

# Kvalitet på levendelevvert torsk som dør i merd

Hvordan ulik oppholdstid i sjøvann etter død påvirker kvaliteten



Foto: Sjurður Joensen

Margrethe Esaiassen, Tatiana N. Ageeva, Gustav Martinsen, Heidi A. Nilsen, Torbjørn Tobiassen og Sjurður Joensen

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 Johnsen gate 4

Postboks 8034

NO-4068 Stavanger



#### Sunndalsøra

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> 8/2022	<i>ISBN:</i> 978-82-8296-710-5	<i>ISSN:</i> 1890-579X
<i>Dato:</i> 23. mars 2022	<i>Antall sider + sider vedlegg:</i> 13 + 5	<i>Prosjektnummer:</i> 20933
<i>Tittel:</i> <b>Kvalitet på levendelevert torsk som dør i merd – Hvordan ulik oppholdstid i sjøvann etter død påvirker kvaliteten</b>		
<i>Title:</i> Quality of live-caught cod that dies in cages – The effect of retention times in seawater upon quality		
<i>Forfatter(e):</i> Margrethe Esaiassen, Tatiana N. Ageeva, Gustav Martinsen, Heidi A. Nilsen, Torbjørn Tobiassen og Sjurdur Joensen		
<i>Avdeling:</i> Sjømatindustri		
<i>Oppdragsgiver:</i> Nærings- og fiskeridepartementet		
<i>Eksternt prosjektnummer/Oppdragsgivers ref.:</i> -		
<i>Stikkord:</i> Kvalitet, død fisk, utblødning		
<i>Sammendrag/anbefalinger:</i> <p>I dette arbeidet er det vist at holdbarheten til både hel fisk og filet ble forkortet med to dager dersom fisken lå 24 i stedet for 10 timer i sjøvann etter død, selv ved de lave sjøvannstemperaturene som ble brukt i dette forsøket (+3,5 °C). Det er grunn til å forvente at ved sjøtemperatur på 7–8 °C blir holdbarheten forkortet med ytterligere et par dager.</p> <p>Ved vurdering av hel fisk like etter opptak, hadde fisk som lå 24 eller 48 fisker i sjøen etter død mattere skinn og øyne, endret farge og sterkere lukt i gjellene enn gruppene som lå kortere tid i sjø, samt at de utviklet «Fiskeaktig, lett syrlig/dårlig lukt» (karakteren 2) i bukhulen allerede innen 5–6 dagers islagring.</p> <p>Like etter filetering var det små forskjeller mellom gruppene. Den videre utviklingen i filetindeks er relativt lik for fisk som er tatt opp av sjøen umiddelbart, eller 10 timer etter død, mens en forsinkelse av opptak til 24 eller 48 timer medfører raskere forringelse.</p> <p>Analyser viste at størrelsen på fisken signifikant påvirket flere av kvalitetsparameterne. Jo større fisk, jo mer skader og dårligere utblødning, samt kortere holdbarhet både som hel fisk og som filet. Sammen med kunnskapen om at stor snurrevadfanger torsk har betydelig økt skadefrekvens sammenlignet med mindre torsk (Tobiassen et al., 2021), viser det at det er behov for ytterligere undersøkelser av sammenhengen mellom fiskestørrelse, kvalitet og kvalitetsutvikling.</p>		
<i>English summary/recommendation:</i> <p>It has been shown that the shelf life of both whole fish and fillets was shortened by two days if fish was held in seawater for 24 instead of 10 hours after death, even at the very low seawater temperatures in this experiment (+3.5 °C).</p> <p>It is also shown that the larger the fish, the more damages and poorer bleeding, as well as shorter shelf life both as a whole fish and as a fillet. This is in accordance with the increased injury frequency that has been reported on large cod when assessing damage to cod caught by demersal seine.</p>		

## Innhold

<b>1</b>	<b>Bakgrunn</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Materiale og metode</b>	<b>2</b>
2.1	Råstoff	2
2.2	Forsøksoppsett og analyser	3
<b>3</b>	<b>Resultater og diskusjon</b>	<b>5</b>
3.1	Skader på fisk ved opptak	5
3.2	Endringer i bukhulen	6
3.3	Ferskhetsendringer i hel, sløyd fisk med hode	7
3.4	Ferskhetsendringer i filet	8
3.4.1	Filetindeks	8
3.4.2	Totalt flyktig nitrogen (TVN)	9
3.5	Blodfeil i filet	9
<b>4</b>	<b>Konklusjon</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>Referanser</b>	<b>12</b>
<b>Vedlegg</b>		<b>i</b>
Vedlegg 1		i
Vedlegg 2		ii
Vedlegg 3		iii
Vedlegg 4		iv
Vedlegg 5		v

# 1 Bakgrunn

Etter levering av levende torsk til levende mellomlagring vil noen av fiskene dø som følge av påkjenningene ved fangst og levering. Vanligvis er dødeligheten størst de første timene og dagene etter levering, for så å avta betydelig i løpet av en ukes tid.

Med bakgrunn i Matlovens §16 og Animaliebiproduktforskriften har Mattilsynet satt 48 timer etter innsett som grense for når selvdød fisk kan anvendes til konsum; «Fra innsett i merd og 48 timer fremover, kan selvdød fisk gå til konsum», «Selvdød fisk tatt ut av merdene mer enn 48 timer etter innsett av den første fisken i merden er et biprodukt» (Mattilsynet, 2021).

De overnevnte lover/forskrifter skal sikre at dyr som er død av sykdom ikke nyttes til konsum. Så langt vi kjenner til er det imidlertid ikke dokumentert hvor lenge etter innsett fangstskader og påkjenninger ved fangsten kan regnes som dødsårsak til selvdød fisk, og når sykdom må regnes som dødsårsak.

Kvaliteten og holdbarheten vil påvirkes av oppholdstid i sjøen *post mortem*. I dagens regelverk er det ikke krav til daglig røkting, men Mattilsynet presiserer i sin «2021 Veileder til tilsynsmal levendelagring av torsk» at daglig røkting er satt som vilkår av Fiskeridirektoratet til de som har fått dispensasjon til lagring i 20 uker (Mattilsynet, 2021). Om røktingen skjer en gang i døgnet medfører det at død fisk som tas opp fra merden kan ha vært død mellom 0 og 24 timer.

Tid fra død til opptak fra sjø vil påvirke muligheten for blodtømming av fisken. Det er imidlertid sannsynlig at det er liten mulighet til god blodtapping av selvdød fisk uansett frekvens på røktingen, etter som selvdød fisk vil være tilnærmet like dårlig utblødd som ubløgget fisk selv når blodtappingen starter bare tre timer etter død (Akse et al., 2012).

Fra tidligere vet man at temperaturen fisken er oppbevart under har stor betydning for kvaliteten og holdbarheten. Eksempelvis vil økning av lagringstemperaturen fra 0 til 4 °C halvere holdbarheten (Esaassen et al., 2006; Magnússon et al., 2010; Odeyemi et al., 2018; Olafsdottir et al., 2006; Sampels, 2014; Spencer & Baines, 1964). I et arbeid av Lorentzen et al. (2020) er det vist at selv en liten temperaturøkning på 2 °C en periode under lagring av torskefilet reduserer holdbarheten signifikant. De samme forfatterne foreslår også å vurdere holdbarhet ikke bare som tid, men som «døgngrader» i og med at temperaturen har så stor betydning. Magnússon et al. (2010) har undersøkt hvordan ulike kjølemetoder påvirker kvaliteten til hel torsk, og påpeker viktigheten av tilstrekkelig og god kjøling helt fra fangst.

Spisekvaliteten og holdbarheten på fisken er avhengig av tiden fisken ligger død i havet, og frekvensen av røkting er sentral. I dette arbeidet er derfor hensikten å undersøke hvilken effekt oppholdstid i havet etter død, har på kvalitet og holdbarhet til levendefanget/levendelagret torsk.

## 2 Materiale og metode

### 2.1 Råstoff

Torsk ble fanget av MS *Asbjørn Selsbane* (55 m, 2700 kW) på Mulegga utenfor Troms ved bruk av (semi)pelagisk trål i februar 2021. Vindstyrken var 12–20 m/s S/SØ, mens sjøtemperaturen var 4,5–5 °C ved overflata, og 6 °C ved bunnen. Som trål ble det benyttet en to-panels 540 m snurrevad fra Selstad, med 1 m høyt skjørt og Thyborøn type VF15 pelagiske dører (5 m<sup>2</sup>). Sekken var firepanels med knuteløst 150 mm PE, 4 x 15 masker i omkrets, 49,5 masker lang. Bakerst på sekken var det montert en Jatronic sekkeutløser som åpnet sekken på 30 m dyp, slik at fisken ved innhiving ble overført til en 12,5 m lang 130 mm kvadratmaskesekk med kiler for å sikre skånsom ombordtaking av fisk.

Det ble tauet på 155–210 m dybde, og data for halene er gitt i Tabell 1. Fisken ble pumpet fra sekken med vakuumpumpe (MMC First Process, Norge) gjennom 14" rør. Pumpen var utstyrt med 4500 l vakuumtank og 2 x 50 kW aggregater. Død fisk ble sortert ut etter avsilingskassen før fisken ble overført til båtens levendefisktanker. Tankene har samlet størrelse 499 m<sup>3</sup>, og vannutskifting 1900 m<sup>3</sup>/t. Fisken ble holdt levende om bord 2–3 døgn etter fangst før levering på Sjøanlegget til Havbruksstasjonen i Tromsø.

Syv dager etter levering ble 80 torsk med en gjennomsnittsvekt på 7,5 kg (3,3–10,8 kg) håvet skånsomt fra merden og avlivet med slag i hodet. 20 fisk ble umiddelbart lagt i is og transportert til Nofima, mens de øvrige ble overført til sjøvannsbeholdere for simulering av opphold i merd etter død.

Grupper á 20 fisk ble tatt ut av sjøvannsbeholderne etter henholdsvis 10, 24 og 48 timer, lagt i is og transportert til Nofima. Ved forsøkets start var sjøvannstemperaturen ved Sjøanlegget 3,5 °C. For bibeholdelse av sjøtemperaturen, samt for å unngå bakterievekst, ble vannet jevnlig skiftet i sjøvannsbeholderne. Samtidig ble temperaturen logget i hodet på fem fisk, og gjennomsnittstemperaturen var 3,9–4,2 °C.

Ved ankomst Nofima ble fisken målt, veid og sløyd. Vekt av lever, gonader og mage/tarm ble registrert. Biologiske data for fisken er gitt i Tabell 2.

Tabell 1 Oversikt over posisjon, dybde, tauetid og fangstmengde ved utførte hal

Posisjon start		Posisjon hiving		Dybde [m]	Tauetid [t:m]	Fangst total [kg]	Torsk [kg]	Sei [kg]
69,911	16,656	69,920	16,902	228	02:11	910	900	10
69,953	16,784	69,969	16,981	155	01:21	1 950	1800	150
69,933	16,685	69,994	16,909	200	02:29	230	200	30
70,205	17,972	70,262	18,123	204	01:55	100	100	0

Tabell 2 Biologiske data for fisk i de ulike forsøksgruppene, gitt ved gjennomsnitt og intervall

	All fisk (N=80)	0 t (N=20)	10 t (N=20)	24 t (N=20)	48 t (N=20)
Lengde [cm]	92 (72–106)	94 (79–105)	91 (74–105)	94 (76–106)	89 (72–101)
Rund vekt [kg]	7,5 (3,3–10,8)	7,7 (4,1–10,8)	7,4 (3,6–10,4)	7,8 (3,4–10,3)	7,1 (3,3–10,2)
Sløyd vekt [kg]	5,7 (2,8–8,7)	6,0 (3,3–8,7)	5,5 (3,2–7,8)	6,0 (2,8–8,0)	5,3 (2,9–7,5)
Levervekt [g]	555 (75–1235)	543 (155–955)	559 (75–1100)	610 (130–1235)	510 (105–1035)
Gonadevekt [g]	802 (25–1815)	777 (180–1275)	772 (35–1815)	839 (328–1680)	821 (25–1520)
Vekt mage/tarm [g]	283 (110–645)	288 (140–525)	287 (170–620)	277 (110–375)	283 (145–645)
Antall han/hun	46/34	10/10	10/10	12/8	14/6

## 2.2 Forsøksoppsett og analyser

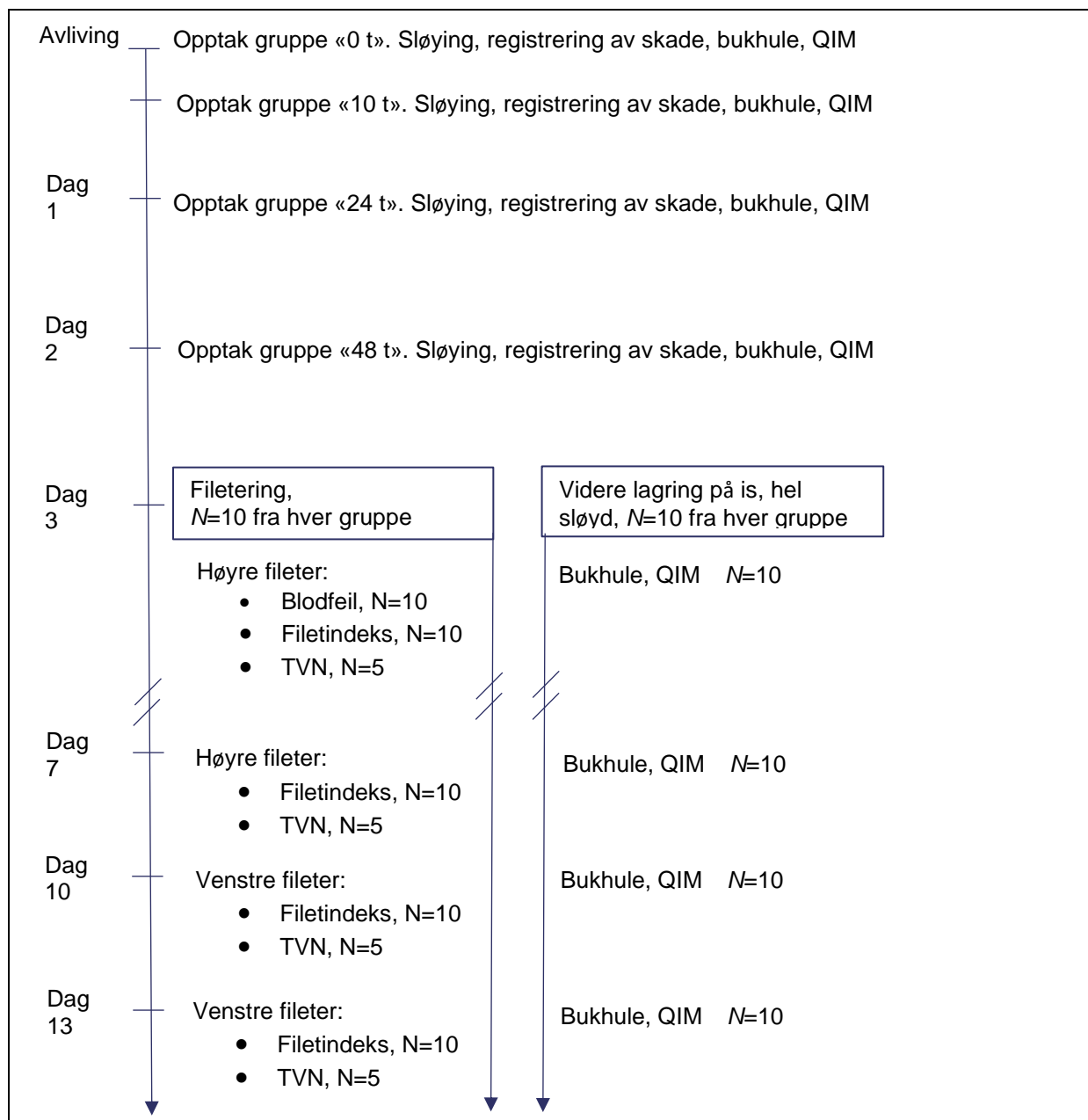
Forsøksoppsettet er vist i Figur 1. Umiddelbart etter sløyning av de enkelte gruppene gjennomførte et dommerpanel på fem dommere registreringer av *Skade* (vedlegg 1), vurdering av *Bukhule* (vedlegg 2), og QIM (vedlegg 3). Ved vurderinger av *Skade* ble utblødning og merker etter redskap og håndtering registrert, samt ytre skader som kan oppstå på dødfisk i sjøvann. I skjema for *Bukhule* ble lukt og tæring i bukhalen vurdert, mens QIM ble benyttet for å kartlegge ferskhetsendringer. Tre dager etter avliving ble ti fisk fra hver gruppe filetert, mens de øvrige ti ble beholdt sløyd med hode og lagret på is, for dommernes videre undersøkelser av bukhole og QIM 7, 10 og 13 dager etter avliving.

Like etter fileteringen vurderte fem dommere høyrefiletene etter skjema for *Blodfeil* (vedlegg 4), samt *Filetindeks* (vedlegg 5). *Filetindeks* ble også vurdert 7, 10 og 13 dager etter avliving. Ved vurdering av *Blodfeil* på filetene ble omfang og lokalisering av blodflekker registrert, samt hvorvidt de har oppstått som følge av slag eller sprenging av svømmeblæra. *Filetindeks* ble benyttet for å kartlegge ferskhetsendringer i filetene. For analyse av totalt flyktig nitrogen (TVN) ble det skåret ut cirka 100 g muskel fra midt i fileten. Denne ble fryst ned ved -40 °C og transportert til Biolab i Bergen, hvor det ble opparbeidet TCA-ekstrakt som beskrevet i Hjort-Hansen & Bakken (1947) for analysering av TVN som beskrevet i Conway & Byrne (1933).

Det ble gjennomført instrumentell analyse av blodmengden i filetene 3 dager etter filetering. Målingen ble utført ved hjelp av hyperspektral avbildning (Skjelvareid et al., 2017). Billedprosesseringen ble gjennomført med Prediktera's Breeze software (<https://prediktera.com/>).

Gjennomsnitt og standardavvik for biologiske data, TVN og kvalitetsindeks (QIM) er beregnet ved bruk av Excel. Resultatene fra *filetindeks* er presentert som medianer, også ved bruk av Excel.

For å analysere hvilke parametere (biologiske parametere, tid i sjø før opptak, lagringstid på is) som hadde signifikant påvirkning på de ulike kvalitetsmålingene/parameterne er det benyttet regresjonsanalyse (Partial Least Square Analysis) i programpakken Unscrambler (CAMO, Oslo), med Martens Uncertainty test (Martens & Martens, 2000).



Figur 1 Forsøksoppsett som viser tidsforløp, analyseplan og antall fisk for hver analyse



### 3 Resultater og diskusjon

#### 3.1 Skader på fisk ved opptak

Ved vurdering av skader (*Fangstskader* og *Dødfiskfeil*) går karakterskalaen fra 0 (ingen feil) opp til karakter 2 (*vedlegg 1*). Som vist i Tabell 3, er det kun utslag på parameteren «*Vrak/sjødød*» på fisk som ble tatt ut av sjøvannet 48 timer etter avliving. At dødfiskpreget inntreffer såpass seint skyldes etter all sannsynlighet uvanlig lav sjøtemperatur under forsøket (+3,5 °C). Siden selv små temperaturendringer påvirker kvalitet og holdbarhet til fisk (Magnússen et al., 2010; Tobiassen et al., 2016), kan man forvente at selv en mindre temperaturøkning opp til 7–8 °C vil gi dødfiskpreg etter 24 timer, og enda tidligere ved ytterligere høyere sjøtemperaturer.

Som vist i tabellen er det flere fisk som får karakter 1 og 2 på «*Blodsprengt*» jo lenger fisken har vært i sjøvann etter død, denne virkningen er signifikant. Når det gjelder utbredelse av «*Rødt hode*», rød misfarging på hodet, øker dette signifikant med økende tid i sjøvann før opptak. I tillegg er det vist at størrelsen på fisken har betydning; jo mindre fisken er jo flere fisk har rødt hode.

«*Utblødning*» er ikke påvirket av hvor lenge den ligger i sjøvann etter død. Dette skyldes sannsynligvis at i alle forsøksgruppene var tidspunkt for bløgging seinere enn det som er anbefalt for å kunne blodtappe fisken (Olsen et al., 2014). Statistiske analyser viste derimot at **størrelsen** på fisken, både lengde og vekt, påvirket utblødningen signifikant, slik at større fisk hadde dårligere utblødning (høyere karakter) enn mindre fisk.

Det var ingen, eller svært få fisk som hadde redskapsmerker, merker etter høtt/krok, klemskader eller skader på skinn. Dette skyldes etter all sannsynlighet at det var små fangster ved innhenting av råstoffet sammenlignet med kommersielle fangster. Det er tidligere vist klare sammenhenger mellom fangstmengde og frekvensen av skader på snurrevadfanget fisk (Joensen et al., 2017). Det er dermed ikke grunnlag for å vurdere hvordan slike skader påvirkes av opphold i sjøen etter død.

Tabell 3 Skader på fisk ved opptak fra sjøvann avhengig av oppholdstid i sjø etter død

		«0 timer» (N=15)			«10 timer» (N=15)			«24 timer» (N=15)			«48 timer» (N=15)		
		Median	Antall «1»	Antall «2»	Median	Antall «1»	Antall «2»	Median	Antall «1»	Antall «2»	Median	Antall «1»	Antall «2»
Fangstskader	Vrak/sjødød*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	7
	Utblødning	2	7	8	1	10	5	1	9	5	2	5	10
	Blodsprengt*	1	7	0	0	5	1	1	3	5	1	10	5
	Redskapsmerker	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Høtt/krok	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Klemskader	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	Slitt skinn	0	2	0	0	2	1	0	4	0	0	3	0
Dødfiskfeil	Sår/åpning i skinn	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
	Skinntæring	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
	Finneskader	1	12	2	1	14	0	1	14	0	1	14	0
	Rødt hode*	1	10	1	1	10	1	1	10	5	2	7	8
	Skader øyne	0	5	1	0	2	0	0	2	4	0	3	0

(\*) Egenskaper som endrer seg signifikant ( $p < 0,05$ ) med økende oppholdstid i sjøvann etter død.

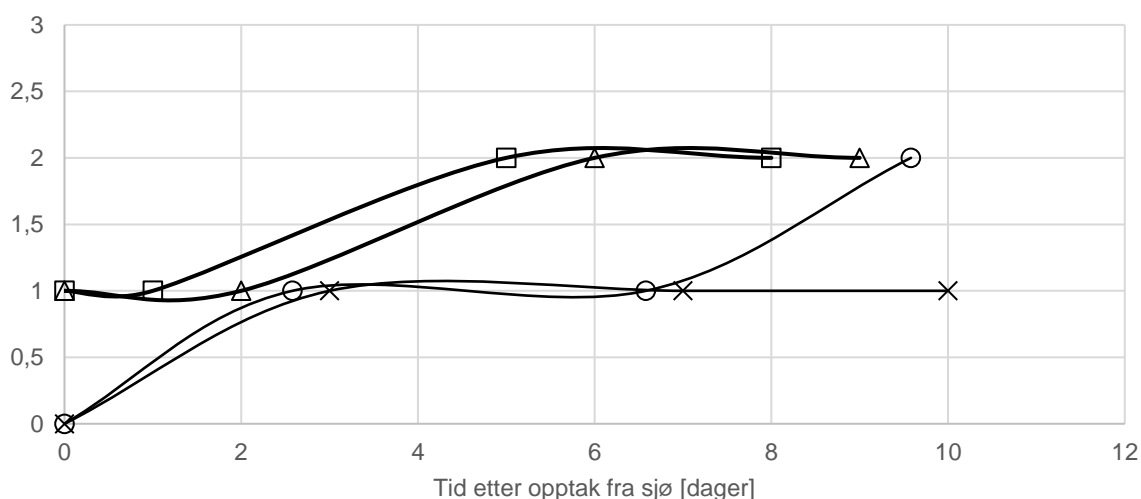
### 3.2 Endringer i bukhulen

For å undersøke hvordan lukt og nedbryting i bukhulen påvirkes av hvor lenge fisken blir liggende i sjøvann etter død, ble lukt, misfarging og buktæring vurdert på sløyd fisk like etter opptak fra sjøvannet og under den videre islagringen (Vedlegg 2). Det var svært få fisk som hadde buktæring og/eller misfarging, og i dette forsøket ble det ikke påvist sammenheng med økende oppholdstid i sjøvann etter død. Det må imidlertid bemerkes at dette ikke nødvendigvis er overførbart til annet råstoff, som for eksempel loddetorsk.

Som vist i Figur 2 er derimot lukten i bukhulen påvirket av hvor lenge fisken ligger død i sjøvann før opptak. Fisken som ble tatt opp umiddelbart etter avlaving beholder nøytral lukt (karakteren 1) i bukhulen gjennom hele lagringsperioden. Fisken som lå 10 timer i sjø før opptak hadde i hovedsak samme nøytrale lukt i bukhula under den påfølgende islagringen. Etter 9–10 dagers lagring framstiller figuren en større forskjell i luktbildet mellom disse to gruppene enn om man ser på enkeltresultatene. Dette skyldes at figuren viser medianer, karakteren som oftest er brukt på fiskene i gruppen. Like under halvparten av bedømmingene på den ene gruppen (0 timer) fikk karakteren 2, mens like over halvparten av den andre gruppen (10 timer) fikk karakteren 2.

Fisk som lå 24 eller 48 timer i sjø før opptak hadde raskere utvikling av dårlig lukt i bukhulen enn de to øvrige gruppene, og utviklet «Fiskeaktig, lett syrlig/dårlig lukt» (karakteren 2) allerede innen 5–6 dagers islagring. Etter 8 dagers islagring var det begynnende forskjell i lukta mellom fisken som lå 24 og 48 timer i sjø før opptak. En fjerdedel av sistnevnte gruppe fikk karakteren 3 «Tydelig syrlig/bedervet/råtten». Dette resultatet framkommer heller ikke i figuren, i og med at det er benyttet medianer. Statistiske analyser bekreftet imidlertid at lukten i bukhulen ble signifikant forverret av både økende oppholdstid i sjøvann etter død og videre økende lagringstid på is.

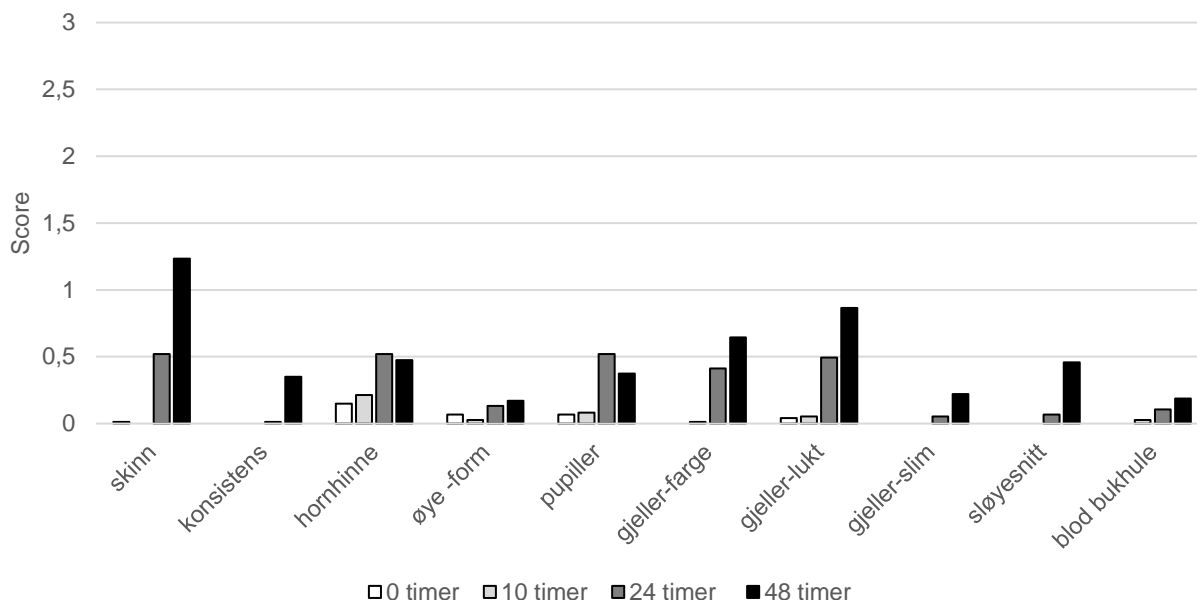
Som tidligere nevnt var sjøtemperaturen uvanlig lav under dette forsøket. Med høyere sjøtemperaturer vil dårlig lukt utvikles tidligere, og man kan anta at forskjellene mellom gruppene som lå 0, 10, 24 og 48 timer i sjøvann vil bli større.



Figur 2 Utvikling av dårlig lukt i buken under islagring av fisk som lå i sjøvann 0 (X), 10 (O), 24 (Δ) og 48 (□) timer etter død. Resultatene er presentert som medianer av den sensoriske scoren.

### 3.3 Ferskhetsendringer i hel, sløyd fisk med hode

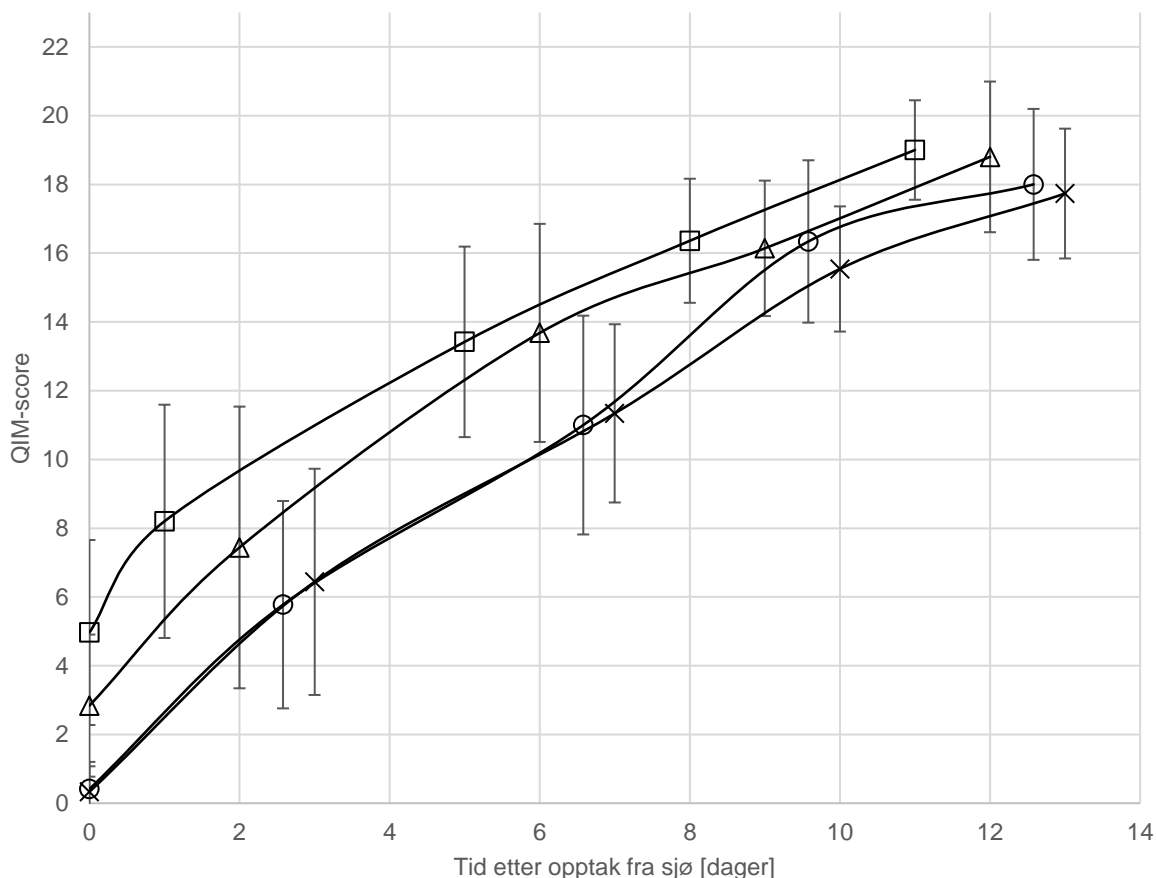
Kvalitetsindeksmetoden QIM (Vedlegg 3) ble brukt for å registrere ferskhetsendringene i råstoffet under islagring. Som vist i Figur 3 er det høyere score på flere parametere jo lenger oppholdstid fisken hadde i sjø etter død. Dette innebærer mattere skinn og øyne, samt fargeendringer og sterkere lukt i gjellene.



Figur 3 Score på de enkelte parameterne som inngår i kvalitetsindeksmetoden (QIM) like etter opptak av fisk som lå i sjøvann 0, 10, 24 og 48 timer etter død. Resultatene er presentert som gjennomsnitt av bedømmelsene (5 dommere, 10 fisk i hver gruppe).

Figur 4 viser utviklingen i kvalitetsindeks (QIM-score) over tid for fisk som hadde ulik oppholdstid i sjøvannet etter død. Det var relativt liten forskjell mellom fisk som var tatt opp fra vannet umiddelbart etter avliving og den som lå i vannet 10 timer før opptak. Økning fra 10 til 24 timer medfører større forskjeller i kvalitet og holdbarhet. Fisk som er tatt opp fra vannet umiddelbart eller 10 timer etter avliving hadde holdbarhet på cirka 13 dager (forkastning ved QIM-score 18; Martinsdóttir et al., 2001), mens holdbarheten var to dager kortere for fisk som har ligget 24 timer i vannet.

Statistiske analyser viste at i tillegg til lagringstid på is og tid som død i sjø, hadde størrelsen på fisken også signifikant betydning for QIM-scoren, slik at stor fisk hadde raskere forringelse (økning i QIM-score) enn mindre fisk. Sammen med kunnskapen om at stor snurrevadfanger torsk har betydelig økt skadefrekvens sammenlignet med mindre torsk (Tobiassen et al., 2021), viser det at det er behov for ytterligere undersøkelser av sammenhengen mellom størrelse på fisk, kvalitet og kvalitetsutvikling.



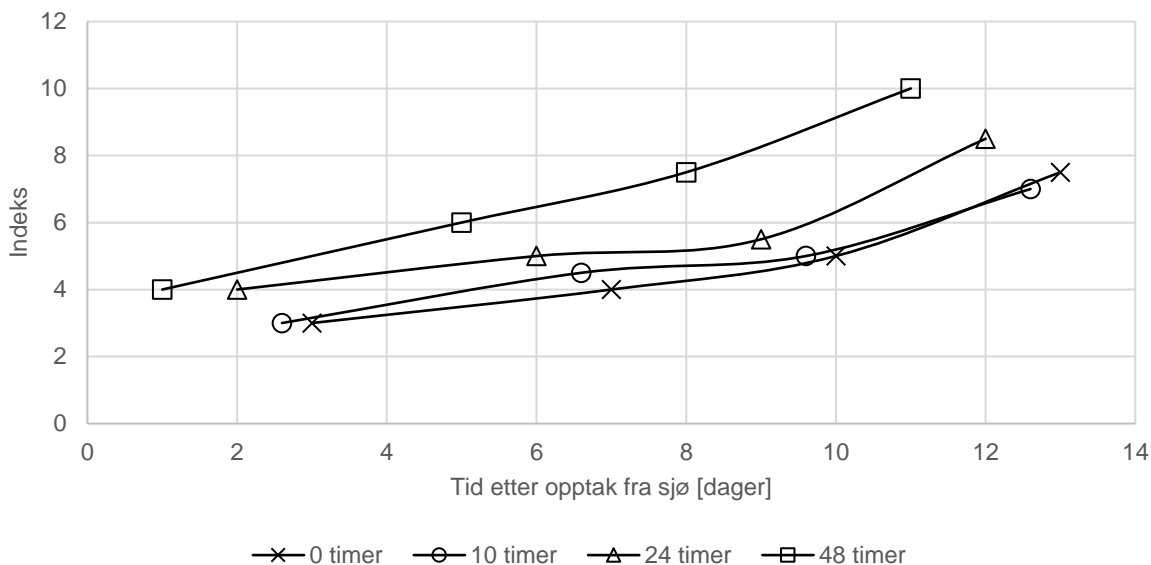
Figur 4 Kvalitetsindeks på islagret fisk etter først å ha ligget 0 (X), 10 (O), 24 (Δ) og 48 (◻) timer i sjøvann etter død. Resultatene er presentert som gjennomsnitt av bedømmelsene (5 dommere, 10 fisk i hver gruppe).

### 3.4 Ferskhetsendringer i filet

#### 3.4.1 Filetindeks

Fisken ble filetert tre dager etter avliving, slik at det er ulik lagringstid på is fra opptak fra sjøvann til filetering for de ulike gruppene, se Figur 1. Ferskhetsendringene i filetene ble studert gjennom vurdering av Filetindeks (Vedlegg 5).

Like etter filetering var det små forskjeller mellom gruppene. Dog hadde fileter som hadde ligget i sjø 24 og 48 timer etter død klart mer rødlig farge enn fisk fra fileter som var tatt ut av sjøen 0 og 10 timer etter død. Som vist i Figur 5 er den videre utviklingen i filetindeks relativt lik for fisk som er tatt opp av sjøen umiddelbart eller 10 timer etter død, mens en forsinkelse av opptak til 24 eller 48 timer medfører raskere forringelse. Eksempelvis tar det henholdsvis om lag 10, 9, 6 og 4 dager fra opptak til 0, 10, 24 og 48 timer etter død for at filetene skal nå indeks = 5. Dersom all fisk hadde samme lagringstid på is mellom opptak fra sjøvann og filetering er det sannsynlig at forskjellene ville være større. Statistiske analyser viste at i likhet med ferskhetsendringer i hel fisk (QIM), var både størrelsen på fisken og oppholdstid i sjøvann før opptak, av signifikant betydning sammen med filetenes lagringstid på is.



Figur 5 Filetindeks under islagring av fisk som lå i sjøvann 0 (X), 10 (O), 24 (Δ) og 48 (□) timer etter død. Fiskene ble filetert tre dager etter død, altså hhv 3, 2.6, 2 og 1 døgn etter opptak fra sjø. Resultatene er presentert som medianer av bedømmelsene (5 dommere, 10 fisk i hver gruppe).

### 3.4.2 Totalt flyktig nitrogen (TVN)

Totalinnholdet av flyktige nitrogenforbindelser (TVN) har ofte vært benyttet som mål for fiskens bedervelsesgrad. Tidligere kvalitetsforskrifter anbefalte en maksimal grense på 35 mg N/100 g prøve i torskefisk til humant konsum. Denne grenseverdien er ikke i dagens *Forskrift om kvalitet på fisk og fiskevarer*, men TVN-innholdet ble analysert i dette forsøket for å sammenligne forringelsen i fiskene som var lagret ulik tid i sjøvann *post mortem*. I denne undersøkelsen er det imidlertid funnet lave og stabile verdier i alle forsøksgrupper gjennom hele lagringsforløpet av filetene, TVN-innholdet lå på mellom 8 og 11 mg nitrogen/100 g filet. Det er tidligere vist at oppdrettstorsk har lave verdier av trimetylaminoxid (TMAO), som igjen er forløperen til trimetylamin (TMA), en av hovedkomponentene som inngår i TVN (Herland et al., 2009). Fisken som er brukt i dette forsøket var vill snurrevadfanget torsk som hadde stått i merd i en uke, og verdiene er på nivå med det man før har funnet i oppdrettstorsk. Årsaken til dette er ikke kjent.

### 3.5 Blodfeil i filet

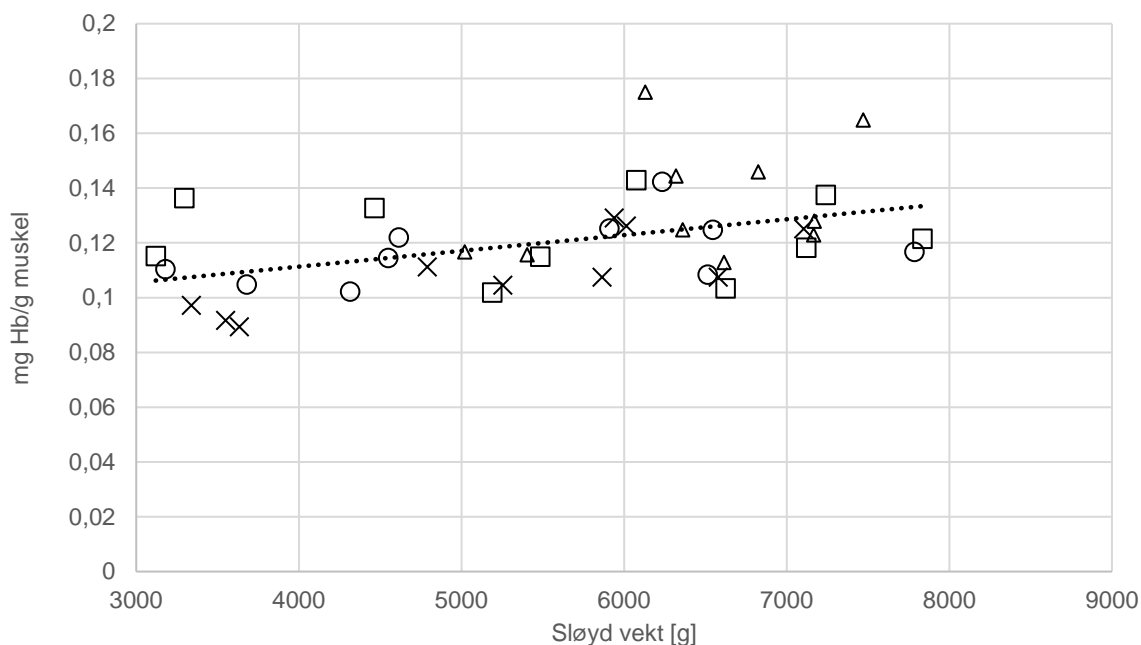
Utbredelsen av bloduttredelser i filetene ble undersøkt like etter filetering ved å bruke skjema for blodfeil gitt i Vedlegg 4. Ved denne vurderingen skilles det på om bloduttredelsen synes å skyldes sprekning av svømmeblæra, eller om den skyldes slagskader. Som angitt i skjema blir karakteren 0 gitt ved ingen bloduttredelser i området, 1 ved små ( $\leq 5\%$ ), 2 ved moderat (5–10 %) og 3 ved store bloduttredelser i området ( $\geq 10\%$ ). I Tabell 4 er det oppsummert den hyppigst brukte karakteren på filetene fra fisk i hver gruppe (median), samt hvor mange fisk i hver gruppe som hadde blodfeil med alvorlighetsgrad 1 og 2. Karakteren 3 ble ikke avmerket på noen fisk i denne undersøkelsen.

Som det framkommer av Tabell 4 var det få fisk som hadde bloduttredelser som kunne tilskrives slagskader, og det er ikke påvist sammenhenger mellom disse og oppholdstid i sjøvann. Det er derimot påvist signifikant økning av karakteren for bloduttredelser i loin ved økende oppholdstid i sjøvann før opptak. Statistiske analyser viste at størrelsen på fisken hadde signifikant innvirkning på blodskader som følge av svømmeblæresprekning både i loin- og bukområdet på fisken gjennom at større fisk hadde større skader.

Tabell 4 Blodfeil i ulike deler av filetene for fisk som er tatt ut av sjøen ulikt antall timer etter død. Blodfeilene er gruppert hvor på fileten de framkommer, hvorvidt de er forårsaket av svømmeblæresprengeing eller slag, samt omfang (skala fra 0: ingen blødning til 3: over 10 % av filetområdet har blodfeil)

		«0 timer» (N=10)			«10 timer» (N=10)			«24 timer» (N=10)			«48 timer» (N=10)		
		Median	Andel «1»	Andel «2»	Median	Andel «1»	Andel «2»	Median	Andel «1»	Andel «2»	Median	Andel «1»	Andel «2»
Buk	S.blære	1	7	0	1	7	0	1	7	2	1	6	3
	Slag	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loin	S.blære	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0,5	5	0
	Slag	0	1	2	0	0	0	0	0	1	0	2	0
Spord	S.blære	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Slag	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0

Analyse av resultatene fra instrumentell måling av blodmengde i filetene viste en tendens til at det ble mer blod i muskelen jo lenger oppholdstid i sjø etter død. Det var imidlertid avvik ved 24-timersgruppen, som hadde langt mer blod i fileten enn de øvrige gruppene. Forklaringen til dette er at det var større fisk i 24-timersgruppen (snittvekt sløyd 6,5 kg) enn i de øvrige gruppene (snittvekt sløyd 5,2–5,6 kg). Statistiske analyser viste at det var signifikant sammenheng mellom restblod i filet og størrelse på fisken; jo større fisk jo mer restblod i fileten. Figur 6 viser mengde restblod i filet som funksjon av sløyd vekt på fisken.



Figur 6 Mengde restblod i filet som funksjon av sløyd vekt på fisken. Fisken var filetert tre dager etter avliving, og hadde ulik oppholdstid i sjøvann etter avliving. 0 (X), 10 (O), 24 (Δ) og 48 (◻) timer i sjøvann etter død.

## 4 Konklusjon

I dette arbeidet er det vist at dersom fisken blir liggende i sjøvann *post mortem* medfører det signifikant påvirkning av holdbarheten både på hel fisk og filet, målt ved kvalitetsindeksmetoden (QIM) og filetindeks. Selv ved de lave sjøvannstemperaturene som ble brukt i dette forsøket (+3,5 °C) ble holdbarheten forkortet med to dager dersom fisken lå 24 i stedet for 10 timer fra død til opptak. Det er grunn til å forvente at ved sjøtemperatur på 7–8 °C blir holdbarheten forkortet med ytterligere et par dager.

Ved QIM-vurdering av hel fisk like etter opptak fra sjøvann, hadde fisk som lå 24 eller 48 timer i sjøen etter død, mattere skinn og øyne, samt endret farge og sterkere lukt i gjellene enn gruppene som lå 0 og 10 timer i sjø. De lengstliggende gruppene utviklet «Fiskeaktig, lett syrlig/dårlig lukt» (karakteren 2) allerede innen 5–6 dagers islagring. Økt oppholdstid i sjøvann *post mortem* er også vist å medføre signifikant økning av «Dødfiskpreg», «Blodsprenget fisk», «Rødt hode» og «Bloduttredelser i loin».

Like etter filetering var det små forskjeller mellom gruppene. Dog hadde fileter som hadde ligget i sjø 24 og 48 timer etter død klart mer rødlig farge enn fisk fra fileter som var tatt ut av sjøen 0 og 10 timer etter død. Den videre utviklingen i filetindeks er relativt lik for fisk som er tatt opp av sjøen umiddelbart eller 10 timer etter død, mens en forsinkelse av opptak til 24 eller 48 timer medfører raskere forringelse.

Statistiske analyser viste at størrelsen på fisken, både lengde og vekt, påvirket signifikant flere av kvalitetsparameterne. Jo større fisk, jo mer skader og dårligere utblødning, samt kortere holdbarhet både som hel fisk og som filet. Sammen med kunnskapen om at stor snurrevadfanget torsk har betydelig økt skadefrekvens sammenlignet med mindre torsk (Tobiassen et al., 2021), viser det at det er behov for ytterligere undersøkelser av sammenhengen mellom fiskestørrelse, kvalitet og kvalitetsutvikling.

## 5 Referanser

- Akse, L., Joensen, S., Heia, K., Tobiassen, T., Sivertsen, A.H., & Wang, P.A. (2012) Blodtapping av torsk – bløggemetoder og tid før bløgging eller direktesløying. Rapport 19/2012, Nofima, Tromsø. ISBN: 978-7251-988-8.
- Conway, E.I., & Byrne, A. (1933), *An absorption apparatus for the micro determination of certain volatile substances. Biochem. J.* **27**, 419–429.
- Esaiassen, M., Joensen, S., Akse, L., Tobiassen, T., Eilertsen, G., Dahl, R., & Bjørkevoll, I. (2006). Temperatur i kjøledisk – en kritisk suksessfaktor for brettpakket fersk fisk. Rapport 17/2006. Fiskeriforskning, Tromsø. ISBN – 13978-82-7251-593-4.
- Herland, H., Esaiassen, M., Cooper, M., & Olsen, R.L. (2009) Changes in trimethylamine oxide and trimethylamine in muscle of wild and farmed cod (*Gadus morhua*) during iced storage. *Aquaculture Research*, **41**, 95–102.
- Hjort-Hansen, S., & Bakken, K. (1947). Undersøkelser over analysemetoder for ammoniakk og metylaminer i fisk. *Fiskeridirektorates skrifter*, **1**:6.
- Lorentzen, G.E., Ageeva, T.N., Heide, M., & Esaiassen, M. (2020). Temperature fluctuations in processing and distribution: Effect on the shelf life of fresh cod fillets (*Gadus morhua* L.). *Food Control*, **112**, 1–4. ISSN 0956-7135. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107102>
- Magnússon, H., Sveinsdóttir, K., Þorvaldsson, L., Guðjónsdóttir, M., Lauzon, H. L., Reynisson, E., Rúnarsson, Á.R., Magnússon, S.H., Vidarsson, J.R., Arason, S., & Martinsdóttir, E. (2010). The effect of different cooling techniques on the quality changes and shelf life of whole cod (*Gadus morhua*), Skýrsla Mátis report 28–10, Reykjavik, Iceland: Mátis. (2010). Tilgjengelig online <https://www.matis.is/media/matis/utgafa/28-10-Different-cooling-techniques.pdf>. Hentet: 27. oktober 2021.
- Martens, H., & Martens, M. (2002). Modified Jack-knife estimation of parameter uncertainty in bilinear modelling by partial least squares regression (PLSR). *Food Quality and Preference*, **11**, 5–16.
- Martinsdóttir, E., Sveinsdóttir, K., Luten, J., Schelvis-Smith, R., & Hyldig, G. (2001) Sensory evaluation of fish freshness. Reference manual for the fish sector. QIM-Eurofish.
- Mattilsynet (2021). Tilsynsmaal/Lokaliteter som levendelagrer torsk. [https://www.mattilsynet.no/fisk\\_og\\_akvakultur/akvakultur/levendelagring\\_av\\_fisk/2021\\_tilsynsmaal\\_lokaliteter\\_som\\_levendelagrer\\_torsk.41957/binary/2021%20Tilsynsmaal%20Lokaliteter%20Osom%20levendelagrer%20torsk](https://www.mattilsynet.no/fisk_og_akvakultur/akvakultur/levendelagring_av_fisk/2021_tilsynsmaal_lokaliteter_som_levendelagrer_torsk.41957/binary/2021%20Tilsynsmaal%20Lokaliteter%20Osom%20levendelagrer%20torsk). Hentet 27. september 2021.
- Odeyemi, O.A., Burke, C.M., Bolch, C.C., & Stanley, R. (2018). Seafood spoilage microbiota and associated volatile organic compounds at different storage temperatures and packaging conditions. *International Journal of Food Microbiology*, **280**, 87–99.
- Olafsdóttir, G., Lauzon, H. L., Martinsdóttir, E., Oehlenschläger, J., & Kristbergsson, K. (2006). Evaluation of shelf life of superchilled cod (*Gadus morhua*) fillets and the influence of temperature fluctuations during storage on microbial and chemical quality indicators. *Journal of Food Science*, **71**:2, S97–S109.
- Olsen, S.H., Joensen, S., Tobiassen, T., Heia, K., Akse, L., & Nilsen, H. (2014). Quality consequences of bleeding fish after capture. *Fish. Res.*, **153**, 103–107.
- Sampels, S. (2014). The effects of storage and preservation technologies on the quality of fish products: A review. *Journal of Food Processing and Preservation*, **39**, 1206–1215.
- 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.
- Spencer, R., & Baines, C.R. (1964). Effect of temperature on spoilage of wet white fish.I. Storage at constant temperatures between minus 1 degree and + 25 degree C. *Food Technology*, **18**:5, 769–773.



- Tobiassen, T., Heia, K., Olsen, S.H., Svalheim, R., Joensen, S., Karlsen, K.M., Skjelvareid, M.H., & Stormo, S.K. (2016). Bløgging og holdbarhet på torsk. Rapport 10/2016, Nofima, Tromsø. ISBN: 978-82-8296-360-0.
- Tobiassen, T., Kristoffersen, S., Joensen, S., Martinsen, G., Olsen, S.H. (2021). Kvalitetsutfordringer med stor snurrevadtorsk – Kunnskapsstatus fra tidligere forskning. Rapport 24/2021, Nofima, Tromsø. ISBN: 978-82-8296-687-0.

## Vedlegg

### Vedlegg 1

Skader - SLØYD Prøve: Dato: Dommer:

Kvalitets parametere		Beskrivelse																	
Fangstskader	Vrak /sjøddød	Nei	0																
		Ja	2																
	Utblødning	God	0																
		Noe røde buker	1																
		Røde buker, blod i årene	2																
	Blodsprenget	Ingen	0																
		Noe i buk og spord	1																
		Tydelige i tykkfisken	2																
	Redskaps-merker	Ingen	0																
		Noen, men ikke inn i muskel	1																
		Tydelige over ryggen	2																
	Høtt / krok	Ingen	0																
		I buk eller spord	1																
		I tykkfisken eller meget store	2																
	Klemskader	Ingen	0																
Litt i spordområdet		1																	
I tykkfisken eller avkuttet		2																	
Slitt skinn	Ingen	0																	
	Små rifter og områder	1																	
	Store og tydelige felt	2																	
Dødfisk feil	Sår/åpning i skinn	Ingen	0																
		Enkelte og små	1																
		Store og tydelig	2																
	Skinn tæring (hvite felt)	Ingen	0																
		Små rifter og områder	1																
		Store og tydelige felt	2																
	Finneskader	Ingen	0																
		Små ytterst	1																
		Tydelige, med åpne finnebein	2																
	Rødt hode	Ingen	0																
		Rød snute og litt ellers	1																
		Dominerende rødfarge	2																
Skader øyne	Ingen	0																	
	Små skader på et øye	1																	
	Store skader på ett eller begge	2																	

## Vedlegg 2

Skjema for sensorisk vurdering av kvalitet i bukhalen – SLØYD (indeks - buk).

Prøve:

Dato:

Dommer:

Parameter	Beskrivelse								
Lukt i bukhalen	0: Sjøfrisk, havlukt 1: Nøytral 2: Fiskeaktig, lett syrlig/dårlig lukt 3: Tydelig syrlig/bedervet/råtten								
Buktæring	0: Ingen tæring 1: Begynnende tæring, farget. 2: Tydelig tæring								
Farge av galle og avvikende	0: Naturlig farge 1: Noe misfarging 2: Tydelig misfarging								

### Vedlegg 3

QIM skjema - SLØYD Prøve: Dato: Dommer:

Kvalitets parametere		Beskrivelse													
UTSEENDE	Skinn	Klar, regnbueskinnende pigmentering	0												
		Heller matt, begynnende misfarging	1												
		Matt	2												
	Konsistens (stivhet)	l rigor	0												
		Fast, elastisk	1												
		Myk	2												
		Meget myk	3												
ØYNE	Hornhinne	Klar	0												
		Med opalglans (regnbuefarget)	1												
		Melkeaktig	2												
	Form	Konveks	0												
		Flat, litt innsunken	1												
		Innsunken, konkav	2												
	Pupiller	Svart	0												
		Matt, ugjennomsiktig	1												
		Grå	2												
GJELLER	Farge	Klar rød	0												
		Noe avfarget, begynnende misfarging	1												
		Misfarget, brune flekker	2												
		Brun, misfarget	3												
	Lukt	Frisk, tangaktig, metallisk	0												
		Nøytral, gressaktig, muggen	1												
		Gjær, brød, øl, sur melk	2												
		Eddiksyre, svovelaktig, meget sur	3												
	Slim	Klart	0												
		Melkeaktig	1												
		Melkeaktig, mørkt, ugjennomsiktig	2												
	SLØYESNITT (fiskekjøtt)	Farge	Gjennomsiktig, blålig	0											
Voksaktig, melkeaktig			1												
Ugjennomsiktig, gul, brune flekker			2												
BLOD I BUKHULE	Farge	Rød	0												
		Mørk rød	1												
		Brun	2												
Kvalitetsindeks (0 – 23)															

## Vedlegg 4

### Skjema for blodfeil på levendefanget fisk - FILET

Prøve:

Dato:

Dommere:

Buk	SVØMMEBLÆRE 0 – ingen blødning 1 – små ≤ 5% 2 – moderat 5-10 % 3 – Store ≥10%								
	SLAGSKADER 0 – ingen blødning 1 – små ≤ 5% 2 – moderat 5-10 % 3 – Store ≥10%								
Loin	SVØMMEBLÆRE 0 – ingen blødning 1 – små ≤ 5% 2 – moderat 5-10 % 3 – Store ≥10%								
	SLAGSKADER 0 – ingen blødning 1 – små ≤ 5% 2 – moderat 5-10 % 3 – Store ≥10%								
Spør	SVØMMEBLÆRE 0 – ingen blødning 1 – små ≤ 5% 2 – moderat 5-10 % 3 – Store ≥10%								
	SLAGSKADER 0 – ingen blødning 1 – små ≤ 5% 2 – moderat 5-10 % 3 – Store ≥10%								
Andre feil									

## Vedlegg 5

Filet indeks (torsk):

Dato: ..... Gruppe: ..... Dommer: .....

Parameter	Beskrivelse	Fisk N	Fisk N	Fisk N	Fisk N	Fisk N	Fisk N	Fisk N	Fisk N	Fisk N	Fisk N	Notate
Lukt	0: Frisk lukt av sjø, blodfersk 1: Nøytral 2: Fiskelukt 3: Ammoniakk, sur											
Spalting (se bilde)	0: Ingen spalting 1: Begynnende spalting 2: Noe mer enn begynnende 3: Moderat spalting 4: Mye spalting, løs filet 5: Mye spalting, usammenhengende											
Farge	0: Fileten har en ensartet fersk, hvit farge 1: Fileten har en melkehvit farge 2: Fileten har grå / gul / rødlig farge											
Overflate	0: Tørr, blank overflate 1: Har partier med oppløst overflate 2: Overflaten er meget oppløst											
Konsistens	0: Naturlig konsistens 1: Fileten er litt bløt 2: Fileten er bløt 3: Fileten er meget bløt											
	<b>Sum</b>											