter hvert løfter fisken seg opp fra bunnen og sprer seg ut i tanken (Isaksen & Midling, 2012). Mesteparten av fisken kan dermed holdes i livet fram til bedøving og bløgging. For trålfanget torsk må det tas hensyn til at fisken øker blodmengden ut i muskelen de 2–3 første timene av levendelagringen. Dette kan bidra til at fargen på muskelen ikke blir noe vesentlig forbedret sammenlignet med tradisjonell praksis (Olsen *et al.*, 2018). Vi må anta at dette til en viss grad gjelder for torsk fanget med snurrevad, avhengig av hvor hardt fisken er belastet under fangst.

Ved å lagre hyse levende frem til kontrollert slakting enten om bord eller på land, kan kvaliteten heves betraktelig (Tobiassen *et al.*, 2019). Hysen ble videre pre-rigor prosessert og filetert. Resultatet ble produkter med lite spalting og god konsistens. Det ble oppnådd produksjonsutbytte som var 4 % høyere en tradisjonelt levert hyse fra snurrevad- og loinsutbytte på og 55 %, noe som er veldig høyt (Tobiassen *et al.*, 2019).

Det er til stadighet en diskusjon om **kjøling av fisken om bord** er viktig. Tidligere forsøk viser imidlertid at holdbarheten på fisk bedres dersom den kjøles hurtig ned. Ved en temperaturøkning fra 0 til 4 grader i 24 timers lagring av fisk, ble holdbarheten redusert med 2 dager (Tobiassen *et al.*, 2016). Flytende kjølemedier, som is-slurry, CSW og RSW er de mest relevante alternativene for kjøling og lagring av store mengder usløyd fisk om bord. Tørrising i kasser eller containere, der fisk blir utsatt for press, egner seg neppe like godt til usløyd fisk. Disse er i tillegg mer plass- og arbeidskrevende å håndtere om bord på små kystfartøy. En fordel med de flytende kjølemediene er lav temperatur (lavere enn 0 grader) og god kontakt mot fisken, som gir hurtig temperatursenking og stabil lav temperatur under lagring (Akse *et al.*, 2010b). Ved lagring av hel fisk i 3 døgn hadde fileter av råstoff kjølt i CSW dårligere sensorisk kvalitet enn filter av råstoff iset i kasser eller kjølt i RSW. Fileter av torsk iset tørr i kasser hadde best sensorisk kvalitet. Råstoff som ble kjølt i RSW og CSW tok opp vann og salt og økte mer i vekt under 3 døgns lagring, enn råstoff iset i kasser. Filet kvalitet (lukt, spalting og konsistens) var dårligere på filet av råstoff kjølt i sjøvann (RSW og CSW) enn på filet av råstoff iset i kasser, CSW resulterte i klart dårligst kvalitet (Akse *et al.*, 2011).

Store deler av fangstene i dag leveres rund og sløyes på land. Hvor lenge fisk kan lagres rund er mye avhengig av temperatur og hvilke kjølemedier (is, CSW eller RSW) som benyttes (Akse *et al.*, 2010b; Akse *et al.*, 2011). Akse *et al.*, 2010b viste at torsk, ved -1 grader, kunne lagres inntil 27 timer etter fangst, før kvaliteten på fisk og innvoller var redusert så mye at den var uakseptabel. Hyse egner seg dårligere til lagring enn torsk, samt at lagring av usløyd åtesprengt torsk og sei i is/sjøvann ikke bør lagres lengre enn 24 timer etter fangst, før sløying. Lengre lagring øker risikoen for alvorlige kvalitetsfeil, som buktæring og gallemissfarging i bukchulen (Akse *et al.*, 2010a).

Når det gjelder **lossing av fisk**, er det primært to metoder som benyttes, pumping av fisk i bulk og løfting av fisk i containere. I dag leveres det meste av fisk rund og det er i den sammenhengen registrert betydelig høyere skadefrekvens på sløyd fisk som ble pumpet, enn fisk som ble pumpet rund (levende eller bløgget usløyd) (Akse *et al.*, 2011). Årsaken til dette er at sløyd fisk raskere tar opp vann fra kjølemediet, i tillegg til at løse ørebein og bukvegger lettere hekter seg fast og påføres skader under pumping. I tillegg er det vist at pumping av fisk (laks og hyse) i rigor medfører fisk med lavere rigor verdi. Dette indikerer negativ påvirkning på filet (Midling *et al.*, 2011 Tobiassen *et al.*, 2019). Et viktig funn her var at vakuüm i seg selv ikke forårsaket skader på fisken, men at skadene mest sannsynligvis ble forårsaket av kollisjoner med andre fisk og vegger/ventiler, som igjen kan føre til skader og blødninger hos fisk.

2.2 Workshop/webinar for kartlegging av næringens erfaring med skader på storsnurrevadfisk

Næringsaktører ble invitert til en lukket workshop hvor årsaker til skader og blod i fiskekjøttet på stor torsk (+8 kg) fisket med snurrevad, ble diskutert. Ved å dele erfaringskunnskap fra næringsaktører i flåteledd, levendefiskfartøy, fiskemottak, utstyrsleverandører og forskningsmiljø ønsket vi å finne de viktigste årsakene som kan forklare slike skader.

Målet med workshopen var å rette fokus mot de mest kritiske faktorene i forbindelse med: fangstoperasjon, ombordtaking, dekk og lasteromsoperasjoner samt råstoffhåndtering ved mottak. Det ble holdt en innledning i hver bolk, og det ble gitt tid til dialog og spørsmål fra deltakere etter hvert innlegg.

Program var som følger:

- Er skader på stor torsk levert fra snurrevad et problem? v/Rita Karlsen, Brødrene Karlsen.
- Presentasjon av prosjektet og resultater opparbeidet i forundersøkelsen (Som en del av FHF-prosjekt 901585) v/Torbjørn Tobiassen, Nofima.
- Diskusjon om fangstoperasjon, ombordtaking, rigging av fartøy og lagring av fisk. Her deltok flere skippere/fiskere med sine erfaringer.
- Leveringsbetingelser ved mottaksanlegg ble diskutert som en naturlig videreføring av forrige punkt.
- Utstyrsleverandører delte deres erfaringer med teknologi, og utstyr og hva som er viktig for håndtering av fisk om bord.
- Nofima har oppdatert den tentative listen (vedlegg 1) med eventuelt nye momenter fra workshop. Det ble gjennomført en avsluttende sesjon hvor de viktigste temaene ble oppsummert og konkrete faktorer som skal prioriteres i kommende forsøk besluttes. I etterkant av workshopen er det utarbeidet en matrise som danner grunnlaget for de videre forsøkene. Matrisen vil bli diskutert i referanse- og prosjektgruppen før endelig forsøksplan utarbeides.

Momenter kommet frem i workshop

Både representanter fra landindustrien og flåteledd var enige om at det er store utfordringer med kvalitet på stor snurrevadtorsk. Det kan være store kvalitetsfeil som ryggknekk og store bloduttredelser som ikke vises utenpå fisken. Dette medfører reklamasjoner dersom fisken sendes ubearbeidet ut til marked, samt gjør det vanskelig å produsere saltfisk til Primeira kvalitet. Det ble fortalt om store skader når utstyr som ikke er tilfredsstillende, ble benyttet. Her ble 10 toms rør og 90

grader bend over ripa trukket frem. Det ble vist til erfaringer med 14 toms eller større rør og to vinkler a 45 grader som løser problemet med slag og ryggknekk. Det ble trukket parallell til laksenæringen hvor dette ikke er et problem og rør er 16–18 toms (er nok ikke direkte sammenlignbart da laks som regel er lik på størrelse og ikke så stor som torsken, i tillegg er det biologiske forskjeller). Fra industrien ble det opplyst at de ikke har erfart tilsvarende skader på fisk fanget med garn, hvor det er andre kvalitetsutfordringer.

Fra flåteledd ble det fortalt om erfaringer med ombygging av røropplegg og forbedret overlevelse på levende torsk. Ved å øke dimensjon på rør og flytting av vakuumentanker opp på shelterdekket ble det kortest vei for pumpeledningene. Ved bytting fra T-rør til en 3-veis ventil reduserer farten til fisk slik at ansiktsskader og ryggknekk unngås. Ved sortering og levering benyttes redusert trykk. I sum ble det fra flere i flåteleddet fortalt om både «farlige kryss og rundkjøringer om bord» og ventiler hvor fisken blir ført frem og tilbake.

Plassering og inntak i vakuumentanken ble diskutert. Hos flere fartøy er inntaksrør plassert på toppen av pumpen. Dette medfører at den første fisken faller tørt ned i tanken. Dette kan medføre betydelig skade på de første fiskene før tanken er fylt opp tilstrekkelig med vann. Det ble diskutert om en tank med inntak så lavt som mulig kan være en mulighet. Videre ble det fokusert på kapasitet på trykk-kompressor hvor 1/2 trykk og 2/3 sug ble foreslått som en mer skånsom prosess. Det ble foreslått om det kan trekkes parallell til pelagisk fiskeri hvor det benyttes flere tanker slik at en kontinuerlig pumpestrøm oppnås. Det ble stilt spørsmål om dette kan la seg gjøre i tradisjonelt kyst fiskeri. Argument imot er at det kan bli for plasskrevende. Noen mente at vakuumentanken burde stå midt mellom sugepunkt og der den skal levere. Det ble også påpekt at det er viktig å benytte trykkreduksjon for saktere tømming. Den kritiske perioden er tiden fisken er i rør og man bør sørge for å redusere tiden og belastningen for fisk fra not, og videre gjennom pumpe-systemet.

Det ble diskutert sekking versus pumping, og erfaringene fra industrien var at sekking ikke gir de samme kvalitetsutfordringene som ble diskutert i workshopen. Lasting ved hjelp av undertrykk – frekvensflytting ala brønnbåt ble foreslått som et alternativ. Fra flåtesiden argumenterte de med at det ville bli vanskelig med fangst- og artsestimering samt sortering av døde/levende.

I brønnbåter benyttes biomasse-målere. I disse er det bare en art og fisk i et gitt størrelsesområde.

Størrelse på fisken ble diskutert og det var foreslått at økende størrelse på fisken øker eksponeringen og risiko for store skader. Fiskekjøpere ser sjelden slike skader på fisk under 4 kg. Kan fangstbegrensning og fangstbetingelse øke overlevelse?

Fiskere og kjøpere forteller at store fangster ikke nødvendigvis gir de skadene vi snakker om her, men heller skinnskader og rød muskel. De lurte også på om fiskens kondisjon (før/etter gyting) har betydning: Blir fisk mer sårbar nært gytetidspunkt? Flere fiskere fortalte om problemer med å holde fisken levende i denne perioden.

Kjøling av fangst ble også diskutert og det var flere varianter av praksis. Noen kjøler fisken ned mot 0 grader, noen ned mot -0,7 og andre ned mot -0,5. Uansett var det enighet blant fiskere om at det ikke var lurt å blø ut fisken i vann kaldere enn -0,7 grader.

Noen fiskere foreslo å se til hvordan lossing til pelagiske anlegg foregår. Pelagisk sektor benytter tanker full av vann som er kjølt og båtene får kjølt vann i retur. Det ble hevdet at man i torskenæringen kvitter seg med vann for fort og at man ikke benytter seg av det kjølte vannet.

Pumpehastighet og dimensjonen på pumperør ble fremhevet fra systemleverandørene som viktige poeng i sak som gjelder skader på fisk. Det ble uttrykt frustrasjon over at fabrikkene og dekket om bord i båtene er det siste som planlegges. Det blir derfor for bratte stigninger, smale lameller og ikke optimale løsninger med tanke på velferd og kvalitet. RID-pumpen benytter 100–600 mm rør med variabel hastighet og er tenkt som et skånsomt alternativ. Ved design av anlegg er det viktig å ta hensyn til fiskens naturlige adferd. Det ble fortalt om blåmerker på levendefisk som kom fra at fisken slo med sporden da den var i fritt fall fra sklia og slo sporden i kanten. Det ble også fortalt at når fartøyene sløyer fangsten om bord, settes tempo ned og skadeomfanget reduseres.

Det ble også diskutert bruk av el-bedøver og justeringsbryteren hvor fisker kan stille opp strømstyrken. Noe som ikke anbefales, pga. for sterk strøm kan gi ryggknekk.

Det var enighet om at det er flere teorier om hvorfor kvalitetsfeil på stor snurrevadtorsk oppstår

Hovedteorien var at når fisken pumpes levende, vil belastninger med trange rør og knekker (90 grader) medføre slag og klemskader.

Det ble foreslått innledende tester hvor man kan innhente informasjon og kjøre statistikk over sannsynlighet for skade. I den sammenheng bør man innhente informasjon om:

- Type fartøy
- Mengde fangst
- Fangstredskap
- Pumping/sekking
- El-bedøver/slag
- Veikryss
- Temperatur
- Skader fangst/type skader
- Antall bend
- Vakuumpumpeplassering
- Tykkelse slanger – alle ledd
- Kondisjon fisk (gyteklar?)

2.2.1 Oppsummering, årsaks matrise utarbeidet etter webinar og diskusjon med referansegruppen

Operasjon	Fangst	Ombordtaking	Ombordprosessering	Lossing
Utstyr involvert	Snurrevadsekk	Sekking Vakuumpumpe	Sortering levende og døde El bedøver Bløgging Lemmer Overføring til lagringsrom/binger RSW	Vakuumpumpe kobles mot anlegg på land Krane med binger/kar Overføres til oppsamlingstanke
Hva kan gå galt?	Skadet fisk Klemskader Sprenget svømmeblære Død fisk	Klemskader «Vasking» av sekk ved rekka For «hard» pumping som gir slag og klemskader Fisk faller tørt ned i tanken (første fisken)	Slagskader For lang tid på sorteringsbrett Ryggknekk Feilskjær Slag/klemskader For høy temperatur (>4 C)	Fisk blåses med stor fart i avsilingkasser Klem/slagskader
Tiltak prosess	Vær og forhold optimalisert Kortere tauetid Oppstigningshastighet Fangstdybde «Styrt» mengde fisk	Ikke trenge fisk for hardt Bruke lengre tid ved inn pumping Mindre mengde fangst i hvert løft Mindre fangst i sekk Værforbehold Større frekvens i pumpe­slag Redusert fart på fisk v pumping	Mindre mengde fisk om gangen Redusert trykk ved sortering Rett strømfrekvens Opplæring Vann med tilstrekkelig lav temperatur	Lavere frekvens/hastighet Redusert trykk ved levering Vått mottak
Tiltak utstyr	Fangstbegrensing/Arts seleksjon Sekkutløser/Kosepose	Knuteløst lin Våt sekking Større dm i rør 3 veis ventil heller enn T rør 12-14 tomms Korrekt plassering av vakumtanke Kortere pumpevei Ny vakuumtanke (liggende) med lavt inntak Fokusere på trykk/kompressor kapasitet	Buede hjørner Rennende vann Kniver Større dm rør 12-14 tommer Ingen skarpe kanter, 90° og T vinkler 3 veis ventiler Rennende vann Temperaturmålere Kortere pumpevei Flere tanker for kontinuerlig pumpetrykk? Ala pelagisk Lasting ved undertrykk?	Større dim rør Større areal avsilingkasser Ombygging av anlegg uten skarpe kanter og vegger

3 Referanser

- Akse, L., K. Midling, S. Joensen, T. Tobiassen & G. Martinsen (2011).** Pumping av torsk og laks. Arbeidspakke 3: Hvitfisk – effekt av pumping. Rapport nr. 9/2011, Nofima, Tromsø. ISBN: 978-82-7251-857-7.
- Akse, L., S. Joensen & T. Tobiassen (2004).** Fangstskader på råstoff i kystfiske. Rapport, 15/2004, Nofima, Tromsø.
- Akse, L., S. Joensen & T. Tobiassen (2014).** Kvalitetsstatus for råstoff av torsk og hyse. Rapport 34/2014, Nofima, Tromsø.
- Akse, L., S. Joensen, T. Tobiassen, G. Martinsen, K. Midling & M.S.W. Breiland (2010b).** Torsk kjølt i RSW – råstoffkvalitet til filet og salting. Rapport 34/2010, Nofima, Tromsø.
- Akse, L., T. Tobiassen & G. Martinsen (2010a).** Ilandføring av usløyd torsk, hyse og sei-optimal behandling og kjøling med hensyn til kvalitet på fisk og biprodukter. Rapport 26/2010, Nofima, Tromsø.
- Alfredsen, O. (2016).** Torsk fanget på ulike tider av året. Vekt- og kvalitetsendringer når torsken lewendelagres uten fôring (Master's thesis, UiT The Arctic University of Norway).
- Benoît, H.P., T. Hurlbut & J. Chassé (2010).** Assessing the factors influencing discard mortality of demersal fishes using a semi-quantitative indicator of survival potential. *Fish. Res.*, **106**, pp. 436–447.
- Borderías, A.J. & I. Sánchez-Alonso (2011).** First processing steps and the quality of wild and farmed fish. *J. Food Sci.*, **76**, R1-R5.
- Breen, M. (2004).** Investigating the mortality of fish escaping from towed fishing gears - a critical analysis. PhD. Thesis, University of Aberdeen, Scotland. 313pp.
- Breen, M., J. Dyson, G. Finbarr, O'Neill, E. Jones & M. Haigh (2004).** Swimming endurance of haddock (*Melanogrammus aeglefinus* L.) at prolonged and sustained swimming speeds, and its role in their capture by towed fishing gears. *ICES J. Mar. Sci.* **61**:7, pp. 1071–1079.
- Breen, M., N. Anders, O.-B. Humborstad, J. Nilsson, M. Tenningen & A. Vold (2019).** Catch Welfare in Commercial Fisheries. In *Fish Welfare* (Eds. Kristiansen, Fernø, Pavlidis, Van de Vis). Springer.
- Brinkhof, J., S.H. Olsen, Ó.A. Ingólfsson, B. Herrmann & R.B. Larsen (2018).** Sequential codend improves quality of trawl-caught cod. *PLoS one*, **13**, e0204328.
- Cole, R.G., N.K. Alcock, S.J. Handley, K.R. Grange, S. Black, D. Cairney, J. Day, S. Ford & A.R. Jerrett (2003).** Selective capture of blue cod *Paraperis colias* by potting: behavioural observations and effects of capture method on peri-mortem fatigue. *Fish. Res.*, **60**, pp. 381–392.
- Digre, H., I.G. Aursand., H. Aasjord & H. Geving (2010).** Fangstbehandling i snurrevadflåten sluttrapport. SINTEF Fiskeri og havbruk rapport SFH80 A 105002.
- Digre, H., M. Sistaga, E. Grimaldo & I.H. Schei (2013).** Fangstoperasjon og fiskekvalitet. Tokt med snurrevadfartøyet Harhaug mars 2012. SINTEF Fiskeri og havbruk rapport SFH80 A 25246.
- Erikson, U., S.H. Gjørund, M. Sistaga, H. Westavik, M. Heide, L. Grimsmo & H. Digre (2013).** Sluttrapport AP2: Skånsom ombordtaking og oppbevaring av snurrevadfanget fisk før avliving. Visualisering av konsept for oppbevaring av fisk før bedøving. Sintef rapport A23928. ISBN 978-82-14-05566-5.
- Erikson, U.G., H. Westavik, L. Grimsmo & H. Digre (2014).** Sluttrapport AP3: Automatisk bedøving av villfisk. Sintef rapport A26092.
- Espmark, Å.M., O.B. Humborstad & K.Ø. Midling (2012).** Pumping av torsk og laks, faktorer som påvirker velferd og kvalitet. Rapport 6/2012, Nofima, Tromsø. ISBN: 978-82-7251-958-1.

- Henriksen, E., M. Svorken, G. Sogn-Grundvåg, T.N. Ageeva, T. Tobiassen, K. Heia & S.H. Olsen (2020)** Fartøyenes fangst – og føringskapasitet og kvalitet på landet hvitfisk. Rapport 19/2020, Nofima, Tromsø.
- Humborstad, O.B., C. Noble, B.S. Sæther, K.Ø. Midling & M. Breen (2019).** Fish welfare in capture-based aquaculture (CBA). In *The welfare of fish*, Chapter 19. (Kristiansen, T., Fernø, A., Van de Vis, H. & Pavlidis, M. (Eds).
- Isaksen, B., & K.Ø. Midling (2012).** Fangstbasert akvakultur på torskens håndbok. Havforskningsinstituttet, Nofima og FHF.
- Isaksen, B., K.Ø. Midling, O.B. Humborstad & T. Kristiansen (2004).** FANGSTBASERT HAVBRUK. En utredning om fangst og hold av villtorsk og andre marine arter, velferd og risiko. Utredning for Vitenskapskomiteen for mattrygghet - VKM. Rapport fra Havforskningsinstituttet og Fiskeriforskning, 12. desember.
- Joensen, S., B.H. Nøstvold, T. Tobiassen, B.I. Bendiksen & H. Nilsen (2017).** Råstoffkvalitet på torsk fra kystfartøy. Evaluering av effekten av kvalitetstilsynet i regi av Norges Råfisklag. Rapport 31/2017, Nofima, Tromsø.
- Karlsson-Drangsholt, A., R. Svalheim, Ø. Aas-Hansen, S. Olsen, K. Midling, M. Breen, E. Grimsbø & H. Johnsen (2018).** Recovery from exhaustive swimming and its effect on fillet quality in haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) *Fish.Res.*, **197**, pp. 96–104.
- Mejdell C.M. (2004).** Konsekvenser av menneskelig aktivitet på dyrevelferd hos viltlevende dyr. VESO AS. ISBN: 82-91743-25-8
- Michie, I. (2001).** Causes of downgrading in the salmon farming industry. In S. C. Kestin & P. D. Warris (Eds.), *Farmed fish quality* (pp. 129–136). Oxford: Fishing News Books - Blackwell Science.
- Midling, K.Ø., C. Koren & B.-S. Sæther (2006).** Svømmeblære hos torsk – punktering i forbindelse med fangstbasert akvakultur, mekanismer for reperasjon og sårheling. Rapport 18/2006, Nofima, Tromsø.
- Midling, K.Ø., S. Harris, O.B. Humborstad, L. Akse, C. Noble, T. Evensen, R. Jakobsen & T. Tobiassen (2011).** Slaktning direkte fra oppdrettsmerd, Tauranga – fase 3. Rapport 44/2011, Nofima, Tromsø.
- Noble, C., K. Gismervik, M.H. Iversen, J. Kolarevic, J. Nilsson, L.H. Stien & J.F. Turnbull (Eds.) (2018).** *Welfare Indicators for farmed Atlantic salmon: tools for assessing fish welfare*, 351p.
- Norges Råfisklag (2018).** Rapport fra Norges Råfisklag, avdeling for ressurs og miljø, kvalitetstilsyn 2015-2017.
- Olsen, S.H., N.K. Sørensen, R. Larsen, E.O. Elvevoll & H. Nilsen (2008).** Impact of pre-slaughter stress on residual blood in fillet portions of farmed Atlantic cod (*Gadus morhua*)—measured chemically and by visible and near-infrared spectroscopy. *Aquaculture*, **284**:1-4, pp. 90–97.
- Olsen, S.H., T. Tobiassen, L. Akse, T.H. Evensen & K.Ø. Midling (2013).** Capture induced stress and live storage of Atlantic cod (*Gadus morhua*) caught by trawl: consequences for the flesh quality. *Fish. Res.*, **147**, pp. 446–453.
- Olsen, S.H., T. Tobiassen, T.H. Evensen, S. Joensen & H. Nilsen (2018).** Bygging av mellomlagringstank, rigging og praktiske tester (OPTIPRO 3). Rapport 04/2018, Nofima, Tromsø.
- Robb, D. & P. Whittington (2004).** Fish Welfare: a quality issue. *Fish Farm. Inter.*, **31**, p. 28.
- Roth, B. & B.T. Rotabakk (2012).** Stress associated with commercial longlining and recreational fishing of saithe (*Pollachius virens*) and the subsequent effect on blood gases and chemistry. *Fish. Res.*, **115**, pp. 110–114.
- Sandblom, E. & A. Gräns (2017).** Form, function and control of the vasculature. In *Fish physiology*, **36**, pp. 369–433. Academic press.

- Sigholt, T., U. Erikson, T. Rustad, S. Johansen, T.S. Nordtvedt & A. Seland (1997).** Handling stress and storage temperature affect meat quality of farmed-raised Atlantic salmon (*Salmo salar*). *J. Food Sci.*, **62**, pp. 898–905.
- Skjelvareid, M.H., K. Heia, S.H. Olsen & S.K. Stormo (2017).** Detection of blood in fish muscle by constrained spectral unmixing of hyperspectral images. *J. Food Engin.*, **212**, pp. 252–261.
- Skjervold, P.O., S.O. Fjæra, P.B. Østby & O. Einen (2001).** Live-chilling and crowding stress before slaughter of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, **192**, pp. 265–280.
- Suuronen, P., E. Lehtonen & P. Jounela (2005).** Escape mortality of trawl caught Baltic cod (*Gadus morhua*) - the effect of water temperature, fish size and codend catch. *Fish. Res.* **71**:2, 151–163.
- Svalheim, R.A., A. Karlsson-Drangsholt, S.H. Olsen, H.K. Johnsen & Ø. Aas-Hansen (2017).** Effects of exhaustive swimming and subsequent recuperation on flesh quality in unstressed Atlantic cod (*Gadus Morhua*). *Fish. Res.* **193**, pp. 158–163.
- Svalheim, R.A., E. Burgerhout, K. Heia, S. Joensen, S. Olsen, H. Nilsen & T. Tobiassen (2019).** Differential response to air exposure in crowded and uncrowded Atlantic cod (*Gadus morhua*): Consequences for fillet quality. *Food Bioscience*, **28**, pp. 15–19.
- Svalheim, R.A., Ø. Aas-Hansen, K. Heia, A. Drangsholt-Karlsson, S.-H. Olsen & H.K. Johnsen (2018).** Simulated trawling: Exhaustive swimming followed by extreme crowding as contributing reasons to variable fillet quality in trawl-caught Atlantic cod (*Gadus morhua*). *BioRxiv*, 372581.
- Sæther, B.-S., C. Noble, K.Ø. Midling, T. Tobiassen, L. Akse, C. Koren & O.-B. Humborstad (2016)** Velferd hos villfanget torsk i merd. Rapport 16/2016, Nofima, Tromsø.
- Tobiassen, T., A. Hustad, T.H. Evensen, T.N. Ageeva, G. Martinsen, S. Joensen, S.H. Olsen, K. Heia & C.M. Mejdell (2018b).** Bedøvelse og bløgging av fisk om bord i fartøy – Faglig sluttrapport. Rapport 28/2018, Nofima, Tromsø.
- Tobiassen, T., G. Martinsen, S. Kristoffersen, S. Hustad, S. Olsen, K. Heia, S. Joensen, O. Ingolfsson & T.S. Nordtvedt (2019).** Levende levert hyse som er kontrollert slaktet gir store fortrinn under prosessering og kjølelagring. Rapport 10/2019, Nofima, Tromsø.
- Tobiassen, T., K. Heia, S.H. Olsen, K. Heia, R.A. Svalheim, S. Joensen, M.K. Karlsen, M.H. Skjelvareid & S.K. Stormo (2016).** Bløgging og holdbarhet på torsk. Rapport 10/2016, Nofima, Tromsø.
- Tobiassen, T., T.H. Evensen, S.H. Olsen, K. Heia, S. Joensen, O. Ingolfsson, O.-B. Humborstad, T.S. Nordtvedt & G.M. Tveit (2018a).** Ilandføring av levendelevert hyse—Optimal behandling, slaktning, kjøling og prosessering med hensyn til kvalitet. Rapport, 15/2018, Nofima, Tromsø.

