

A22610 - Åpen

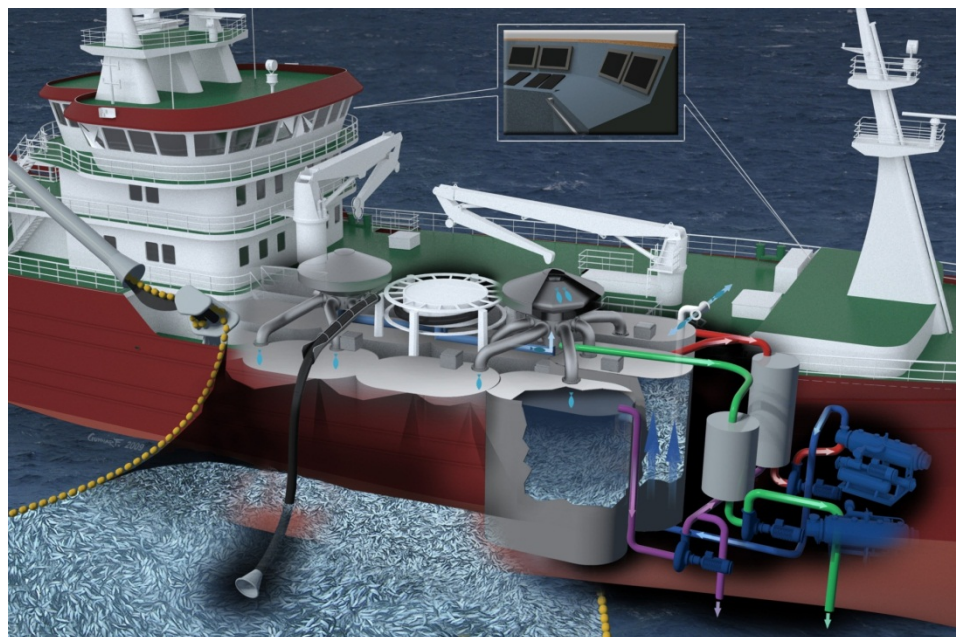
# Rapport

## Evaluering av laste-/losse- og kjølesystem om bord på pelagisk fartøy

Effekt på fangstkvalitet

### Forfattere

Ida G. Aursand, Morten Bondø, John A. Fossum og John Reidar Mathiassen





# Rapport

## Evaluering av laste-/losse- og kjølesystem om bord på pelagisk fartøy

Effekt på fangstkvalitet

**EMNEORD:**

NVG sild

Makrell

Kvalitet

Førstehåndtering

Ombord

Maskinsyn

Vektestimering

**VERSJON**

2

**DATO**

2012-07-03

**KORFATTER(E)**

Ida G. Aursand, Morten Bondø, John A. Fossum og John Reidar Mathiassen

**OPPDRAGSGIVER(E)**

FHF

**OPPDRAGSGIVERS REF.**

Rita Maråk

**PROSJEKTNR**

SFH850341/FHF900553

**ANTALL SIDER OG VEDLEGG:**

64 + vedlegg

**SAMMENDRAG**

To forskningstokt på hhv makrell og NVG sild ble gjennomført for å evaluere et nytt laste-, kjøle- og lossesystem installert ombord på fartøyet M/S Christina E.

- Lastekapasiteten var ikke tilfredsstillende ved de to gjennomførte toktene. En utbedring av slangeføringen fra not til avsilingskasse er nødvendig.
- Trykklossing vil kunne bidra til en betydelig reduksjon i andelen utkast. Det anbefales at VERITAS undersøker mulighetene for å godkjenne en slik losseprosess.
- Fangstkvaliteten var god både for makrell og NVG sild til tross for relativt lav lastekapasitet og dårlig vær under fisket og transporten av fangsten til land. Dette antyder at ny tankutforming og kjølesystem er viktige bidragsyttere til ivaretagelse av kvaliteten.
- Kjølingen av fangsten var generelt god. Temperaturmålinger viste en hurtigere kjøling av NVG sild enn makrell. Dette antas å kunne forklares med artenes ulike "oppførsel" på tanken. Fyllingsgraden på tankene var lik for begge fangster.
- En "sensorfisk" fanget opp data fra laste- og losseprosessen, og ga indikasjoner om hvilke belastninger fisken utsettes for.

Teknologien vil kunne bidra til en mulig merverdi av fangsten som effekt av høyere produktkvalitet, og en mulig høyere grad av utnyttelse av pelagisk fisk til humant konsum. Mannskapet HMS vil kunne ivaretas på en god måte da flere tunge operasjoner kan erstattes av automatiske løsninger. Dekksarrangementet kan gjøre fartøyet mer fleksibelt for benyttelse i offshore-oppdrag. Det anbefales å gjennomføre en ny funksjonalitetstest når det nye systemet er tilstrekkelig modifisert og innkjørt.

**UTARBEIDET AV**

Forskningsleder Ida Grong Aursand

**SIGNATUR****KONTROLLERT AV**

Seniorforsker Ulf Erikson

**SIGNATUR****GODKJENT AV**

Forskningsjef Marit Aursand

**SIGNATUR****RAPPORTNR**  
A22610**ISBN**  
978-82-14-05433-0**GRADERING**  
Åpen**GRADERING DENNE SIDE**  
Åpen

# Historikk

---

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
1	01.04.12	Til gjennomlesning hos FHF, MMC Tendos og Ervik & Sævik

## **Forord**

Dette prosjektet er finansiert av Fiskeri og havbruksnæringens forskningsfond (FHF). Prosjektet er et prioritert forskningsområde hos FHF. Prosjektdeltakere har vært rederiet Ervik & Sævik, utstysleverandøren MMC Tendos og forskningsinstituttet SINTEF Fiskeri og havbruk.

# Innholdsfortegnelse

<b>Forord</b> .....	<b>3</b>
<b>1 Bakgrunn</b> .....	<b>6</b>
1.1 Skånsomt håndteringssystem .....	6
1.2 Målsetning .....	7
<b>2 Arbeidsbeskrivelse</b> .....	<b>7</b>
<b>3 Fartøyet</b> .....	<b>8</b>
3.1 Fiskeredskap.....	8
3.2 Transportvei fra not til lagringstank og design av silkasse .....	8
3.3 Kjøleanlegg og lagringstanker om bord .....	10
<b>4 Fiskeriet</b> .....	<b>12</b>
4.1 Tokt 1 – Makrell .....	12
4.2 Tokt 2 – NVG sild.....	14
<b>5 Systemets funksjonalitet og effekt på fiskekvalitet</b> .....	<b>16</b>
5.1 Materiale og metoder: Kvalitetsevalueringer av fangsten .....	16
5.1.1 Prøvemateriale ombord og ved landanlegg .....	16
5.1.2 Analyser av fisken utført ombord.....	17
5.1.3 Analyser utført ved landanlegget .....	17
5.2 Resultater: Kvalitets effekter av nytt og tradisjonelt ombordhåndteringssystem .....	18
5.2.1 Temperaturlogger og kjøleprosess – Tokt 1 makrell .....	18
5.2.2 Temperaturlogger og kjøleprosess – Tokt 2 NVG sild .....	22
5.2.3 Betragtninger kjøleprosess.....	28
5.3 Kjøleforløp fra lastning til lossing.....	29
5.3.1 Fiskevekt .....	33
5.3.2 Overlevelsesrate .....	33
5.3.3 Fangstskader ombord .....	35
5.3.4 Andel skader etter landing .....	37
5.3.5 Filetkvalitet makrell .....	39
5.3.6 Filetkvalitet NVG sild.....	43
<b>6 Evaluering av fangsthåndteringsprosessen ved hjelp av "sensorfisk"</b> .....	<b>50</b>
6.1 Bakgrunn .....	50
6.1.1 Sensor .....	50
6.1.2 Kommunikasjon og konfigurering.....	51
6.1.3 Støpning av sensorfisk .....	51
6.1.3.1 Innhold.....	51

6.2	Gjennomføring.....	52
6.2.1	Manuell avlevering .....	52
6.2.2	"Klessnor" avlevering.....	53
6.2.3	Praktisk bruk .....	53
6.3	Resultater – "sensorfisk" .....	53
6.3.1	Lasteprosessen .....	53
6.3.2	Losseprosessen .....	55
6.3.3	Referanseavlesninger .....	56
6.4	Resultater .....	57
<b>7</b>	<b>Konklusjoner og forslag til videre arbeid .....</b>	<b>59</b>
7.1	Fangstkvalitet .....	59
7.1.1	Makrell.....	59
7.1.2	NVG sild .....	60
7.2	Systemets funksjonalitet.....	61
7.2.1	Tekniske løsninger .....	61
7.3	Teknologiske utfordringer ombord på Christina E – forslag til videre arbeid.....	62
7.4	Oppsummering konklusjoner.....	63
	<b>Referanser .....</b>	<b>64</b>

## VEDLEGG

---

Vedlegg 1: Skjema for kvalitetskontroll av rund makrell

---

Vedlegg 2: Skjema for kvalitetskontroll av rund NVG sild

---

Vedlegg 3: Rapport på fangstkvalitet fra fiskemottaket

---

## 1 Bakgrunn

Den pelagiske flåten har gjennom flere år hatt som mål å levere en større andel av fangsten til humant konsum, en tilpasning som er avgjørende for å øke verdiskapningen. En sentral utfordring for videre utvikling av denne flåten er å utvikle bedre systemer for håndtering og oppbevaring av fangsten ombord. Gjennom dette prosjektet har rederiet Ervik & Sævik i samarbeid med utstyrsleverandøren MMC Tendos og FoU-instituttet SINTEF Fiskeri og havbruk som mål å utvikle neste generasjons skånsomme og effektive system for håndtering av pelagisk fangst ombord. Det nye konseptet har aldri før blitt benyttet i fiskeri, og er basert på undertrykkslasting og trykklossing.

En skånsom og effektiv håndtering av pelagisk fisk i fangstprosessen er avgjørende for å oppnå en høy sluttkvalitet på produktet. Skånsom utforming og god funksjonalitet til dekksutstyr er avgjørende for å ivareta kvaliteten til pelagisk fisk. Denne rapporten sammenfatter resultater fra to forskningstokt med *M/S Christina E* høsten 2011 hvor det ble fangstet henholdsvis makrell og NVG sild. SINTEF Fiskeri og havbruk deltok for å evaluere et nytt laste-/lossesystem basert på henholdsvis under- og overtrykk samt et nytt kjølesystem. Totalkonseptet er utviklet av MMC Tendos.

### 1.1 Skånsomt håndteringssystem

Den norske pelagiske flåten leverer i all hovedsak fisk som brukes til konsumanvendelse. Denne tilpasningen har over tid vært viktig for å øke verdiskapningen fra fisket. En sentral utfordring for videre utvikling av den norske pelagiske fiskeflåten vil være å utvikle enda bedre systemer og løsninger for håndtering og oppbevaring av fangsten. I den sammenheng har MMC Tendos i en årrekke jobbet aktivt for å komme frem til en ny løsning for lasting og lossing av pelagisk fisk basert på henholdsvis under- og overtrykk. Konseptet har blitt evaluert i flere faser av utviklingen gjennom forskningstokt, dette har vært avgjørende for å få testet nye konsepter og design av utstyr i fullskala under realistiske forhold. Gjennom et flerårig samarbeid mellom utstyrsleverandøren MMC Tendos, fartøyet *M/S Kings Bay* og forskningsinstituttet SINTEF Fiskeri og havbruk har nye konsepter for ombordtaking av fangst på pelagiske ringnotsnurpere blitt utviklet. Det er gjennomført flere forskningstokt om bord på *M/S Kings Bay* hvor pumpeteknologi og design av silkasse har blitt evaluert. Arbeidet har vært finansiert av IN og egeninnsats hos partene. I 2007 (Aursand et al, 2008) og 2008 (Aursand et al, 2009) ble det spesielt fokusert på pumpeteknologi. Ved disse to forskningstoktene ble det ikke funnet kvalitetsforskjeller mellom NVG sild tatt ombord ved hjelp av undertrykkslasting og tradisjonell sentrifugalpumpe. Siden prototyper av det nye systemet, og ikke optimaliserte løsninger, ble testet ble det antatt at det ferdig utviklede konseptet med undertrykkslasting kunne forbedre kvaliteten ytterligere. I 2009 ble det gjennomført et forskningstokt (Aursand et al, 2010) på NVG sild hvor den nyutviklede silkassen ble vurdert. Denne silkassen var en del av det skisserte totalkonseptet. Den nyutviklede silkassen ble sammenliknet med tradisjonell design. Resultatene indikerte at ny design av silkasse var mer skånsom og førte til en reduksjon i andelen blodflekker på sildefiletene. Den nye silkassen hadde fortsatt en del svakheter med tanke på skånsom håndtering, og det ble anbefalt å utbedre disse før videre testing. I 2010 ble det gjennomført tester på både makrell og NVG sild. Resultatene viste hvordan en forbedret design av ny silkasse og tradisjonell silkasse påvirket kvaliteten til både NVG sild og makrell (Aursand et al, 2011).



## 1.2 Målsetning

Målet med de to forskningstoktene hvor makrell og NVG-sild ble fangstet var å evaluere effekten på kvalitet av et nytt konsept for lasting, kjøling og lossing av fangst om bord på pelagiske fartøy. Dette skulle gjøres gjennom to forskningstokt på henholdsvis henholdsvis makrell og NVG sild.

## 2 Arbeidsbeskrivelse

Det ble gjennomført ett forskningstokt på makrell i oktober 2011 og ett forskningstokt på NVG sild i november 2011. Fiskeriet er beskrevet i påfølgende kapittel. Følgende aktiviteter ble gjennomført ombord på M/S Christina E og ved landing av fangsten for å evaluere konseptets fysiske utforming og effekt på fiskekvalitet

### Systemets utforming

- Videodokumentasjon
- Observasjon og vurdering av systemets utforming
- Kapasitetsmålinger under ombordtakingsprosessen
- Føring av "sensorfisk" gjennom systemet fra not til lagringstank og videre til landanlegg sammen med fangsten. "Sensorfiskene" inneholdt sensor for å måle akselerasjon, rotasjon og sjokk/slag.
- Kjølesystemet (RSW-anlegget) ble vurdert ved hjelp av temperaturlogging fra bunn til topp i to ulike lagringstanker.

### Kvalitetsanalyser

- Estimering av overlevelsesrate; Andelen fisk som var i live ved ulike ledd i ombordtakingsprosessen (batch-uttak fra not, etter avsilingssonen i silkassen og i lagringstanken)
- Sensorisk vurdering av skader på rundfisk ved ulike ledd i ombordtakingsprosessen (batch-uttak fra not, etter avsilingssonen i silkassen og i lagringstanken)
- Andel utkast/vrakfisk (skadd fisk) ved landing av fangsten
- Andel sildefileter med blodflekker, blåflekker og røde haler (etter ombordtaking og etter landing av fangsten) samt gradering av rødfarge estimert ved hjelp av maskinsyn
- Sensorisk gradering av gaping og tekstur på makrellfileter etter ombordtaking og etter landing av fangsten

### 3 Fartøyet

Under forsøket ble ringnotfartøyet M/S Christina E benyttet. Dette er et ringnot/trålfartøy som ble kontrahert av rederiet Ervik & Sævik i 2010. Broen har moderne utstyr for navigering, fiskeleting og fangstovervåkning. Med positivt og behjelpelig mannskap, egen våtlab tilpasset forsøkenes aktiviteter, rommelig innredning og svært gode lugarfasiliteter med skrivebord og trådløst internett samt et ryddig og oversiktlig dekk er fartøyet godt egnet til forskningsformål. Hoveddata er gjengitt i *Tabell 1*.

*Tabell 1: Hoveddata for M/S Christina E.*

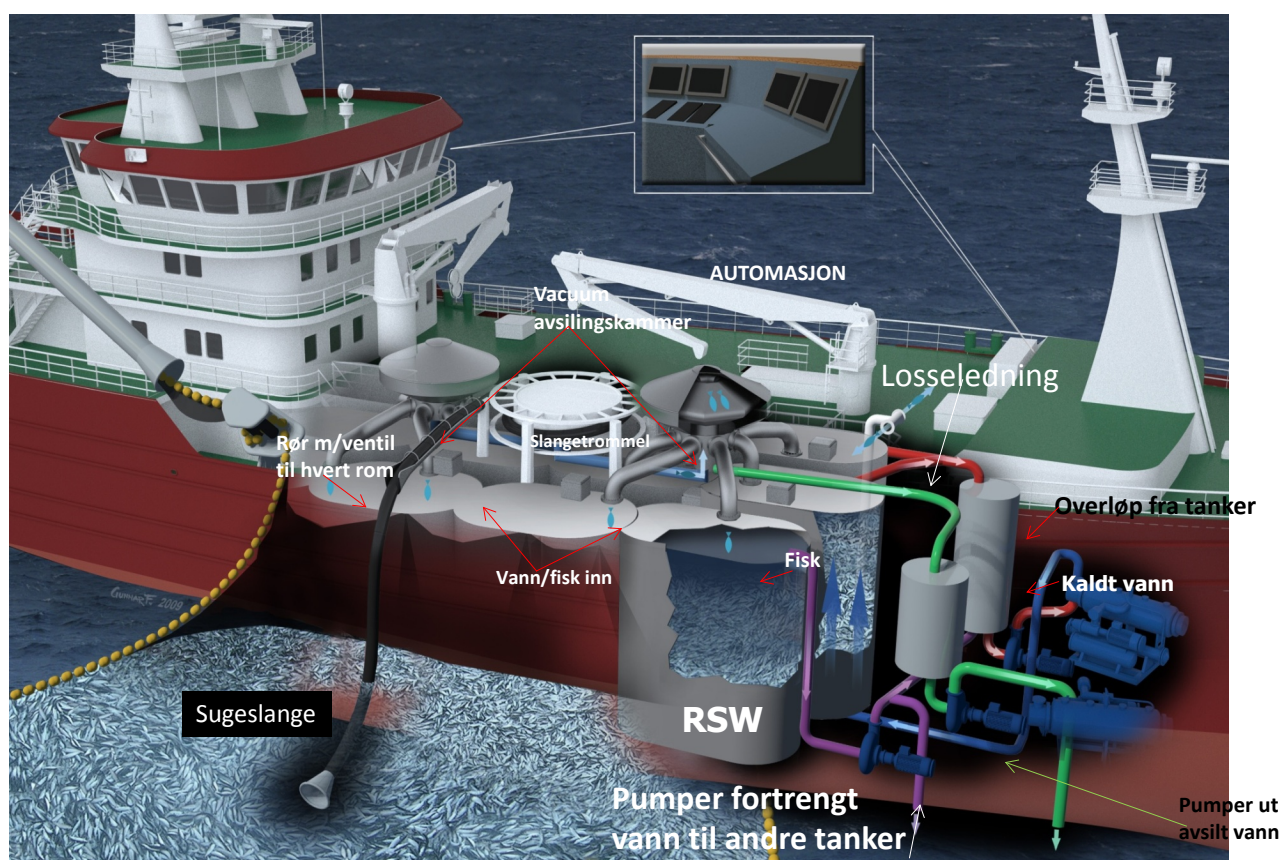
Komponent	Mål
LOA	80,4 m
Bredde	16,6 m
Dybde	7,8 m
Lastekapasitet RSW-tanker	2043 m <sup>3</sup> (totalt) + to buffertanker a 105 m <sup>3</sup>
Hovedmaskin	4500 kW
Hjelpemotor * 2	1800 kW

#### 3.1 Fiskeredskap

M/S Christina E kan håndtere både trål og not. Under de to gjennomførte forskningstoktene ble ringnot benyttet. Redskapet er kjent for å forårsake færre redskapsskader sammenliknet med trål. Nota som ble brukt til fisket var levert av Egersund trål Herøy og har følgende mål: lengde: 826 m, dybde: 264 m. Den hadde blysynk på 8,1 tonn.

#### 3.2 Transportvei fra not til lagringstank og design av silkasse

Prinsippet for det nye ombordtakingssystemet er at man skaper et undertrykk i lagringstanken og suger fisk fra nota, gjennom silkassen og direkte ned i lagringstanken. Dermed er det ikke nødvendig å benytte den tradisjonelle sentrifugalpumpen, som har et roterende hjul med skovler som er montert i et hus, til å skape trykk. Ved å unngå bruk av tradisjonell pumpe med skovler er antakelsen at man kan redusere antall slagskader, blåflekker og bloduttredelser på fisken, og at man dermed vil kunne oppnå fastere konsistens i fiskekjøttet. *Figur 3-1* viser en oversikt over systemet.



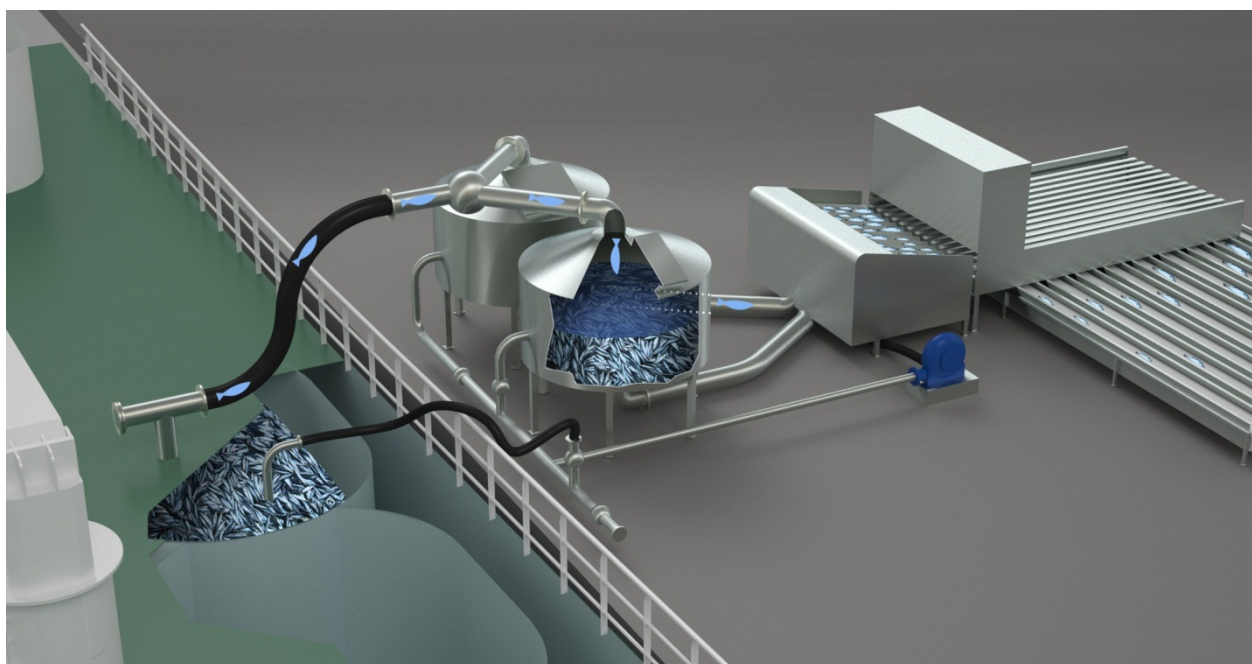
**Figur 3-1:** Oversikt over fiskens transportvei fra not til fisketank.

Fisken suges inn gjennom slangen og fordeles videre til en av silkassene. Fisken suges opp gjennom et rør i senter av avsilingssonen. På denne måten minimeres løftehøyden. Deretter spres fisken utover avsilingssonen som separerer pumpevann og fisk. Arealet til avsilingssonen i den nye silkassen er større enn i tradisjonelle silkasser. Ut fra silkassen fordeles fisken til lagringstank. Den fremre silkassen kan fordele fisken til de 6 fremste tankene og den bakre silkassen til de 6 bakre tankene. Fra silkassen går det aluminiumsrør som fordelt fangsten i de forskjellige tankene. Rørene har en diameter på 16". Systemet fungerer ved at avsilingsvannet pumpes ut like fort som det suges inn, og at overflødig RSW-vann på tankene etter som de blir fylt med fisk overføres til en annen tank. Ved igangsetting av systemet brukes i tillegg en vakuumpumpe til å ta bort overflødig luft i toppen av avsilingskassen og fra slangens høyeste punkt på trommelen. *Tabell 2* viser en oversikt over transportvei for fisken fra nota til lagringstanken.

**Tabell 2:** Transportvei for fisken pumpet fra not til lagringstank.

Spesifikasjon	Dimensjoner
Løftehøyde fra vannoverflata til topp avsilingsrist	6 m
Antall 90° bend	0
Antall 45° bend	0
Total lengde pumpe-slange	24 m – ønskes forlenget med 10 m
Diameter pumpe-slange	16 tommer, men vil bli byttet til 18 ila 2012
Total lengde fra topp avsilingsrist til lagringstank	4,4 m
Diameter fordelingsrør – silkasse – lagringstanker	600 mm

Når fisken skal losses er det mulig å trykksette tankene slik at fisk og vann "presses ut" fra tankene slik som vist i *Figur 3-2*. Denne løsningen gir en svært skånsom lossing da fisken ikke trenger å passere en tradisjonell pumpe hvor det vil oppstå klaffskader og skader på fisken. Det er likevel visse utfordringer med dette da det vil kreve større overtrykk for å presse vannet ut ettersom nivået på tanken synker. Det finnes i dag ikke reglement tilpasset fiskefartøy med denne typen løsning. Systemet er derfor ikke godkjent for overtrykk større enn 0,8 bar til tross for at systemet er testet for trykkbelastning opp til 2 bar overtrykk. I dag er det derfor nødvendig å pumpe det siste fra tanken med vanlig vakuumpumpe. Endring av Veritas reglement vil kunne føre til lavere andel skadet fisk ved landing.



*Figur 3-2: Overtrykkslossing.*

### 3.3 Kjøleanlegg og lagringstanker om bord

Det er to kjøleanlegg om bord på Christina E. Begge er levert av MMC Kulde og har en kapasitet på 1150 kW hver. Begge anleggene kan kjøre på alle tankene, men ideelt sett kjøres ett anlegg på 6 tanker, og det andre anlegget på de resterende 6 tankene.

Sløyfe 1: Styrbordtanker + to sentertanker (annenhver)

Sløyfe 2: Babordtanker + to sentertanker (annenhver)

Kjøleanleggene trekker RSW fra to buffertanker på 105 m<sup>3</sup>. Ved kjøling pumpes RSW-vann fra buffertankene og inn i bunnen på lagertankene gjennom rister. I toppen av alle tankene er det naturlig avløp. På denne måten får man god sirkulasjon av vann. Fordelen er at man har mer kaldt vann pr kg fisk og får dermed raskere avsiling. I tillegg slipper man sug i toppen av tanken. Ved sug i toppen av tanken vil fisk bli sugd fast til rista. Samtidig risikerer man at man skaper uønskede strømninger i tanken dersom vannet suges ut i grensesjiktene på toppen. En annen fordel er at avsilingen på tanken har så stor kapasitet at man slipper å tømme vann fra tanken før man starter ombordtakingen. Dette resulterer i en lavere fallhøyde og mer opplagret energi i form av kaldt vann. *Figur 3-3* viser skisse over lagringstankene om bord og hvordan de var lastet under Tokt 2 – NVG sild. De gule boksene viser fyllingsrekkefølge under toktet.



**Figur 3-3:** Lagringstankene om bord på M/S Christina E fylt med NVG sild under Tokt 2.

Hver av tankene om bord overvåkes med hensyn på gjennomstrømning (flow) og temperatur. Internt fungerer anlegget slik at det dirigeres mer vann til de tanker som har for liten gjennomstrømning i forhold til ønsket normalverdi, eller det er tanker om bord som har høyere temperatur enn settpunkt. På denne måten har man her skapt en behovsbasert regulering av RSW mot de individuelle tankene.

Omtrentlig fyllingsgrad på tankene er 50-60 %, men det benyttes ofte lavere fyllingsgrad ved fiske av makrell. Under forskningstoktene ble temperaturen logget i SB2 (tank 2.3) og BB2 (tank 2.1). En wire ble strukket fra senter i bunnen av tanken og opp til toppen av tanken hvor den ble festet til lederen. Det var montert 4 sensorer pr meter wire. Høyden på lagringstankene var omlag 8-9 meter. På SB2 (tank 2.3) ble det også montert vertikale wirestrekk med sensorer på 0,5m og 2,5m over tankbunnen. Dette ble gjort i et forsøk på å se temperaturvarianser på separate sjikt i lagertankene. Resultatet av disse loggingene finnes i Kapittel 5.2.

## 4 Fiskeriet

### 4.1 Tokt 1 – Makrell

SINTEF-forskerne Morten Bondø, John André Fossum og Ida Grong Aursand gikk ombord i Måløy, Møre og Romsdal kl 22.00 den 16.10.11. Fiskeriet foregikk på Shetlandsbankene. Fangsten ble landet hos Emy Fish/Norway Pelagic i Måløy. 760 tonn makrell ble tatt ombord på M/S Christina E.

I *Tabell 3* viser gangen i fiskeriet ved Tokt 1, makrell.

Lasteprosessen fungerte slik den var tiltenkt de første 45 minuttene, men deretter kom enden av sugeslangen for nært nota, og den ble dratt i systemet. Fiskestrømmen i systemet stoppet derfor opp, og man ble nødt til å heve slangen for å finne årsaken til feilen. Under denne prosessen løsnet slangefestet til støttesystem, og slangen som skulle fjerne den uønskede luftlommen i systemet falt av. Da dette skjedde fikk man problemer med å løfte vannsøylen tilstrekkelig over vannflaten slik at systemet igjen kunne pumpe fisk. Denne hendelsen sammen med flere innsuginger av notsekken førte til at det ble en stopp på 2 timer, der man prøvde alle midler for å få systemene opp og kjøre igjen. Da man så fikk bygget opp nok undertrykk, og nota ikke tettet strømmen inn i slangen fikk man til slutt tilstrekkelig løftehøyde og fisken kunne igjen pumpes om bord. Etter dette fortsatte pumpingen uavbrutt i noe over 2 timer. Til sammen fikk man pumpet om bord 760 tonn med makrell fra dette ene kastet ute på feltet. Gjennomsnittlig lastekapasitet ble beregnet til  $320 \pm 140$  m<sup>3</sup>/h. Det antas at den lange oppholdstiden i nota har uønsket innvirkning på fiskekvaliteten. Tiden fisken ligger trengt i nota ved båtripa er en svært kritisk fase i fiskeriet med tanke på fangstkvalitet, og det antas at denne stoppen i anlegget hadde innvirkning på fangstkvaliteten. Under denne prosessen ble også kjøling delvis stoppet da alle ressurser gikk til å få gjenopptatt pumpingen.

Foruten den stoppen i lasteprosessen gikk lasteprosessen omtrent som ønsket, men fremdeles er det et mål å øke lastekapasiteten til omtrent det dobbelte.

**Tabell 3: Gangen i fiskeriet under Tokt 1, makrell.**

Tokt	Makrell
Avgang	17.10.11 kl 02.15
Ankomst Lerwick, landligge pga dårlige værforhold	18.10.11 kl 08.00
Avgang Lerwick	19.10.11 kl 23:00
Ankomst Shetlandsbankene	20.10.11 kl 15:00
Vær under fisket	Opphold, noe vind og 2-4m bølger
Posisjon setting av not Kast 2 (Kast 1 var bomkast)	LT 60,36 – LG -02,28
Tidspunkt setting av not	Kl 18.00, 20.10.11
Start pumping tank 2.1	Kl 20.03, 20.10.11
Stopp pumping tank 2.1	Kl 20.33, 20.10.11
Mengde	86 m <sup>3</sup>
Pumpehastighet	2,87 m <sup>3</sup> /min
Start pumping tank 3.3	Kl 22.33, 20.10.11
Stopp pumping tank 3.3	Kl 22.44, 20.10.11
Mengde	110 m <sup>3</sup>
Pumpehastighet	10 m <sup>3</sup> /min
Start pumping tank 3.1	Kl 22.43, 20.10.11
Stopp pumping tank 3.1	Kl 23.02, 20.10.11
Mengde	110 m <sup>3</sup>
Pumpehastighet	5,79 m <sup>3</sup> /min
Start pumping tank 3.2	Kl 23.01, 20.10.11
Stopp pumping tank 3.2	Kl 23.16, 20.10.11
Mengde	100 m <sup>3</sup>
Pumpehastighet	6,67 m <sup>3</sup> /min
Start pumping tank 2.2	Kl 23.15, 20.10.11
Stopp pumping tank 2.2	Kl 23.32, 20.10.11
Mengde	100 m <sup>3</sup>
Pumpehastighet	5,88 m <sup>3</sup> /min
Start pumping tank 2.3	Kl 23.31, 20.10.11
Stopp pumping tank 2.3	Kl 23.49, 20.10.11
Mengde	110 m <sup>3</sup>
Pumpehastighet	6,11 m <sup>3</sup> /min
Start pumping tank 1.1	Kl 23.48, 20.10.11
Stopp pumping tank 1.1	Kl 00.04, 21.10.11
Mengde	90 m <sup>3</sup>
Pumpehastighet	5,63 m <sup>3</sup> /min
Start pumping tank 1.2	Kl 00.03, 21.10.11
Stopp pumping tank 1.2	Kl 00.19, 21.10.11
Mengde	60 m <sup>3</sup>
Pumpehastighet	3,75 m <sup>3</sup> /min
Start pumping tank 4.2	Kl, 00.18, 21.10.11
Stopp pumping tank 4.2	Kl, 00.38, 21.10.11
Mengde	100 m <sup>3</sup>
Pumpehastighet	5,00 m <sup>3</sup> /min
Start pumping tank 1.3	Kl, 00.37, 21.10.11
Stopp pumping tank 1.3	Kl, 00.52, 21.10.11
Mengde	28 m <sup>3</sup>
Pumpehastighet	1,87 m <sup>3</sup> /min
Levering av fangst	Emy Fish / Norway Pelagic Måløy 22.10.11 kl 07.30
Lagringstid i RSW ombord	30 – 36 timer

## 4.2 Tokt 2 – NVG sild

SINTEF-forskerne Morten Bondø, John André Fossum og Ida Grong Aursand gikk ombord i M/S Christina E i Bodø 23.11.12 kl 23:00. Fiskeriet foregikk på Tromsøflaket. Fire kast ble gjennomført og fangsten ble landet hos Emy Fish/Norway Pelagic i Måløy.

I *Tabell 4* viser gangen i fiskeriet ved Tokt 2, NVG sild. Gjennomsnittlig lastekapasitet ble beregnet til  $230 \text{ m}^3/\text{time} \pm 100 \text{ m}^3/\text{time}$ .

Ved dette forskningstoktet var det ingen større utfordringer ved selve lastingen av fangsten slik som ved makrelltoktet. Det er imidlertid ønskelig å øke lastekapasiteten betraktelig.



**Tabell 4: Gangen i fiskeriet under Tokt 2, NVG sild.**

Tokt		NVG sild
	Avgang	Bodø 24.11.2011 kl 01:00
	Vær under fisket	Overskyet, liten til stiv kuling, 2-5m bølger
Kast 1	Posisjon setting av not Kast 1	71.02.284N 16.29.575Ø
	Tidspunkt setting av not	kl 16.00, 25.11.2011
	Start pumping tank 2.1	Kl 19.23, 25.11.2011
	Stopp pumping tank 2.1	Kl 20.10, 25.11.2011
	Mengde	87 m <sup>3</sup>
	Pumpehastighet	1,85 m <sup>3</sup> /min
Kast 2	Start pumping tank 2.3	23.37, 25.11.2011
	Stopp pumping tank 2.3	Ca kl 23.55, 25.11.2011
	Mengde	111 m <sup>3</sup>
	Pumpehastighet	6,17 m <sup>3</sup> /min
	Start pumping tank 2.2	23.55, 25.11.2011
	Stopp pumping tank 2.2	Ca kl 00.10 – nota sprengte, 26.11.2011
	Mengde	49 m <sup>3</sup>
	Pumpehastighet	3,27 m <sup>3</sup> /min – usikkert tall pga notspreng
Kast 3	Start pumping tank 3.1	Kl 02.43, 26.11.2011
	Stopp pumping tank 3.1	Kl 3.35, 26.11.2011
	Mengde	110 m <sup>3</sup>
	Pumpehastighet	2,13 m <sup>3</sup> /min
	Start pumping tank 3.3	Kl 3.35, 26.11.2011
	Stopp pumping tank 3.3	Kl 3.57, 26.11.2011
	Mengde	110 m <sup>3</sup>
	Pumpehastighet	5,00 m <sup>3</sup> /min
	Start pumping tank 4.2	Kl 3.57, 26.11.2011
	Stopp pumping tank 4.2	Kl 4.20, 26.11.2011
	Mengde	88 m <sup>3</sup>
	Pumpehastighet	3,83 m <sup>3</sup> /min
	Start pumping tank 1.2	Kl 4.20, 26.11.2011
	Stopp pumping tank 1.2	Kl 4.35, 26.11.2011
	Mengde	35 m <sup>3</sup>
	Pumpehastighet	2,33 m <sup>3</sup> /min
Kast 4	Start pumping tank 3.2	Kl 19.03, 26.11.2011
	Stopp pumping tank 3.2	Kl 19.30, 26.11.2011
	Mengde	100 m <sup>3</sup>
	Pumpehastighet	3,70 m <sup>3</sup> /min
	Start pumping tank 4.1	Kl 19.30, 26.11.2011
	Stopp pumping tank 4.1	Kl 19.50, 26.11.2011
	Mengde	130 m <sup>3</sup>
	Pumpehastighet	6,5 m <sup>3</sup> /min
	Start pumping tank 4.3	Kl 19.50, 26.11.2011
	Stopp pumping tank 4.3	Kl 20.25, 26.11.2011
	Mengde	110 m <sup>3</sup>
	Pumpehastighet	3,14 m <sup>3</sup> /min
	Levering av fangst	Emy Fish/Norway Pelagic Måløy kl 15.30, 30.11.11
	Lagringstid i RSW ombord	91 – 116 timer

## 5 Systemets funksjonalitet og effekt på fiskekvalitet

Ved ombordtaking av fisken ble funksjonaliteten til laste-, kjøle- og lossesystemet og fiskens oppførsel under ombordtakingen evaluert. Videre ble det tatt ut prøver av fangsten fra nota, fra silkassen etter avsilingsrista, fra lagringstankene samt etter landing. Kvaliteten på rund fisk og fileter ble vurdert.

### 5.1 Materiale og metoder: Kvalitetsevalueringer av fangsten

Formålet med denne delen av undersøkelsen var å foreta en vurdering av kvaliteten på notfanget makrell og NVG sild pumpet ombord ved hjelp av det nye systemet. Det ble tatt ut prøver av fisken om bord ved ulike tidspunkt og lokaliteter.

#### 5.1.1 Prøvemateriale ombord og ved landanlegg

Det ble tatt ut prøver av fisken på forskjellige steder om bord på M/S Christina E under toktet og ved landanlegget.

##### *1) Prøvemateriale til analyse av ulike typer fangstskader*

Fiskeprøver ble tatt ut ombord og fisken ble vurdert med hensyn på fangstskader. Se fangstskadeskjema som ble benyttet i **Vedlegg 1** og **Vedlegg 2**. Fiskeprøver ble tatt ut på følgende steder:

- a) Uttak fra nota med håv/bøtte ved to ulike kast
- b) Etter ombordpumping, etter avsilingsrist
- c) Etter ombordpumping og etter at fangsten hadde gått gjennom silkassen og ned på lagringstankene

##### *3) Prøvemateriale til analyse av andel skadet fisk i fangsten (om bord)*

Ved mottaket (etter mottakskaret) ble andelen skader funnet ved utsortering og veiing av andel skadet fisk i en gitt mengde fangst. Mengden utkast og fraksjoner av ulike typer skader ble analysert.

##### *5) Prøvemateriale til analyse av kvalitet etter landing (landanlegg)*

Etter håndfiletering ved landanlegget ble filetspaltning på makrell bestemt ved hjelp av sensorisk vurdering av fileten og maskinsyn. Fisk ble tilfeldig plukket fra linja under produksjonen.

Etter maskinfiletering ved mottaksanlegget ble filetfarge på NVG sild bestemt ved hjelp av maskinsyn. Fileter ble tilfeldig plukket fra linja under produksjonen.

### 5.1.2 Analyser av fisken utført ombord

Fiskens tilstand (dødelighet): Fisk ble umiddelbart etter opptak kontrollert i forhold til tilstand (død/levende). Dette ble gjort ved å berøre sidelinja og spordgrep.

Fangstskader ble vurdert for 30-65 fisk i hver gruppe, se fangstskadeskjema i **Vedlegg 1 og Vedlegg 2**.

Rundvekt: Fiskevekt ble målt av mannskapet om bord. Prøver ble tatt ut fra silkassen med jevne mellomrom. Omtrent 300 fisk ble tatt ut fra hver av kastene.

### 5.1.3 Analyser utført ved landanlegget

Andel fangstskader: Fisk med skader ble sortert ut manuelt etter mottakskar. Den utsorterte fisken ble lagt i et kar og veid etter at en kjent mengde fisk var pumpet i land (lagerbeholdning ble notert). Deretter ble andelen fangstskader beregnet ut fra en gitt mengde landet fangst.

Filetfarge NVG sild: Maskinfileterte fileter (butterfly) ble tilfeldig plukket fra transportbåndet rett etter filetmaskinen. Filetene ble analysert for grunnfarge, røde haler og blodflekker.

Filetspaltning makrell: Filetspaltning ble vurdert for makrellen etter håndfiletering ved hjelp av en skala 1-5 lik den som står i kvalitetshåndboken for pelagisk fisk. (Metodene er utviklet av SINTEF og kan finnes på [www.fhl.no/book](http://www.fhl.no/book)).

*Filetspaltning ble vurdert med følgende skala:*

- 0: Ingen spaltning
- 1: Små spalter (< 5)
- 2: Noen små spalter (< 10)
- 3: Mange spalter (> 10 små eller få store)
- 4: Utpreget spaltning (mange store spalter)
- 5: Ekstrem filetspaltning (fileten faller fra hverandre)

*Filetkonsistens ble vurdert med følgende skala:*

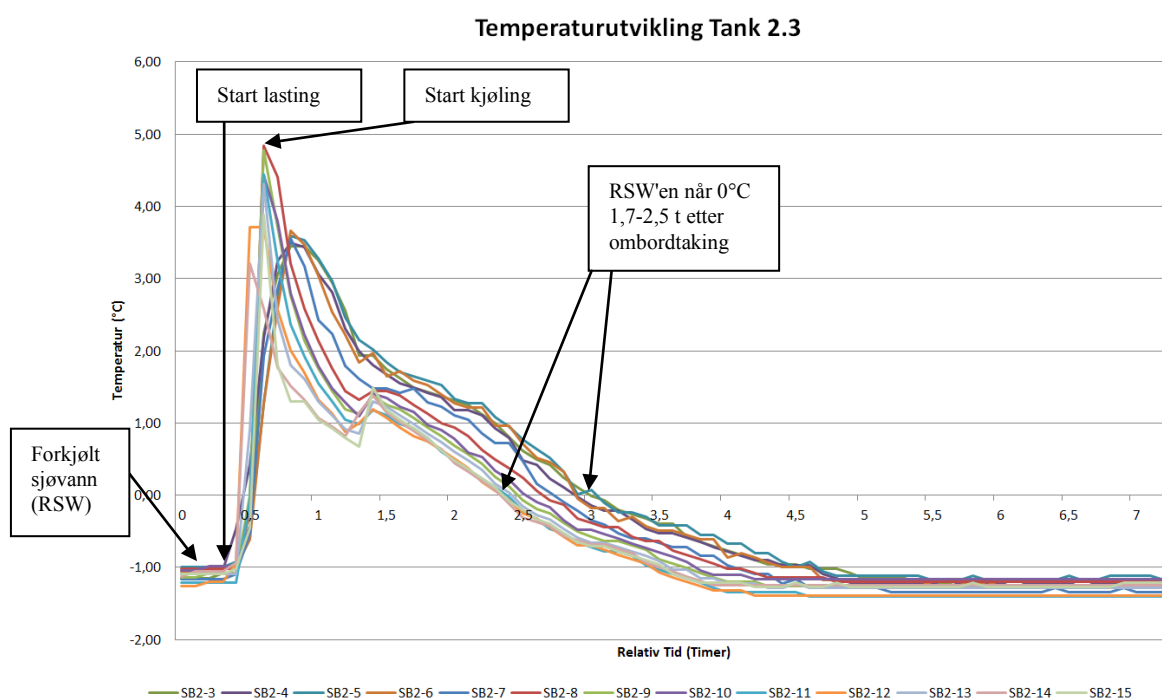
- 0: Naturlig konsistens
- 1: Fileten er litt bløt
- 2: Fileten er bløt
- 3: Fileten er meget bløt

Filetene ble sensorisk vurdert i anlegget etter landing. I tillegg ble det tatt bilder, og disse ble i etterkant anonymisert og sortert stigende fra best til dårligst og rangert i henhold til kvalitetshåndboken.

## 5.2 Resultater: Kvalitetseffekter av nytt og tradisjonelt ombordhåndteringsystem

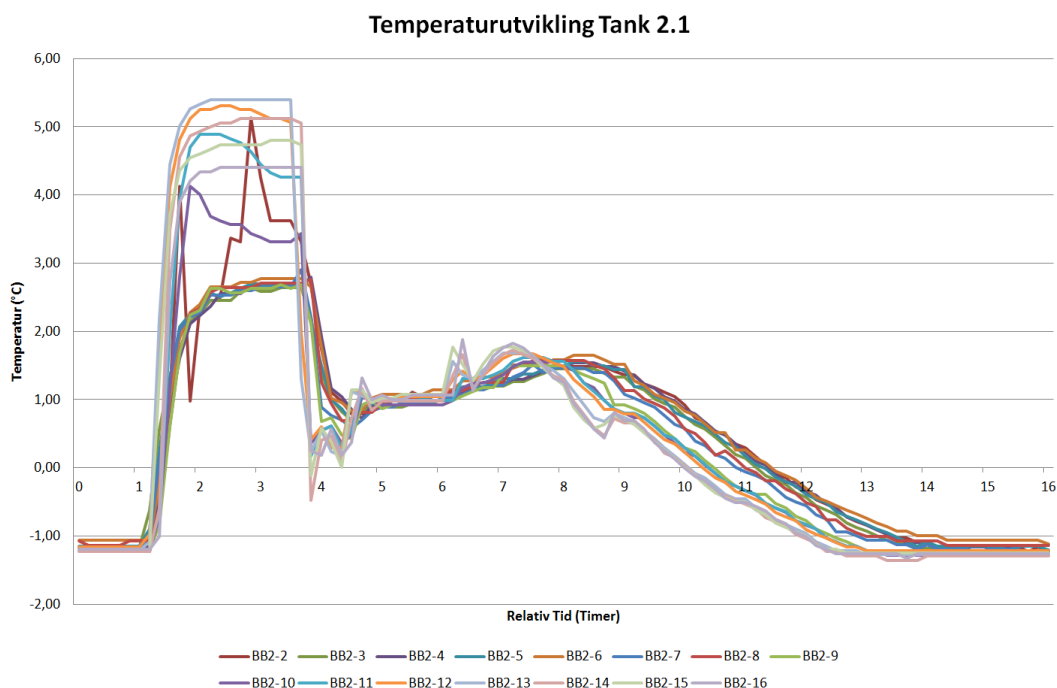
### 5.2.1 Temperaturlogger og kjøleprosess – Tokt 1 makrell

Temperaturer ble logget i forskjellige sjikt i to RSW-tanker under hele forskningstoktet. Disse var "babord 2" (2.1), og "styrbord 2" (2.3). Den første delen av fangsten ble lastet om bord i tank 2.3. Det oppstod stans i lastesystemet, og det ble ikke fylt mer på denne tanken etter det. Fyllingsgraden var da 61%. *Figur 5-1* viser temperaturlogger i Tank 2.3.



**Figur 5-1:** Temperaturlogger fra tank 2.3. Hvert av plottene i figuren representerer temperatursensorer fra topp (SB2-3) til bunn (SB2-15) i tank (Fyllingsgrad 61 %). Det var 50 cm avstand mellom sensorene.

I *Figur 5-1* er temperaturutviklingen på tank 2.3 illustrert. Plottet viser hendelsesforløpet i relativ tid fra den første fisken ankom tanken, og fram til kjølingen av tanken var gjennomført. Kjølingen i tanken var jevn i vertikal retning. Det kan imidlertid ses at det var noe hurtigere nedkjøling ved innløpet nederst i tanken enn høyere i tanken. Det tok 30 min lenger tid før RSW'en i toppen av tanken var 0°C sammenliknet med RSW'en i bunnen av tanken. Den andre tanken som også hadde samme temperaturlogging installert var tank 2.1. *Figur 5-2* viser temperaturutviklingen i denne tanken.

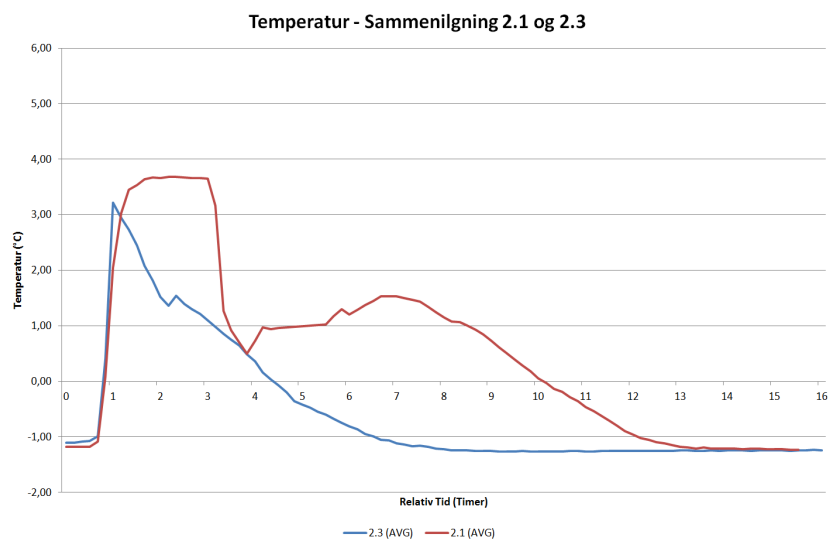


**Figur 5-2:** Temperaturlogger fra tank 2.1. Hvert av plottene i figuren representerer temperatursensorer fra topp (BB2-2) til bunn (BB2-16) i tank (Fyllingsgrad 47 %). Det er 50cm avstand mellom sensorene.

En sammenlikning av *Figur 5-2* og *Figur 5-3* viser at nedkjølingsforløpene ikke er av samme karakter. Det tok ca 9 timer før RSW'en var 0°C i tank 2.1. Ideelt sett skulle dette nedkjølingsforløpet vært raskere. Årsaken til dette tidsforbruket var uønsket stopp av kjøleanlegget under lasting.

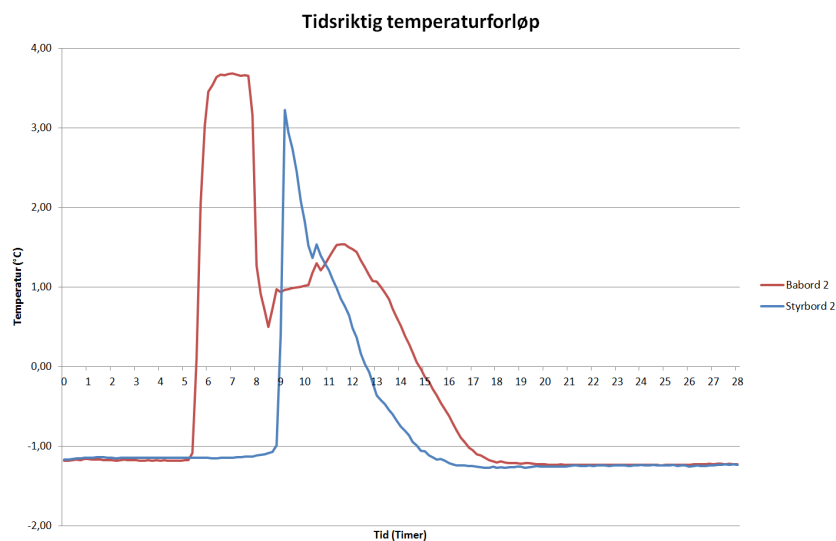
### Kjøleprosess under fangst

Dersom man beregner gjennomsnittstemperatur i tankene, og legger disse i samme koordinatsystem, ser man en helt klar forskjell i utviklingen av temperatur mellom de to tankene. *Figur 5-3* illustrerer dette.



**Figur 5-3:** Relativ sammenligning av kjøleforløp i to lagringstanker, illustrert ved relativ tid mellom fylling av tank, til oppnådd settpunktstemperatur. Rød og blå graf representerer gjennomsnittlig temperatur for alle sensorer på vertikal wire (fra topp til bunn i lagringstanken) for henholdsvis tank 2.1 og 2.3.

Kurven for tank 2.1 i *Figur 5-3* flater ut rundt 1,5 timer etter oppstart. Da var temperaturene på omtrent 3,6 °C. Der ble den liggende stabilt i 2 timer. En slik utvikling kommer av at kjølingen på denne tanken dessverre ikke ble kjørt når systemet for ombordpumping stoppet. Forklaringen på dette er at det ikke ble satt fokus på kjøling under feilsøkingen i systemet for ombordpumping, og at det derfor ikke ble oppdaget at kjølingen på denne tanken ikke var startet. Når kjølingen igjen ble startet sank temperaturene raskt. Fra 4 timer og utover ble det målt en gradvis økning i temperatur igjen før denne trenden snudde etter 7 timer. Derfra gikk temperaturen gradvis ned mot ønskede kjøleverdier. Forklaringen på dette er at kjølingen ble fokusert på de andre tankene i denne perioden, og at det ikke var ønskelig å sirkulere oppvarmet vann fra andre tanker inn i kjøleprosessen på de tankene hvor kjølingen allerede var startet. *Figur 5-3* viser relativ tid fra det var fisk på tanken til tanken var tilstrekkelig kjølt. I *Figur 5-4* er den grafiske fremstillingen satt opp med tidsriktige klokkeslett langs x-aksen i grafen. Her ser vi tydelig en økning i temperatur på tank 2.1 skjedde mens de andre tankene om bord ble lastet.



**Figur 5-4:** "Tidsriktig" sammenligning av kjøleforløp i to ulike RSW-tanker.

Ut fra *Figur 5-4* kan det ses hvordan kjølingen stoppes i Babord 2 (tank 2.1) når kjølingen starter i Styrbord 2 (tank 2.3). Dette skjer fordi kjølingen midlertidig ble stanset i Babord 2 (tank 2.1). Dette ble gjort på grunn av at en ikke ønsket å sirkulere varmere vann fra Styrbord 2 (tank 2.3) inn i Babord 2 (tank 2.1) hvor kjølingen allerede var startet.

### Oppsummering

Det ble observert en uønsket stans i kjølingen forårsaket av problemer med igangsetting av det nye lastesystemet. Det ble høstet erfaringer fra denne stansen, og utviklingen av systemet har utbedret løsninger for å unngå slike hendelser i framtiden. Kjølingen av fangsten var generelt god med en jevnt synkende temperatur. Ut i fra plottene i *Figur 5-3*, ser vi at det tok 6 timer for fangsten på tank 2.3, og 11 timer for fangsten på tank 2.1 å nå settpunkt på  $-1,5\text{ °C}$  (gjennomsnittstemperatur).

## 5.2.2 Temperaturlogger og kjøleprosess – Tokt 2 NVG sild

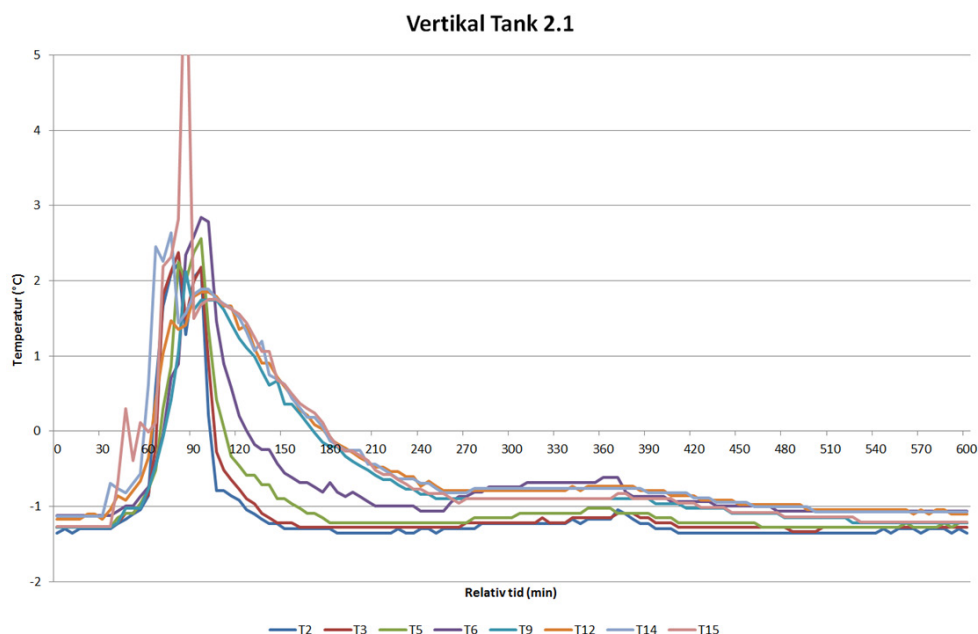
Under forskningstoktet på NVG sild ble to tanker instrumentert opp med temperaturloggere. Disse var tank 2.1 og 2.3. De ble utstyrt med temperatursensorer plassert på en vertikal wire spent opp midt i tankene. Sammen med dette fikk også tank 2.3 spent opp 2 horisontale wirestrekk. Disse ble plassert 0,5 m og 2,5 m fra bunnen i tanken. Dette ble gjort for å se på temperaturutviklingen både horisontalt og vertikalt i tanken.

### Lasting av fangst i to lagringstanker med temperaturlogging

For å forstå temperaturforløpet i lagringstankene er det viktig å ha en god forståelse av hvordan lasteprosessen forløp. Fra kast 1 ble 87 m<sup>3</sup> sild ble lastet om bord på tank 2.1. Dette var størrelsen på hele kastet. Lastingen gikk fra klokken 19:23 til 20:10. Kast 2 (111m<sup>3</sup> sild) ble lastet om bord på tank 2.3. Lastingen av kast 2 pågikk fra klokken 23:37 til 23:55. Dette var et større kast med ukjent mengde NVG sild, men totalt 160 m<sup>3</sup> sild ble tatt om bord, og fordelt på tankene 2.3 og 2.2. Man slet med å få full kapasitet på anlegget under denne lastingen, og resultatet ble at nota "sprengte" etter at den oppgitte mengden var lastet. Siden starten av lasteprosessen gikk fint, og tank 2.3 ble lastet uten større problemer antas det at "sprengingen" ikke påvirket kvaliteten på fisken som ble lastet i denne tanken.

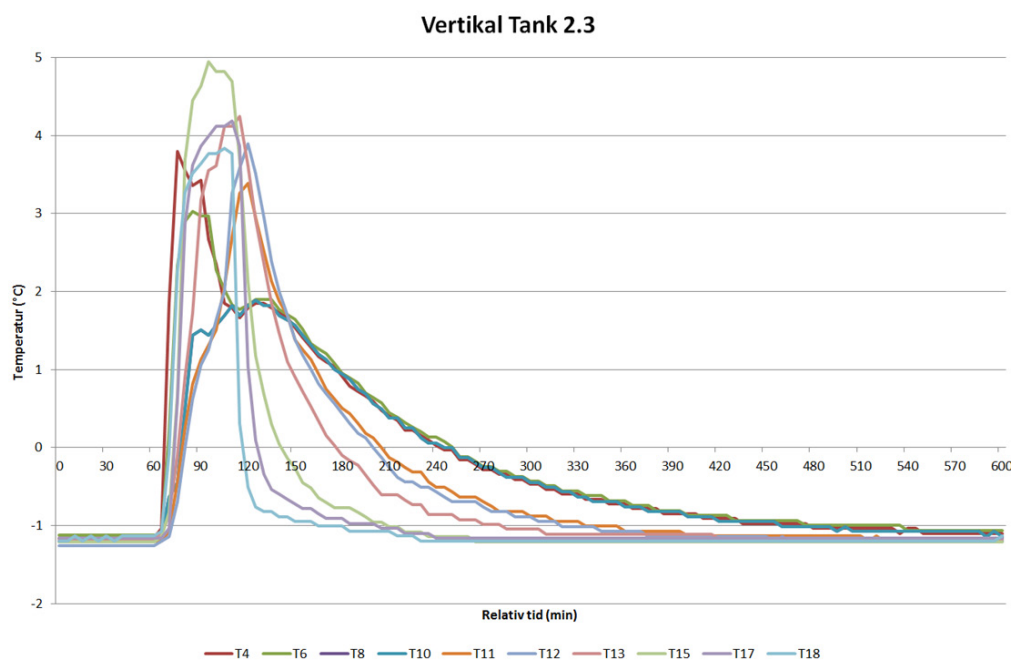
### Temperaturlogger og kjøling basert på vertikale målinger

Ved å se på temperaturloggene fra NVG sild fangsten, kan man si noe om gjennomstrømningen av i RSW i lasten. I *Figur 5-5* og *Figur 5-6* kan det ses at temperaturen sank gradvis saktere fra bunnen til toppen i RSW-tanken. Dette har sammenheng med at vannet strømmer fra bunnen til toppen i tanken slik at "varm" fisk i bunnen av tanken først tar til seg kulden fra RSW'en som passerer.



**Figur 5-5:** Temperaturlogger fra tank 2.1. Hvert av plottene i figuren representerer temperatursensorer fra topp (T2) til bunn (T15) i tank (Fyllingsgrad 48 %). Det er 50 cm avstand mellom sensorerne. (Hopp i nummerseriene betyr manglede dataplott)

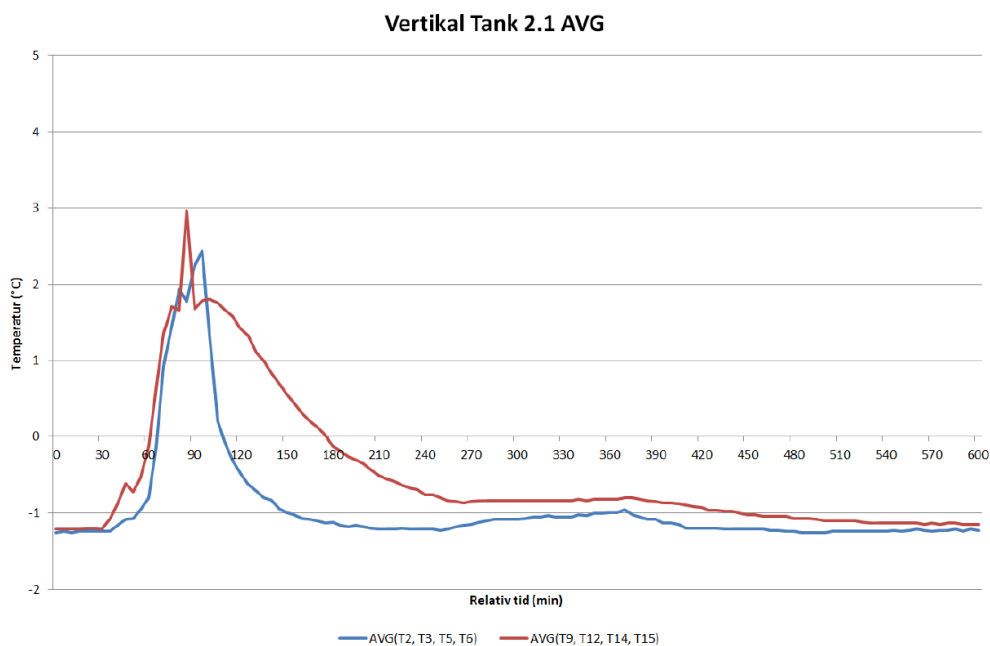




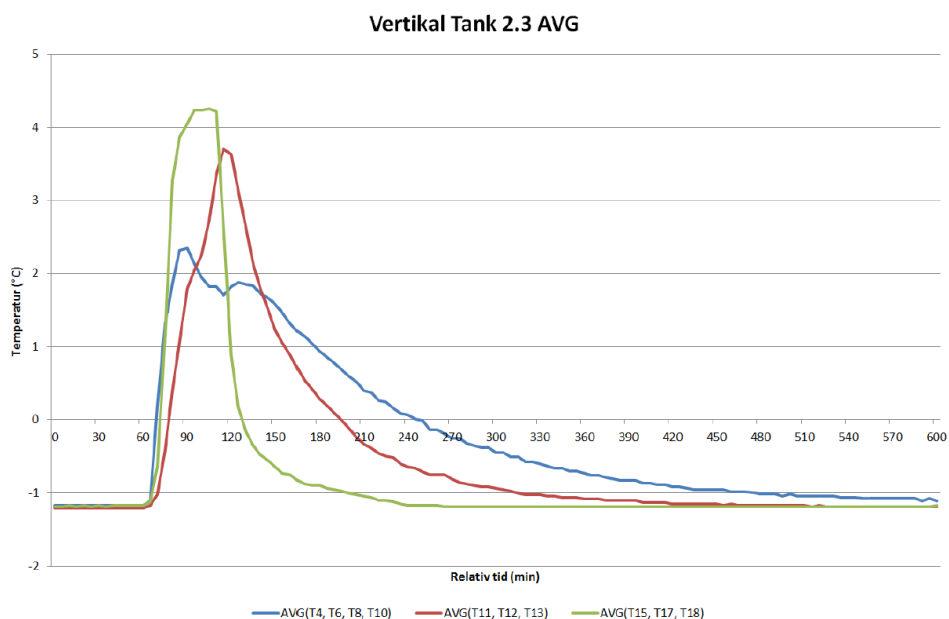
**Figur 5-6:** Temperaturlogger fra tank 2.3. Hvert av plottene i figuren representerer temperatursensorer fra topp (T4) til bunn (T18) i tank (Fyllingsgrad 61 %). Det er 50 cm avstand mellom sensorene. (Hopp i nummerseriene betyr manglede dataplott)

I Figur 5-5 er temperaturutviklingen på tank 2.1 illustrert. Hendelsesforløpet lagt i relativ tid (minutter) fra den første fisken kom i tanken, og helt til kjølingen av tanken var gjennomført. Det kommer frem av figuren at kjølingen av NVG sild ikke er like jevn fra bunn til topp i tanken sammenliknet med kjølingen av makrell. Det kan også ses at massen får hurtigere kjøling nede ved innløpet enn høyere i tanken. Den andre tanken som også hadde samme temperaturlogging installert var tank 2.3. I Figur 5-6 ser vi temperaturutviklingen også i denne.

For å gi en bedre illustrasjon på hvordan temperaturene endret seg på tankene, ble gjennomsnittsverdiene fra de plottene som viser omtrent likt forløp, slått sammen. Denne illustrasjonen gir et tydeligere bilde av at kjølingen bruker lengre tid høyt oppe i tanken i forhold til lengre ned. Dette illustreres i Figur 5-7 og Figur 5-8.



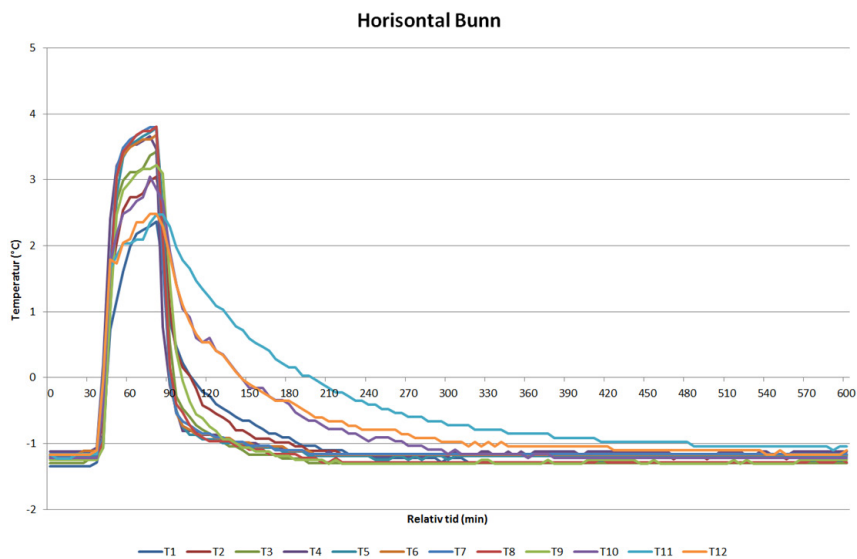
**Figur 5-7:** Gjennomsnittsverdier av temperaturlogger med samsvarende forløp (hentet fra Figur 5.5).



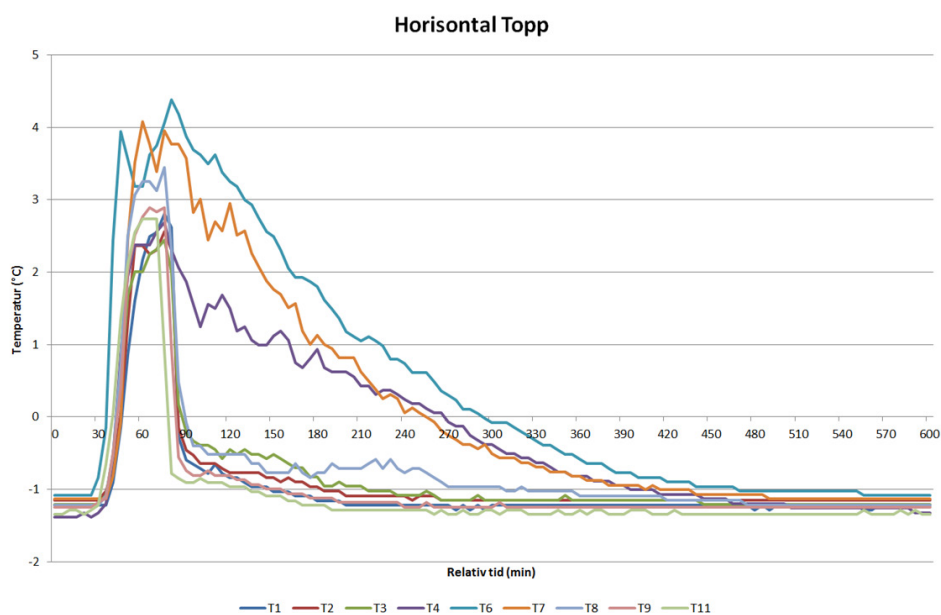
**Figur 5-8:** Gjennomsnittsverdier av temperaturlogger med samsvarende forløp (hentet fra Figur 5.6).

## Horisontale temperaturlogger

Det ble også logget temperaturer horisontalt i to høyder i tank 2.3. *Figur 5-9* viser temperaturforløpene på omtrent 0,5 m over tankbunn, mens *Figur 5-10* viser forløpene 2,5 m over bunnen i lagringstanken.



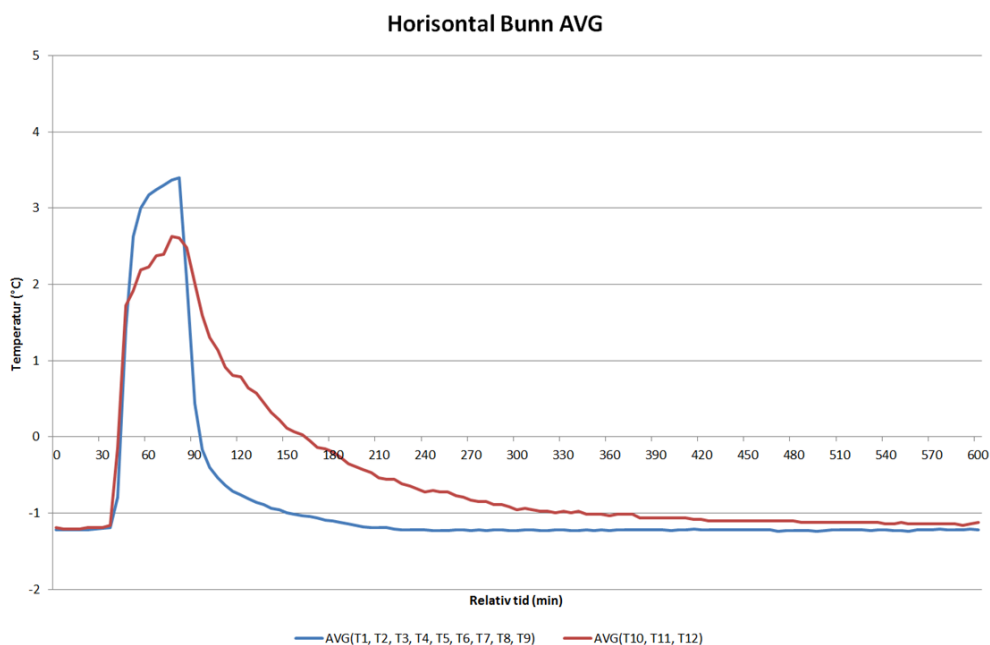
**Figur 5-9:** Plott horisontalt 0,5 m over tankbunn. Hvert av plottene i figuren representerer temperatursensorer fra venstre (T1) til høyre (T12) i tank. Det er 50cm avstand mellom sensorene. (Hopp i nummerseriene betyr manglede dataplott)



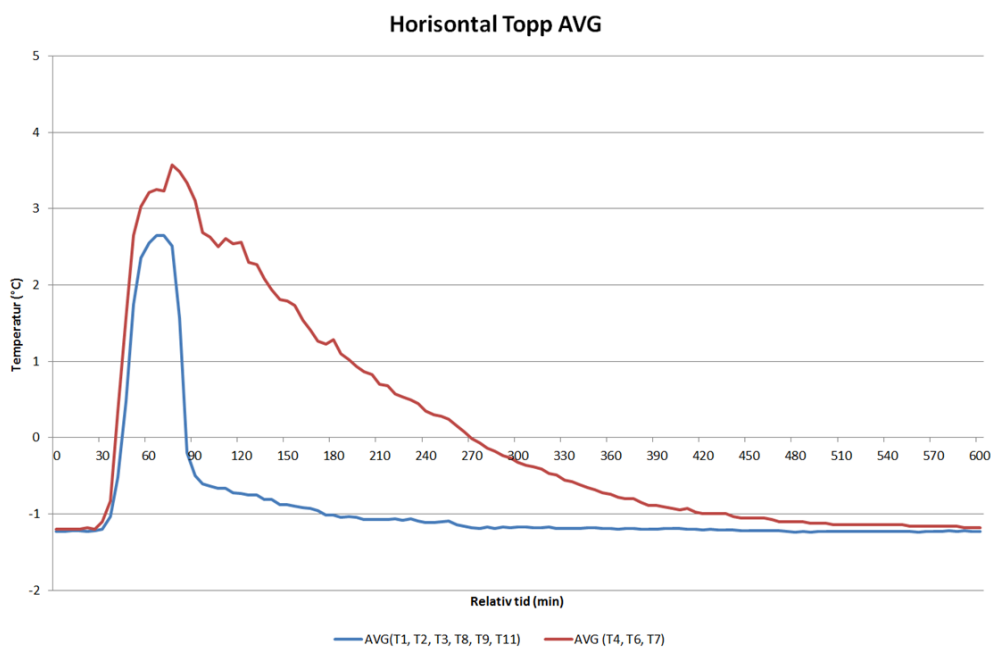
**Figur 5-10:** Plott horisontalt 2,5m over tankbunn. Hvert av plottene i figuren representerer temperatursensorer fra venstre (T1) til høyre (T11) i tank. Det er 50 cm avstand mellom sensorene. (Hopp i nummerseriene betyr manglede dataplott).

Ved å studere figurene over kan det ses at det også i horisontal retning er soner som skiller seg ut med hensyn på nedkjølingshastighet. For temperaturloggene i *Figur 5-9* kan det ses at det er noe tregere nedkjøling i ene enden av wiren. Dette har sammenheng med at alle de tre sensorene det her er snakk om ble viklet inn i innfestingen langs den ene tankveggen. Derfor ligger alle disse loggerne i omtrent samme posisjon hvor sirkulasjonen kan være noe dårligere grunnet plasseringen bak en "sigar" for inntak av vann som ikke var i bruk. I *Figur 5-10* kan det ses at de tre temperatursensorer

midt i lagringstanken observerer en lengre nedkjølingstid enn sensorene ut mot kantene i tanken. Dette er illustrert som gjennomsnittsverdier i *Figur 5-11* og *Figur 5-12*.



**Figur 5-11:** Gjennomsnittsverdier for temperatur i RSW-tank 0,5 m over tankbunn. (Samling av datalogger med likt forløp).



**Figur 5-12:** Gjennomsnittsverdier for temperatur i RSW-tank 2,5 m over tankbunn. (Samling av datalogger med likt forløp)

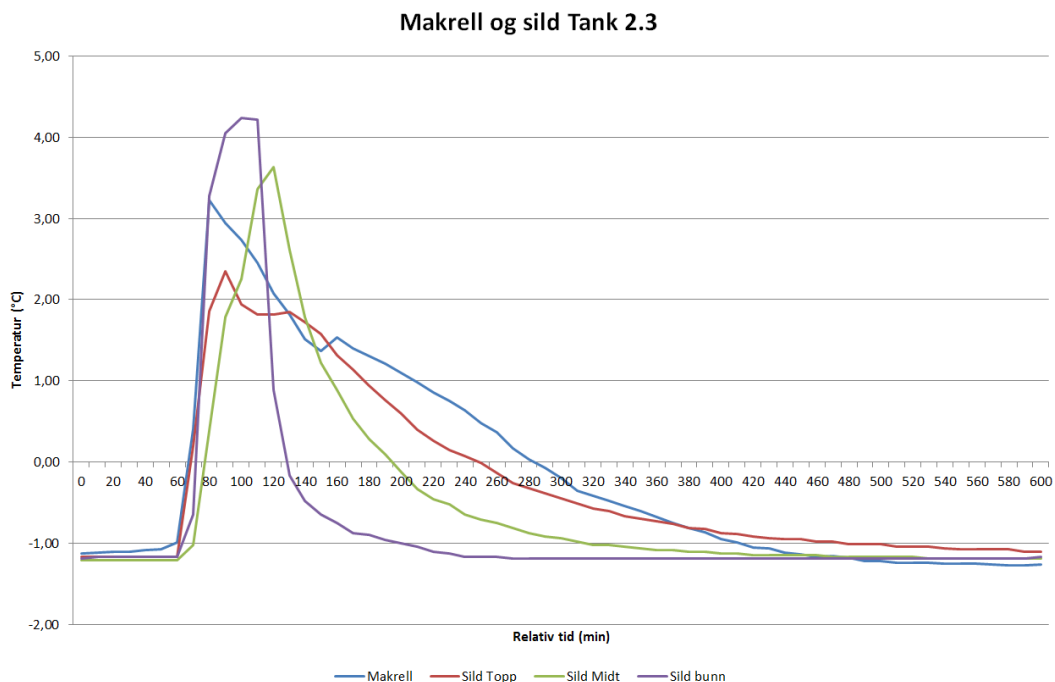
## Oppsummering

Det ble observert at kjølingen av fangsten var generelt god med en jevnt synkende temperatur. Samtidig kan det ses at temperaturen og nedkjølingsforløpet varierer noe i ulike deler av RSW-tanken. NVG silda i bunnen av tanken kjøles hurtigere enn silda som ligger lenger opp i tanken. Dette var ikke tilfelle for makrell. Ut i fra plottene i *Figur 5-7* og *Figur 5-8*, ser vi at det tok 1-2 timer for RSW'en på tank 2.1, og 1 til 3,5 timer for RSW'en på tank 2.3 og nå en temperatur på 0°C (gjennomsnittstemperatur). Ut i fra resultatene fra de horisontale wirestrekkene med temperaturloggere kan det ses at kjølingen er jevn langs hele det horisontale wirestrekket i bunnen av tanken. 2,5 meter fra bunnen var kjølingen noe dårligere i senter av RSW-tanken sammenliknet med områder nærmere ytterveggene. Dette kan tyde på at kjølevannet som blir pumpet inn i bunnen strømmer ut mot sidene og opp mot ristene langs veggen av i toppen av tanken.

### 5.2.3 Betragtninger kjøleprosess

Ved å sammenligne de vertikale plottene fra sild og makrell ser vi at det er tydelige forskjeller på hvordan temperaturen varierer fra topp til bunn i lagringstankene. For makrellen var nedkjølingsforløpet omtrent likt uavhengig av høyde i lagringstanken. Dette var ikke tilfelle for NVG sild. Der kommer det klart frem at temperaturen sank saktere jo lenger opp i lagringstanken det ble målt. De horisontale loggene fra lagringstankene med NVG sild viser at det var antydninger til at det kalde vannet spredte seg ut til siden, og i mindre grad gikk gjennom midten av lasten. Dette underbygges av pilotforsøk gjennomført ved SINTEF sealab i FHF prosjekt # 900643 *Optimal kjøling av pelagisk fisk i nedkjølt sjøvann (RSW)-tanker ombord: Del*. Resultatene er oppsummert i et arbeidsnotat levert av SINTEF fiskeri og havbruk. Her er det også antydning at strømningene i biomassen vil trekke ut mot kantene ved innløp gjennom rister nedenifra.

På bakgrunn av disse betraktningene kan det være naturlig og tro at den jevne nedkjølingen av makrell skyldes bedre gjennomstrømning av RSW gjennom hele biomassen. Slike vurderinger kan også ha direkte sammenhenger med hvordan fisken "pakker" seg i tanken (fisketetthet i lasten), og forskjeller på dette mellom de to artene. Fyllingsgraden av fisk i tanken var likt for de to artene (47%/48% og 61%/61%). Det gjennomsnittlige størrelsesforholdet mellom makrell og sildefangsten er beskrevet i kapittel 5.3.1.

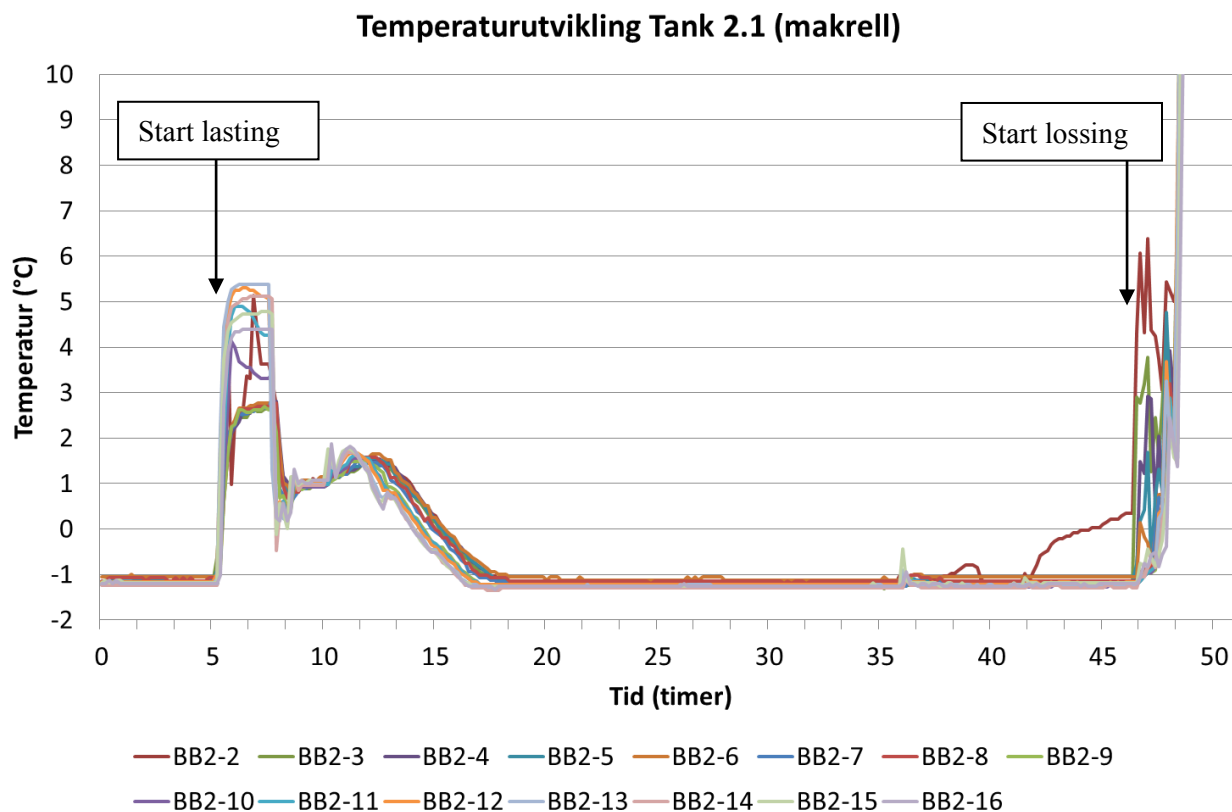


**Figur 5-13:** Temperaturutvikling for RSW i tanker med makrell og NVG sild. Gjennomsnittsverdier for makrell vises på det blå plottet, deretter illustrerer de tre andre plottene forskjellige sjikt i tanken for sild.

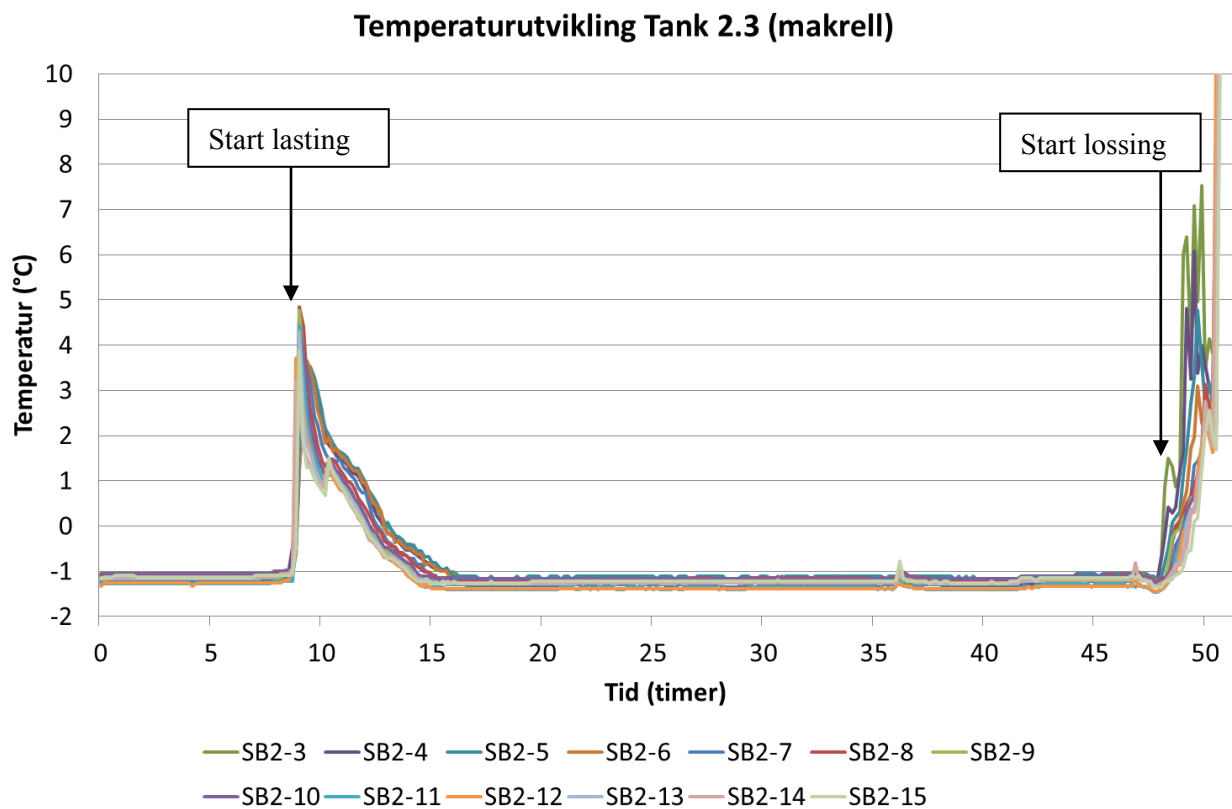
Ut i fra Figur 5-13 kan vi se at makrell hadde en jevnere nedkjøling vertikalt i lasten, mens sild hadde hurtig nedkjøling i bunn, og noe langsommere kjøling jo lengre opp i tanken man kom. I følge registrerte målinger ble NVG-silda hurtigere nedkjølt enn makrellen. Temperaturloggene er tatt på samme tank, med samme oppsett. Fyllingsgraden i tankene var 61 % både for makrell og NVG sild.

### 5.3 Kjøleforløp fra lasting til lossing

Temperaturen i RSW-tankene ble logget fra lasting til lossing ved begge forskningstoktene. *Figur 5-14* og *Figur 5-15* viser kjøleforløpet i to av tankene som ble benyttet under Tokt 1 hvor det ble fisket makrell.



**Figur 5-14:** Kjøleforløp for makrell fra lasting til lossing (Tukt 1). Det var 47 % fyllingsgrad av fisk i tanken. Loggerne var plassert med 50 cm intervall fra topp (BB2-2) til bunn (BB2-16).

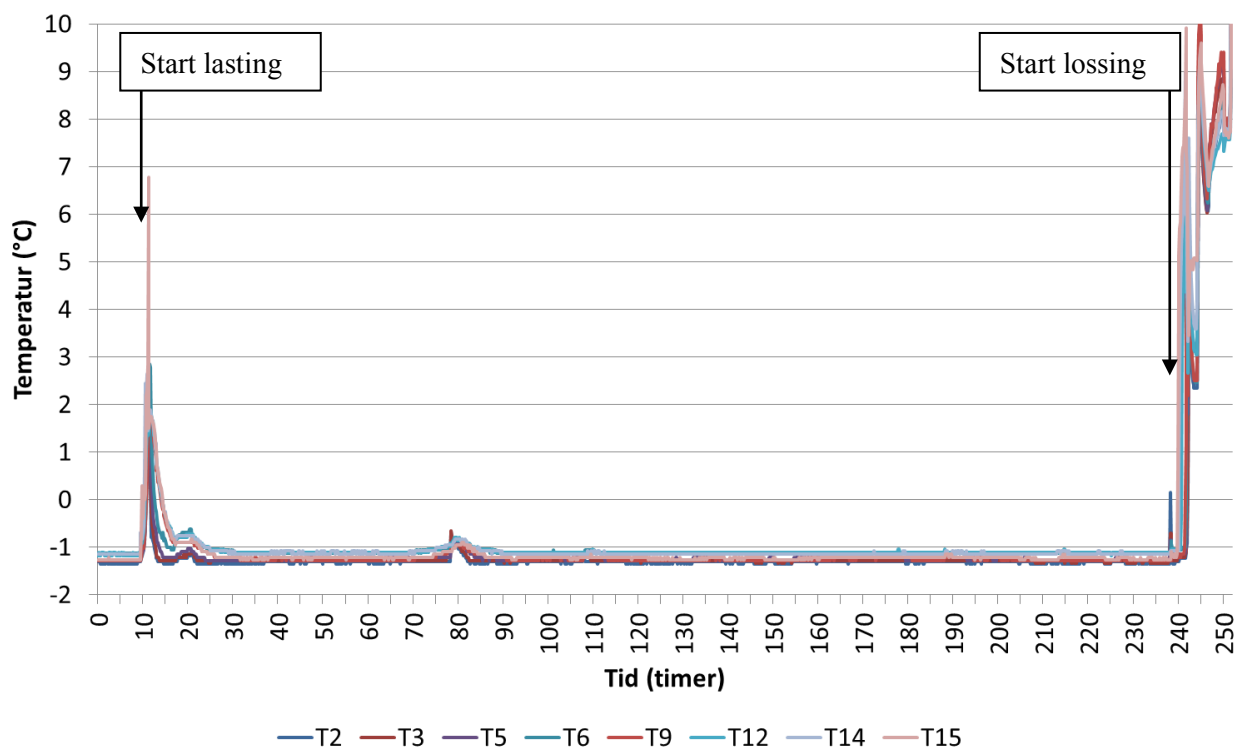


**Figur 5-15:** Kjøleforløp for RSW i tanker med makrell fra lastning til lossing (Tokt 1). Det var 61 % fyllingsgrad av fisk i tanken. Loggerne var plassert med 50 cm intervall fra topp (SB2-1) til bunn (SB2-15). Manglende tall i serien betyr at loggeren var defekt.

Figur 5-16 og Figur 5-17 viser kjøleforløpet i to RSW-tanker fra start fiskeri til lossing av NVG sild ved Tokt2.

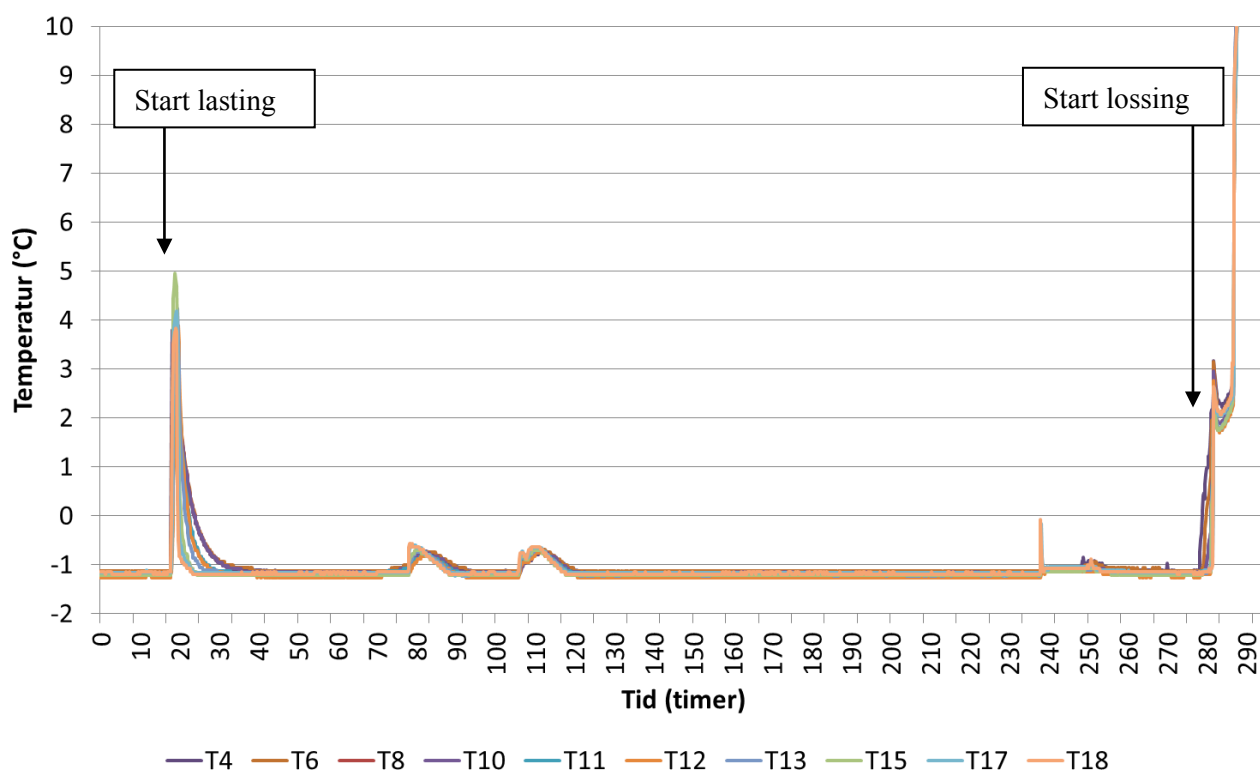


### Temperaturutvikling Tank 2.1 (NVG sild)



**Figur 5-16:** Kjøleforløp for RSW i tanker med sild fra lastning til lossing (Tøkt 2). Det var 48 % fyllingsgrad av fisk i tanken. Loggerne var plassert med 50 cm intervall fra topp (T2) til bunn (T15). Manglende tall i serien betyr at loggeren var defekt.

### Temperaturutvikling Tank 2.3 (NVG sild)



**Figur 5-17:** Kjøleforløp for sild fra lasting til lossing (Tokt 2). Det var 61 % fyllingsgrad av fisk i tanken. Loggerne var plassert med 50 cm intervall fra topp (T4) til bunn (T18). Manglende tall i serien betyr at loggeren var defekt.

Nedkjølingen var god og kjøleforløpet under transporten av fangsten til land var stabilt. Etter nedkjøling lå temperaturen i RSW-en i området  $-1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  til  $-1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$  under hele transporten for både makrell (Tokt 1) og NVG sild (Tokt 2). Ved RSW-lagringen av NVG silda steg midlertid temperaturen noe i perioder. I Tank 2.1 var temperaturen i ett tilfelle oppe i  $-0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , mens i Tank 2.3 var temperaturen i to tilfeller oppe i  $-0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Kjøleforløpet anses likevel for godt og det antas at den ivaretok fangstkvaliteten. Dette stemmer godt overens med de observasjoner som ble gjort i mottakskontrollen ved levering av NVG-silda (Vedlegg 3).

### 5.3.1 Fiskevekt

Makrellen og NVG silda som ble tatt ombord under de to forskningstoktene hadde en gjennomsnittlig rundvekt som oppgitt i *Tabell 5*.

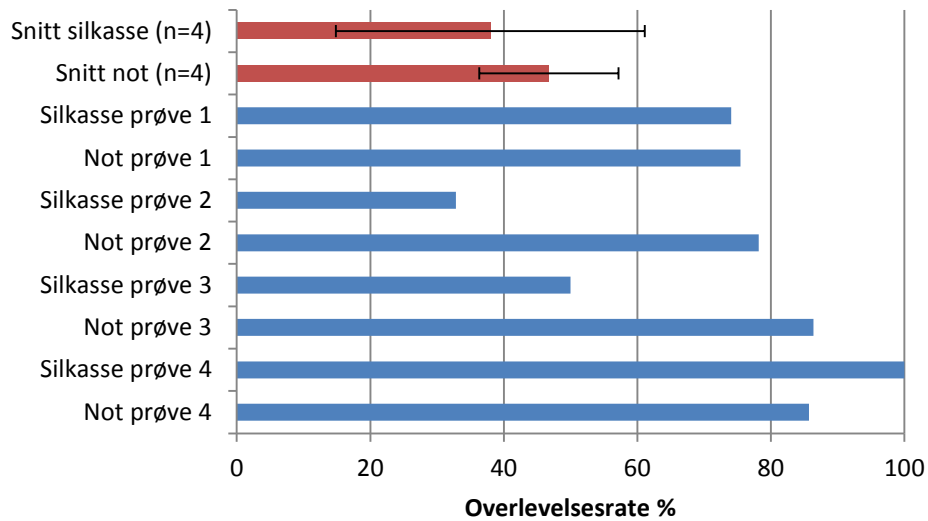
*Tabell 5: Vektfordeling på fangsten for makrell og NVG sild i utvalgte kast. Vektprøvene ble tatt i avsilingssonen.*

Tokt	Kast	n	Snitt rundvekt (g)	Vekt-grupper (g)	Gradering	Vekt-%	Ant-%	Snitt rundvekt (g)
<b>Tokt 1: Makrell</b>	Kast 1	601	451	200-400	2-4	28,7	36,3	357
				400-600	4-6	57,5	54,4	476
				600-2000	6+	13,8	9,3	669
<b>Tokt 2: NVG sild</b>	Kast 1	181	314	125 – 200	Gruppe 4	1,6	2,8	179
				200 – 300	Gruppe 3	26,9	31,5	268
				300 – 350	Gruppe 2	45,6	44,2	324
				350 – 500	Gruppe 1	25,9	21,6	378

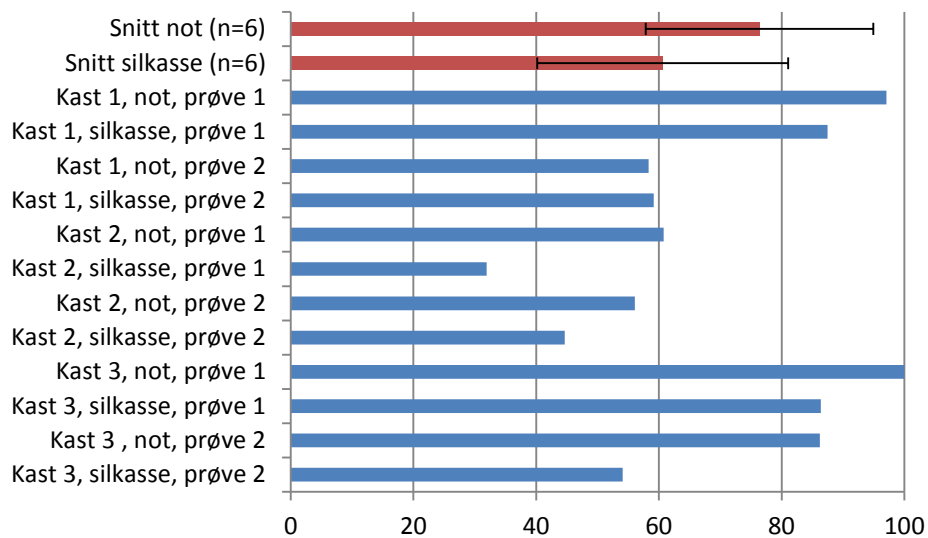
### 5.3.2 Overlevelsesrate

Overlevelsesraten avhenger trolig av flere faktorer som værforhold, størrelse på kastet, tid i nota før ombordtaking og hvor skånsom ombordtakingen er. Overlevelsesraten til makrell og NVG sild i nota og på toppen av silkassen ble vurdert under ombordtaking av fangsten. Resultatene for makrell er presentert i *Figur 5-18* og viser at overlevelsesraten til denne arten var  $47 \pm 10$  % i nota og  $38 \pm 23$  % etter avsilingssonen, noe som må regnes som lavt sammenliknet med tidligere funn. Tidligere målinger har vist overlevelse mellom 66 og 93 %, (Aursand et al, 2011). Årsaken til den høye dødeligheten kan forklares med stoppen som fant sted i systemet under ombordtakingsprosessen. Fisken døde i nota før den ble tatt om bord.

*Figur 5-19* viser overlevelsesraten til NVG sild, og viser at overlevelsesraten var  $76 \pm 19$  % i nota og  $61 \pm 20$  % etter avsilingssonen. Dette er noe høyere overlevelse enn tidligere funn hvor det ble målt en overlevelse etter ombordtaking på 20 – 98 % (Aursand et al, 2008), 3 – 90 % (Aursand et al, 2009) og 55 – 100 % (Aursand et al; 2010).



**Figur 5-18:** Overlevelsesraten til makrell i nota og på toppen av silkassen i avsilingssonen og i rennesystemet som var montert for uttak av fisk til vektestimering. Prøvene ble tatt ut under ombordtaking av fisk (n=44-78).



**Figur 5-19:** Overlevelsesraten til NVG sild i nota og på toppen av silkassen i avsilingssonen og i rennesystemet som var montert for uttak av fisk til vektestimering. Prøvene ble tatt ut under ombordtaking av fisk (n=35-80).

### 5.3.3 Fangstskader ombord

I Tabell 6 og Tabell 7 er fangstskadene til henholdsvis rund makrell og NVG sild presentert.

**Tabell 6:** Oversikt over fangstskader for rund makrell sensorisk vurdert etter ombordtaking.

Gruppe	Skader skinn %	Skader finne %	Klem-skader %	Blod skinn %	Blod øye %	Blod gjellelokk %	Blod finner %	Klaff-skader %	n
Not, pr 1	4	19	0	0	0	4	33	0	57
Not, pr 2	4	22	0	0	0	6	55	0	78
Not, pr 3	5	30	0	2	0	0	49	0	43
Not, pr 4	0	47	0	0	0	7	77	0	57
Silkasse, pr 1	7	28	0	0	0	2	47	0	57
Silkasse, pr 2	6	32	1	1	1	1	35	4	68
Silkasse, pr 3	10	29	0	0	2	5	38	14	42
Silkasse, pr 4	4	31	5	0	0	5	18	4	55
Tankpr 3.3	8	40	2	0	0	0	0	0	52
Tankpr 3.3	14	50	0	0	0	0	7	0	44
<b>Gj.snitt not</b>	<b>3±2</b>	<b>30±13</b>	<b>0±0</b>	<b>1±1</b>	<b>0±0</b>	<b>4±3</b>	<b>54±18</b>	<b>0±0</b>	-
<b>Gj.snitt silkasse</b>	<b>7±2</b>	<b>30±2</b>	<b>2±3</b>	<b>0±1</b>	<b>1±1</b>	<b>3±2</b>	<b>35±12</b>	<b>6±6</b>	-
<b>Gj.snitt lagringstank</b>	<b>11</b>	<b>45</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	-

Den sensoriske vurderingen av fangstskader på makrellen viste at det var få skader på skinnen mens omtrent halvparten av fisken hadde bloduttredelser på finnene ved ombordtaking. Bloduttredelsene på finnene så imidlertid ut til å forsvinne etter lagring i RSW. Skader på finnene ble registrert på omlag 1/3 av fisken. Det var generelt få klemskader, bloduttredelser på skinn, øyne og gjellelokk.

*Tabell 7: Oversikt over fangstskader for rund NVG sild sensorisk vurdert etter ombordtaking.*

Gruppe	Mye skjelltap %	Litt skjelltap %	Skader finner %	Klem-skader %	Blod skinn %	Blod øye %	Blod gjellelokk %	Blod finner %	n
Kast 1, not, pr 1	45	55	92	0	3	25	18	97	60
Kast 1, silkasse, pr 1	37	63	54	0	10	27	25	95	59
Kast 1, tank 2.1	100	0	71	4	6	75	27	10	48
Kast 1, tank 2.1	100	0	62	0	6	85	19	2	47
Kast 2, not, pr 1	78	24	54	3	6	51	63	56	80
Kast 2, silkasse, pr 1	67	33	40	2	10	60	56	69	48
kast 2, tank 2.3	95	0	73	2	9	80	25	5	44
Kast 2, tank 2.3	94	6	48	0	4	83	23	12	52
Kast 3, not, pr 1	42	58	44	0	2	2	2	80	64
Kast 3, silkasse pr 1	68	32	15	0	4	4	4	54	72
Kast 3, not, pr 2	53	47	15	0	6	1	2	63	81
Kast 3, silkasse, pr 2	43	57	48	0	2	5	7	70	44
Kast 3, tank 3.1	92	8	13	2	11	25	6	19	53
Kast 3, tank 3.1	87	7	33	0	7	46	4	2	54
<b>Gj.snitt not</b>	<b>54±16</b>	<b>46±15</b>	<b>51±32</b>	<b>1±1</b>	<b>4±2</b>	<b>20±24</b>	<b>21±29</b>	<b>74±18</b>	-
<b>Gj.snitt silkasse</b>	<b>54±16</b>	<b>46±16</b>	<b>39±17</b>	<b>1±1</b>	<b>7±4</b>	<b>24±27</b>	<b>23±24</b>	<b>72±17</b>	-
<b>Gj.snitt lagringstank</b>	<b>95±5</b>	<b>3±4</b>	<b>50±23</b>	<b>1±1</b>	<b>7±3</b>	<b>66±25</b>	<b>17±10</b>	<b>8±7</b>	-

Resultatene fra den sensoriske evalueringen av NVG sild etter ombordtaking viste at det var en svært høy andel av fisken som hadde mye skjelltap. All fisk hadde enten mye eller litt skjelltap. Det var også en høy andel av fisken som hadde skader og bloduttredelse på finnene. Opp til 10 % av fisken hadde bloduttredelser på skinnen. Klem-skader var så godt som fraværende i den analyserte fangsten. Bloduttredelser på øyne så ut til å oppstå under lagring i RSW. Dette stemmer overens med tidligere observasjoner (Aursand et al, 2011). Det ble funnet en høy grad av bloduttredelser på gjellelokk (opp til halvparten av silda), men dette gjaldt både fisk tatt direkte ut av nota og fisk tatt ut senere i ombordtakingsprosessen. Dette kan derfor ikke knyttes til ombordtakingsystemet, det samme gjaldt bloduttredelsene på finner.

### 5.3.4 Andel skader etter landing

Andelen av ulike typer fangstskader ble funnet etter landing for makrell og NVG sild som var transportert over de to ulike silkassene og deretter pumpet i land. Resultatene er presentert i *Tabell 8*.

*Tabell 8: Oversikt over fangstskaderate i makrell og NVG sild etter landing.*

Type skade	Makrell		NVG sild	
	Vakuumløssing	Trykklossing	Vakuumløssing	Trykklossing
Klaffskader (%)	0,17±0,03	0,00±0,00	0,12±0,07	0,01±0,00
Klemskade (%)	0,07±0,05	0,02±0,02	0,00±0,01	0,01±0,00
Sårskade/rift (%)	0,06±0,05	0,00±0,00	0,07±0,02	0,08±0,10
Totalt skadd fisk (%)	0,31±0,12	0,02±0,02	0,19±0,06	0,05±0,02
Total mengde fisk analysert (kg)	90000	21000	27600	38400

Det var generelt en svært lav andel av fangsten som hadde skader ved begge toktene. Den største bidragsyteren til fangstskader var klaffskaden. Når fisken var kappet, var er det nærliggende å fokusere på lossepumpen. Fisk kan bli skadet i ventilene/klaffene i vanlige lossepumper for pelagisk fisk. Denne kappskaden er typisk for pumper med klaffer og betegnes ofte som "klaffskade" (Digre et al., 2006). Ved trykklossing av fangsten unngås denne typen klaff, og det er derfor en vesentlig lavere andel klaffskader ved benyttelse av det nye konseptet - trykklossing.

De andre typene skade (klemskader og sår/rift) kan påføres langs hele prosessen fra not til ilandføring. Ingen signifikante forskjeller mellom vakuum og trykklossing ble observert. Prosessen var lik i alle tilfeller med unntak av lossemetode, og tallene er derfor sammenliknbare. Resultatene fra de to toktene er sammenliknet med tidligere års forskningstokt i forbindelse med utviklingen av det nye laste-, kjøle-, lossesystemet er sammenfattet i *Tabell 9*.

En sammenlikning med tidligere års resultater viser at andelen skadd fisk (utkast) ved landing ble redusert ved benyttelsen av det nye laste-/lossesystemet. Det er avdekket at trykklossing er et av de viktigste bidragene til å redusere andelen skadd fisk, da denne metoden utelukker såkalte "klaffskader" som oppstår ved benyttelse av vakuumlossing.

Ved benyttelse av det nye laste-/lossesystemet kan det i følge data fra forskningstokt gjennomført i årene 2008-2012 (Aursand et al, 2008; 2009; 2010; 2011) forventes en reduksjon i skadd fisk (utkast) på omtrent 0,05 - 0,7 % avhengig av værforhold, skånsomhet av fangstprosessen, og utforming av mottakskar og lossesystemer hos mottaksanlegget. Ved landing av hver enkelt fangst kan 0,2 % av fangsten, eller 200 kg/1000 tonn fangst høres ut som et lavt tall. Den europeiske totalkvoten for kun de to artene makrell og NVG sild er henholdsvis rundt 600 og 800 tusen tonn i 2012. Det vil si at en potensiell forbedring av systemer hvor det totale utkastet forminskes med 0,05 - 0,7 % vil kunne føre til en økning i utnyttelse av fisk til konsum med 700-9800 tonn fisk per år.

**Tabell 9:** Oversikt over fangstskader funnet for ulike prototyper av laste-, losse og kjølesystemet ved forskningstøkt gjennomført 2008-2012. Alle analyser er utført på samme måte. Klaffskader ble ikke vurdert 2008-2009. Fra 2008 til 2011 ble kun vakuumløssing benyttet. Tester med prototype av nytt system er merket med blått. '-' betyr ikke analysert.

År	Art	Behandling	Fangstskader totalt (%)	Fangstskader minus klaffskader (%)	Klaffskader (%)	Klem/sårskader (%)	Nakkeskader (%)	Sprengskader (%)	Finneskader (%)
2008	NVG sild	Undertrykkslasting + tradisjonell silkasse	-	0,17	-	-	-	-	-
	NVG sild	Sentrifugalpumpe, hydraulisk trykk 115 + tradisjonell silkasse	-	0,41	-	-	-	-	-
	NVG sild	Sentrifugalpumpe, hydraulisk trykk 100 + tradisjonell silkasse	-	0,20	-	-	-	-	-
	NVG sild	Sentrifugalpumpe, hydraulisk trykk 130 + tradisjonell silkasse	-	0,20	-	-	-	-	-
	NVG sild	Undertrykkslasting + tradisjonell silkasse	-	0,13	-	-	-	-	-
2009	NVG sild	Undertrykkslasting + tradisjonell silkasse	-	0,12	-	-	-	-	-
	NVG sild	Sentrifugalpumpe, hydraulisk trykk 115 + tradisjonell silkasse	-	0,10	-	-	-	-	-
	NVG sild	Sentrifugalpumpe, hydraulisk trykk 115 + tradisjonell silkasse	-	0,20	-	-	-	-	-
	NVG sild	Sentrifugalpumpe, hydraulisk trykk 125 + tradisjonell silkasse	-	0,20	-	-	-	-	-
	NVG sild	Undertrykkslasting + tradisjonell silkasse	-	0,10	-	-	-	-	-
	NVG sild	Sentrifugalpumpe, + tradisjonell silkasse	-	0,16	-	-	-	-	-
2010	NVG sild	Sentrifugalpumpe, + ny silkasse	0,72	0,47	0,25	0,14	0,18	0,15	-
	NVG sild	Sentrifugalpumpe, + tradisjonell silkasse	0,34	0,22	0,12	0,07	0,07	0,09	-
2011	Makrell	Sentrifugalpumpe, + ny silkasse	0,11	0,05	0,06	0,02	0,03	-	-
	Makrell	Sentrifugalpumpe, + tradisjonell silkasse	0,07	0,02	0,05	0,01	0,01	-	-
	NVG sild	Sentrifugalpumpe, + ny silkasse	0,14	0,09	0,05	0,04	0,04	-	0,01
	NVG sild	Sentrifugalpumpe, + tradisjonell silkasse	0,11	0,07	0,04	0,02	0,03	-	0,01
Makrell	Undertrykkslasting +trykklossing	0,02±0,02	0,01±0,01	0,00±0,00	0,01±0,01	-	-	-	
Makrell	Undertrykkslasting +vakuumløssing	0,31±0,12	0,11±0,09	0,17±0,03	0,11±0,09	-	-	-	
NVG sild	Undertrykkslasting +trykklossing	0,05±0,02	0,08±0,06	0,01±0,00	0,09±0,10	-	-	-	
NVG sild	Undertrykkslasting +vakuumløssing	0,19±0,06	0,08±0,00	0,12±0,07	0,07±0,03	-	-	-	



### 5.3.5 Filetkvalitet makrell

#### Sensorisk vurdering av kvaliteten på makrellfilet

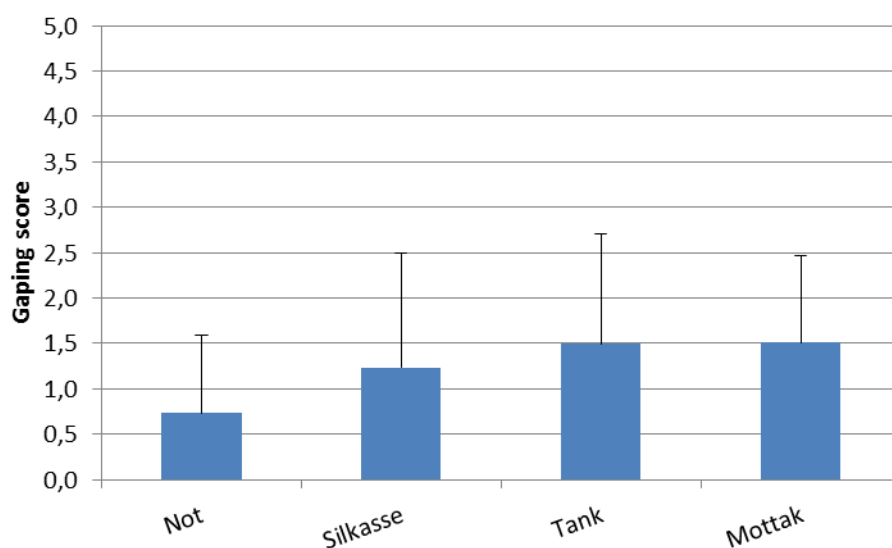
Figur 5-20 viser resultatene av en sensorisk vurdering av filetspaltning i håndfiletert makrell ombord og etter landing, mens Figur 5-21 viser resultatene av sensorisk vurdering av konsistensen til de samme filetene. Filetene ble forsiktig skylt i vannbad for å fjerne blodrester etc, og deretter kvalitetsvurdert maks 1 time etter filetering. Skalaen som ble benyttet til å vurdere filetspaltning og filetkonsistens er utviklet av SINTEF ([www.fhl.no/book](http://www.fhl.no/book)) og var som følger:

Filetspaltning ble vurdert med følgende skala:

- 0: Ingen spaltning
- 1: Små spalter (< 5)
- 2: Noen små spalter (< 10)
- 3: Mange spalter (> 10 små eller få store)
- 4: Utpreget spaltning (mange store spalter)
- 5: Ekstrem filetspaltning (fileten faller fra hverandre)

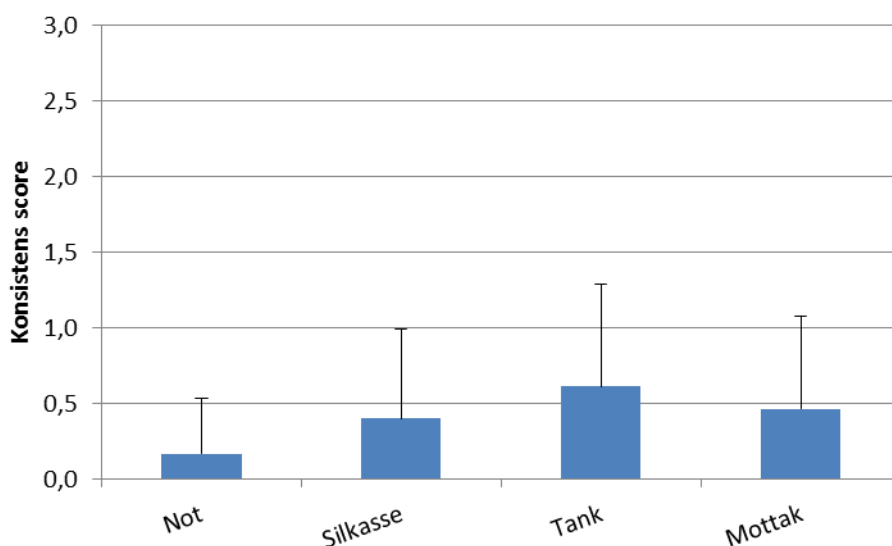
Filetkonsistens ble vurdert med følgende skala:

- 0: Naturlig konsistens
- 1: Fileten er litt bløt
- 2: Fileten er bløt
- 3: Fileten er meget bløt



**Figur 5-20:** Gjennomsnittlig verdi for filetspaltning (gaping score) til håndfiletert makrellfilet vurdert sensorisk ombord og etter landing (n=42-383 fileter fordelt i 1-7 ulike uttak) ± standardavvik.

Resultatene viser at utpreget eller ekstrem spaltning (gaping score 4 og 5) var så godt som fraværende i fangsten. En større andel av fangsten hadde imidlertid små spalter (gaping score 1 og 2). Videre antyder resultatene at fisken fra nota hadde minst grad av filetspaltning, og at fisken hadde mest filetspaltning etter ombordtaking og landing. Dette er som forventet, da enhver ombordtakingsprosess kan tenkes å medføre noe kvalitetstap. Videre er det svært viktig å ta den lange uønskede oppholdstida i nota med i betraktning. Det er også interessant å merke seg at graden av filetspaltning ikke økte under lagring i RSW, og transport til land. Dette antyder at kjøleprosessen om bord var god.



**Figur 5-21:** Gjennomsnittlig konsistens til håndfiletert makrell tatt ut på ulike tidspunkt om bord og etter landing (n=42-383 fileter fordelt i 1-7 ulike uttak).

Figur 5-21 viser at konsistensen stort sett var god for hele fangsten. Det ble imidlertid registrert en del fisk med litt bløt konsistens (konsistens score 1). Det var en signifikant høyere andel av fangsten som var litt bløt etter ombordtaking og landing sammenliknet med i nota. Trolig kan dette tyde på at ombordtakingen og lagringstiden om bord påvirker konsistensen.

### Filetspaltning i makrellfilet ombord målt ved hjelp av bildeanalyse

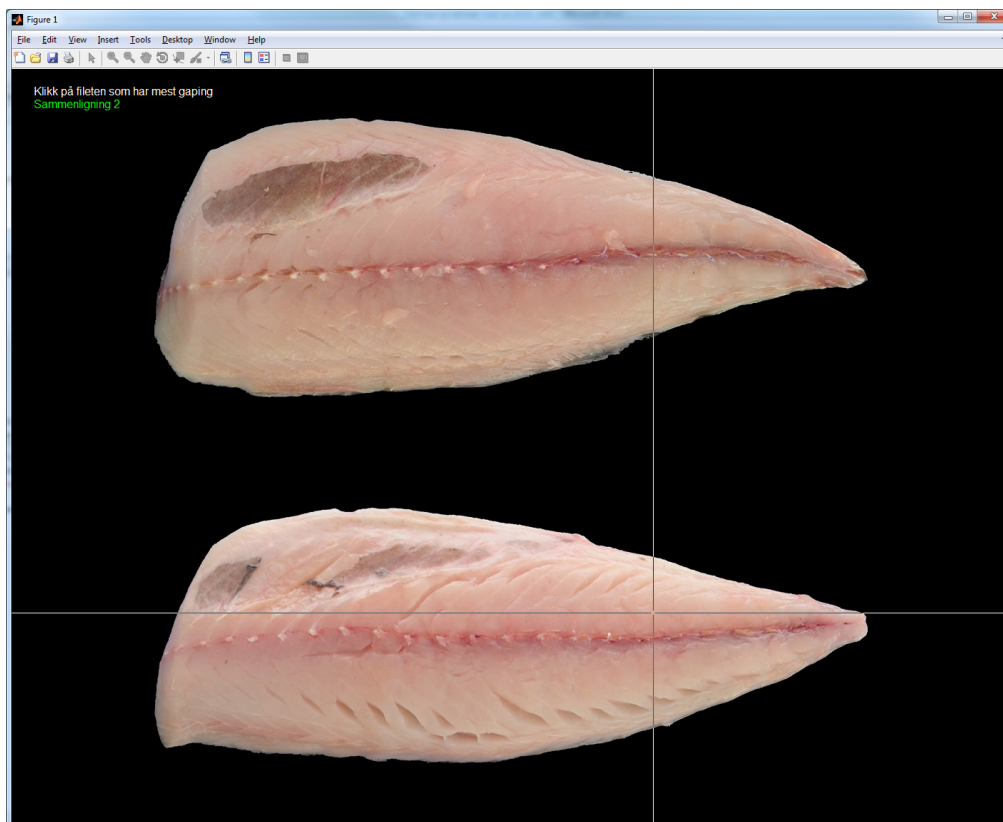
Det ble tatt bilde av 425 enkle makrellfileter ombord. Bildene er sortert med hensyn til spalting. Bildene er sortert ved hjelp av et program for data assistert gradering. Det ble gjort parvise sammenlikninger av filetbilder. Figur 5-22 viser et eksempel på filetbilder som ble tatt ombord, mens Figur 5-23 viser et skjermbilde fra sammenlignings-programmet for makrellfilet.

Følgende skala ble brukt for evaluering av gaping/filetspaltning på makrellfileter ved hjelp av fotografi:

- 0: Ingen/lite gaping
- 1: Middels gaping
- 2: Mye gaping

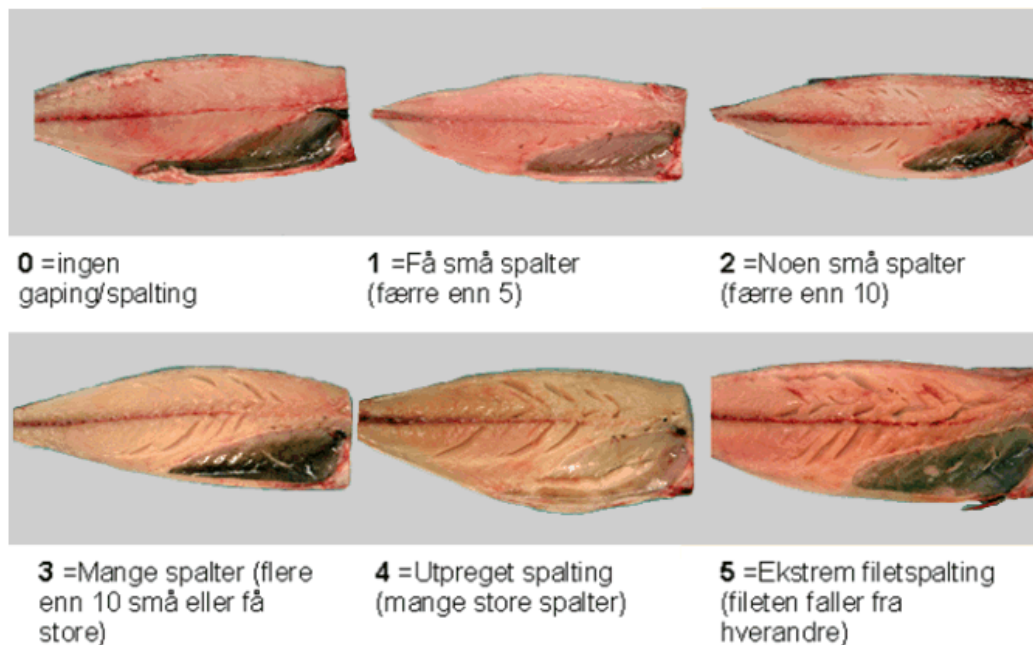


*Figur 5-22. Eksempler på bilder av makrellfilet tatt i kamerateltet.*



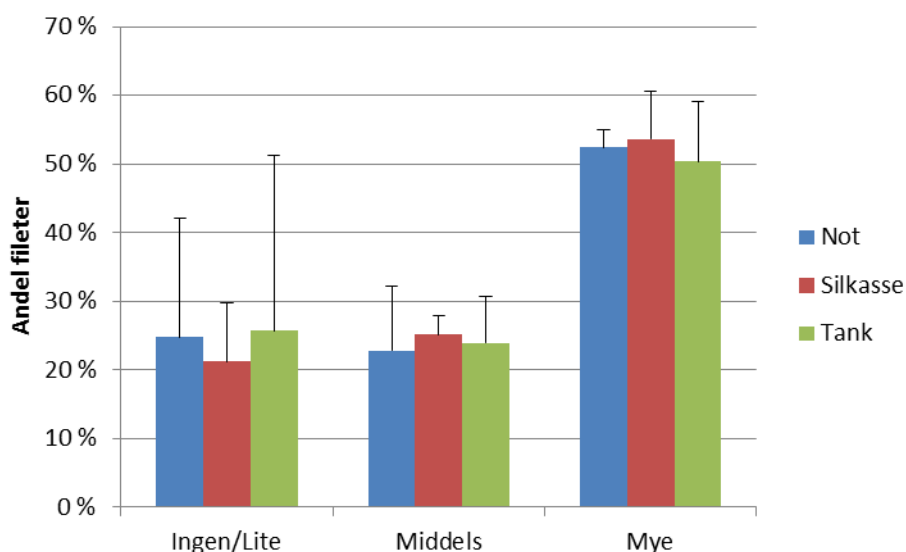
*Figur 5-23. Skjermbilde fra sammenligningsprogrammet for makrellfilet utviklet av SINTEF i 2011 (Aursand et al, 2011).*

I *Figur 5-24* kan eksempler på fileter gruppert i de ulike av filetspaltningskategoriene ses.



*Figur 5-24. Eksempel på gradering av makrellfilet hentet fra kvalitetshåndboken for pelagisk fisk (<http://fhl.no/book/>).*

Det ble tatt ut prøver ved ulike punkter under ombordtakingsprosessen. Fisk ble filetert og filetene fotografert. Graden av filetspalting ble bedømt ved sensorisk vurdering av bildemateriale. Resultatene for vurderingen er vist i *Figur 5-25*.



**Figur 5-25:** Visuell vurdering av bildemateriale for sensorisk bestemmelse av grad av filetspløtning i makrellfilet tatt ut fra ulike punkter under ombordtakingsprosessen; fra nota, rett etter avsilingssonen i silkassen og i tre ulike lagringstanker) (n=42-56). Gjennomsnitt ± standardavvik er oppgitt.

### 5.3.6 Filetkvalitet NVG sild

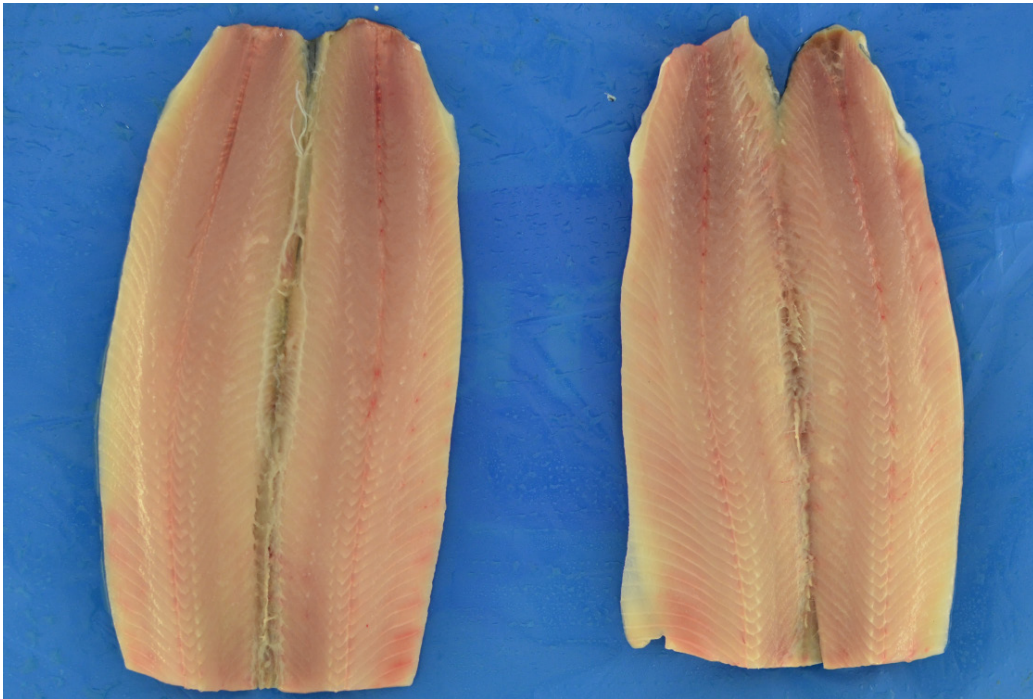
#### Filetfarge, røde haler og blodflekker på NVG sild

Bloduttredelser i form av røde haler, blodflekker eller generell røde fileter er uønskede kvalitetsfeil. Denne typen feil i fiskekjøttet er en indikasjon på at fisken har fått "røff" behandling mens den levde. Feilen relateres derfor til fangst- og ombordtakingsprosessen.

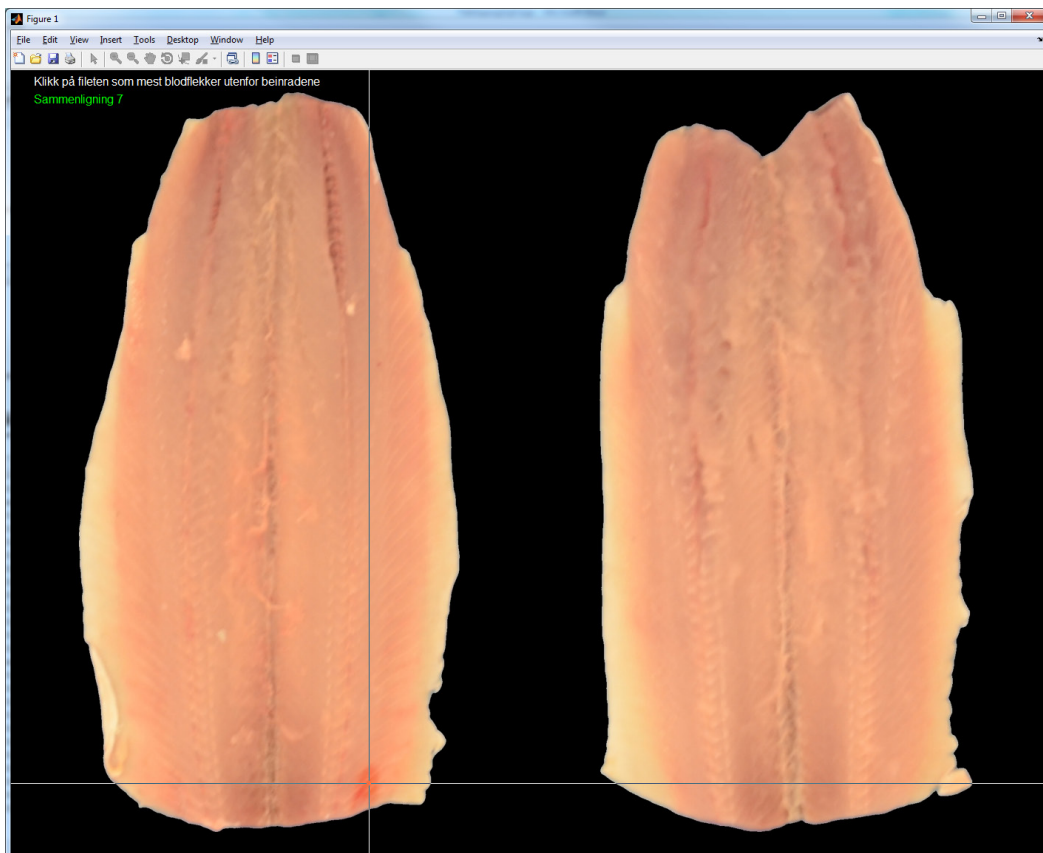
For å kunne gjøre en objektiv vurdering av kvalitet og skader på fileten ble det tatt bilder i kameratelt med jevn belysning. Bildene ble vurdert med hensyn på

1. Rød hale
2. Rød grunnfarge
3. Blodflekker

De overnevnte kvalitetsparametere er vanskelig å måle nøyaktig med eksisterende automatiske maskinsynsalgoritmer, og det ble derfor utviklet et program for dataassistert gradering av filetene basert på parvis sammenligning. Eksempler på fileter som ble evaluert er vist i *Figur 5-26*. Skjerm bilde fra dette programmet er illustrert i *Figur 5-27*.

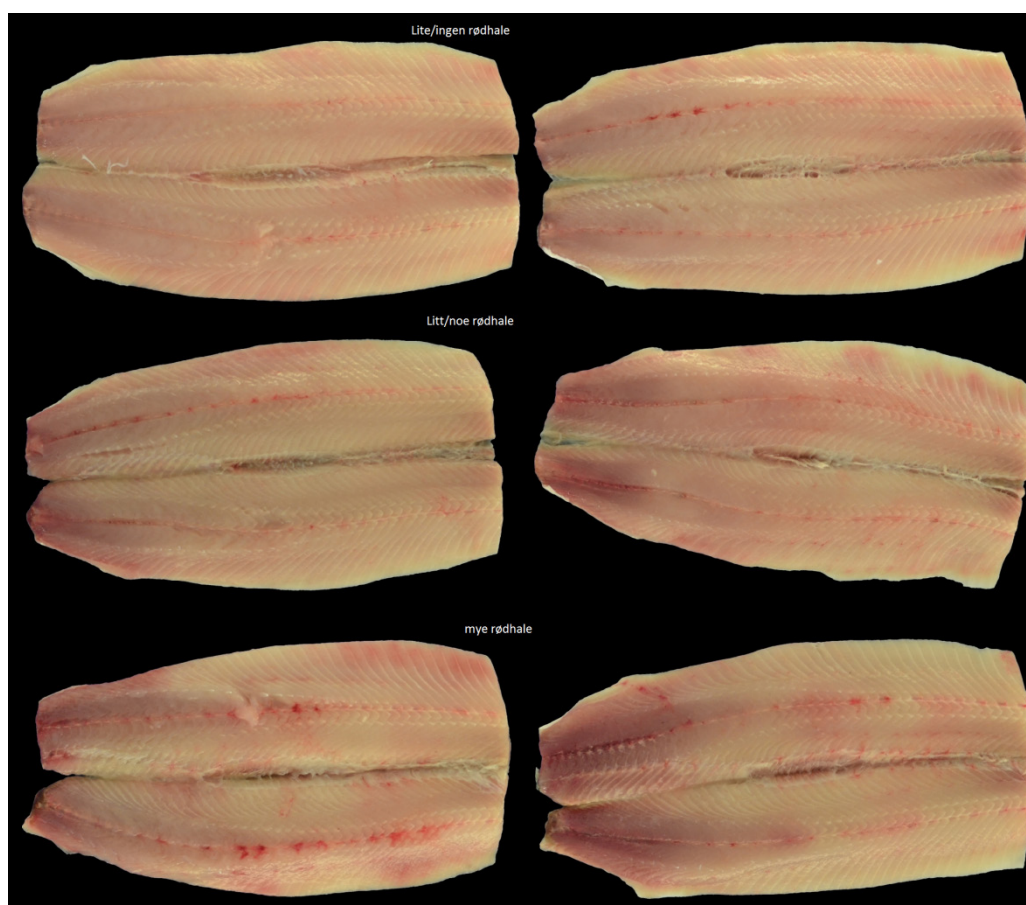


*Figur 5-26. Eksempler på bilder av sildefilet tatt i kameratelet.*



*Figur 5-27: Skjerm bilde fra sammenligningsprogrammet brukt på sildefilet.*

Sammenligningsprogrammet baserer seg på at det er enklere for et menneske å gjøre en parvis sammenligning med hensyn til en kvalitetsparameter enn det er å vurdere på en kontinuerlig skala. Resultatet av den dataassisterte graderingen er en kontinuerlig gradering av alle filetpar med hensyn til de tre kvalitetsparametrene av interesse. Det vil si at alle fileter ble sortert fra best til dårligst og deretter inndelt i klasser. For å få til en objektiv sammenligning, ble den blå bakgrunnen fjernet, filetparene skalert til lik størrelse og presentert i tilfeldig rekkefølge. Sammenligningen ble dermed gjort uten noe kjennskap til hvilken gruppe fisken var fra.



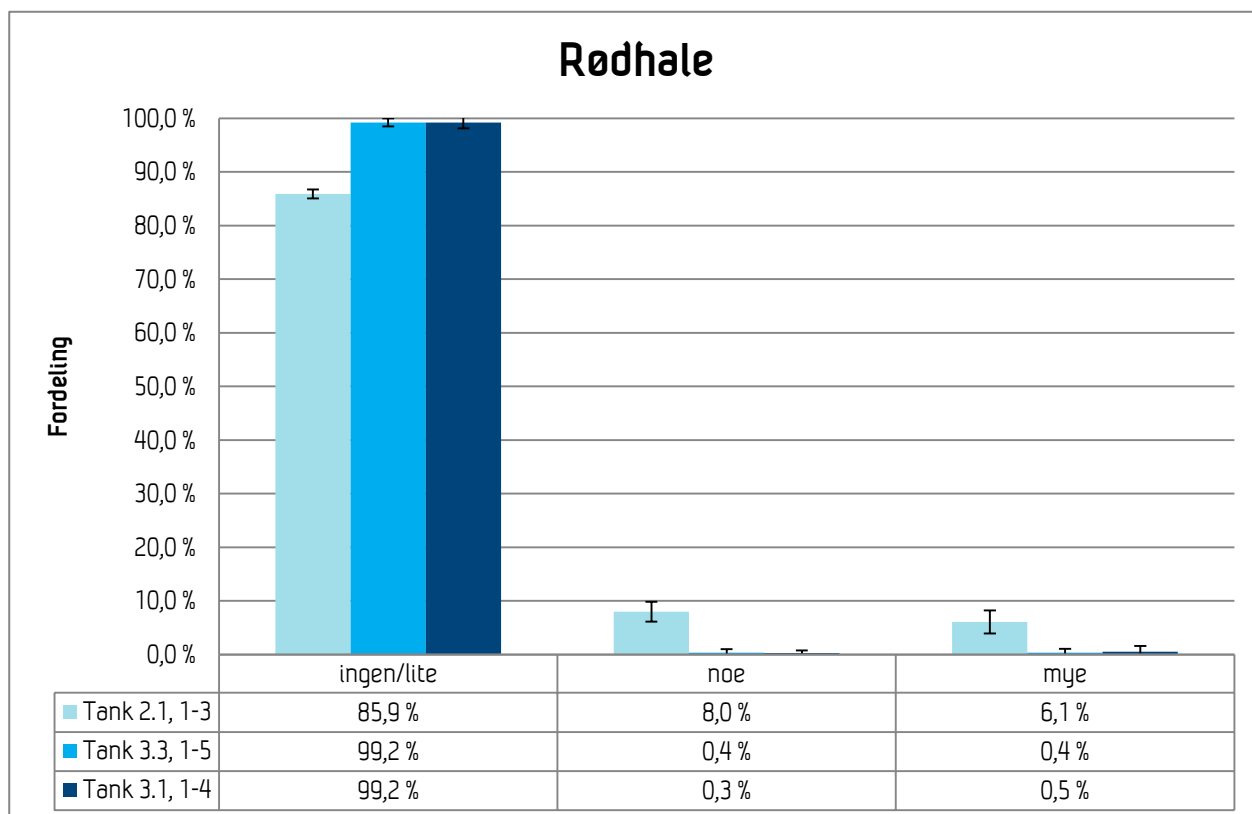
**Figur 5-28.** Gradering med hensyn til rød hale. Det ble satt grenser der rødhale begynner å være av betydningsfull mengde.

Graderingen av sildefilet med hensyn til rød hale er illustrert i *Figur 5-28*. Resultatet av graderingen er at hele datasettet ble sortert kontinuerlig med hensyn til grad av rød hale fra best til dårligst. Deretter ble det satt grenser der det begynner å være noe/litt rød hale av betydning og en grense der det er mye rød hale. Det viser seg at de fleste filetpar har ganske lik grad av rød hale, med et mindre antall filetpar i de ekstreme ytterpunktene av skalaen.

Det ble tatt ut totalt 12 grupper fra filetanlegget underveis i produksjonen. Gruppene ble tatt ut tilfeldig med omlag 10 minutters mellomrom. Det ble tatt ut fisk som hadde vært lagret i tre ulike RSW-tanker om bord på fartøyet. Fra filetlinjen ble følgende grupper av fisk plukket:

- Kast 1 - RSW-tank 2.1: Totalt 362 fisk fordelt på tre uttak (grupper).
- Kast 3 - RSW-tank 3.3: Totalt 522 fisk fordelt på fem uttak (grupper).
- Kast 3 - RSW-tank 3.3: Totalt 370 fisk fordelt på fire uttak (grupper)

I analysene er de ulike gruppene innenfor en tank samlet.



**Figur 5-29.** Resultat fra sammenligning, av graden av rød hale, mellom ulike kast/lagringstanker om bord.  
Tank 2.1 = Kast 1, Tank 3.1 og Tank 3.3 = Kast 3.

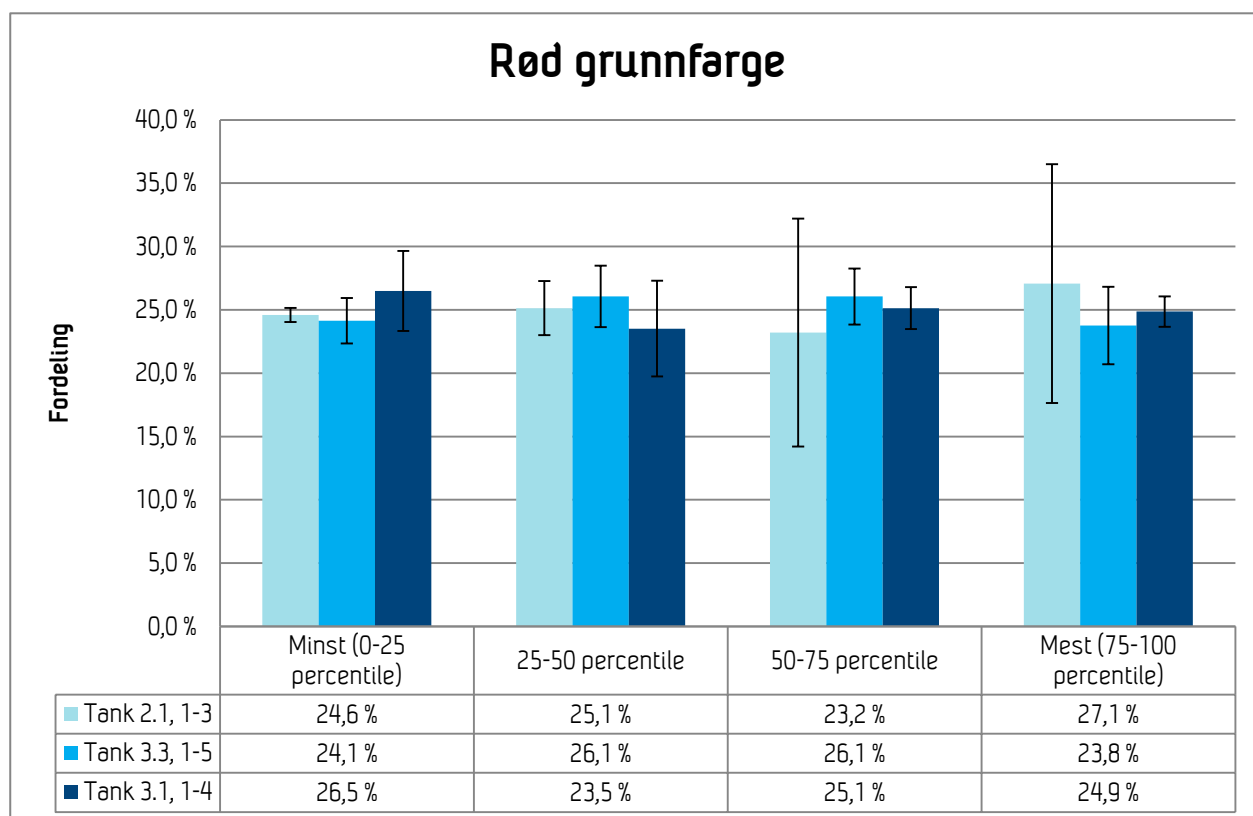
Graden av rød hale er vist i *Figur 5-29*. Det kan ses at prøvene fra tank 2.1 hadde betydelig større andel røde haler. Prøvene fra tank 3.1 og 3.3 hadde få fileter med betydelig røde haler.

Fisken fra tank 2.1 stammer fra kast 1. Også på anlegget ble det kommentert at denne fisken var av dårligere kvalitet, og skipper Espen Ervik (*ref. med*) antok at dette måtte være fisk som tidligere hadde vært i nota til et annet fartøy, såkalt "notspreng"-fisk. En slik belastning på fisken kan forklare den store forskjellen mellom kvaliteten til fisken i Kast 1 og alle de påfølgende kastene. Dette ble nøye evaluert av forskere og mannskap, og ingen øvrige hendelser i fangstforløpet, ombordtakingsprosessen eller kjøleprosessen kunne forklare denne forskjellen i kvalitet mellom Kast 1 og de øvrige kastene.

For tank 3.1 og 3.3 ble det registrert lav grad av rød hale til filetene. Dette antyder en skånsom fangst- og ombordtakingsprosess.



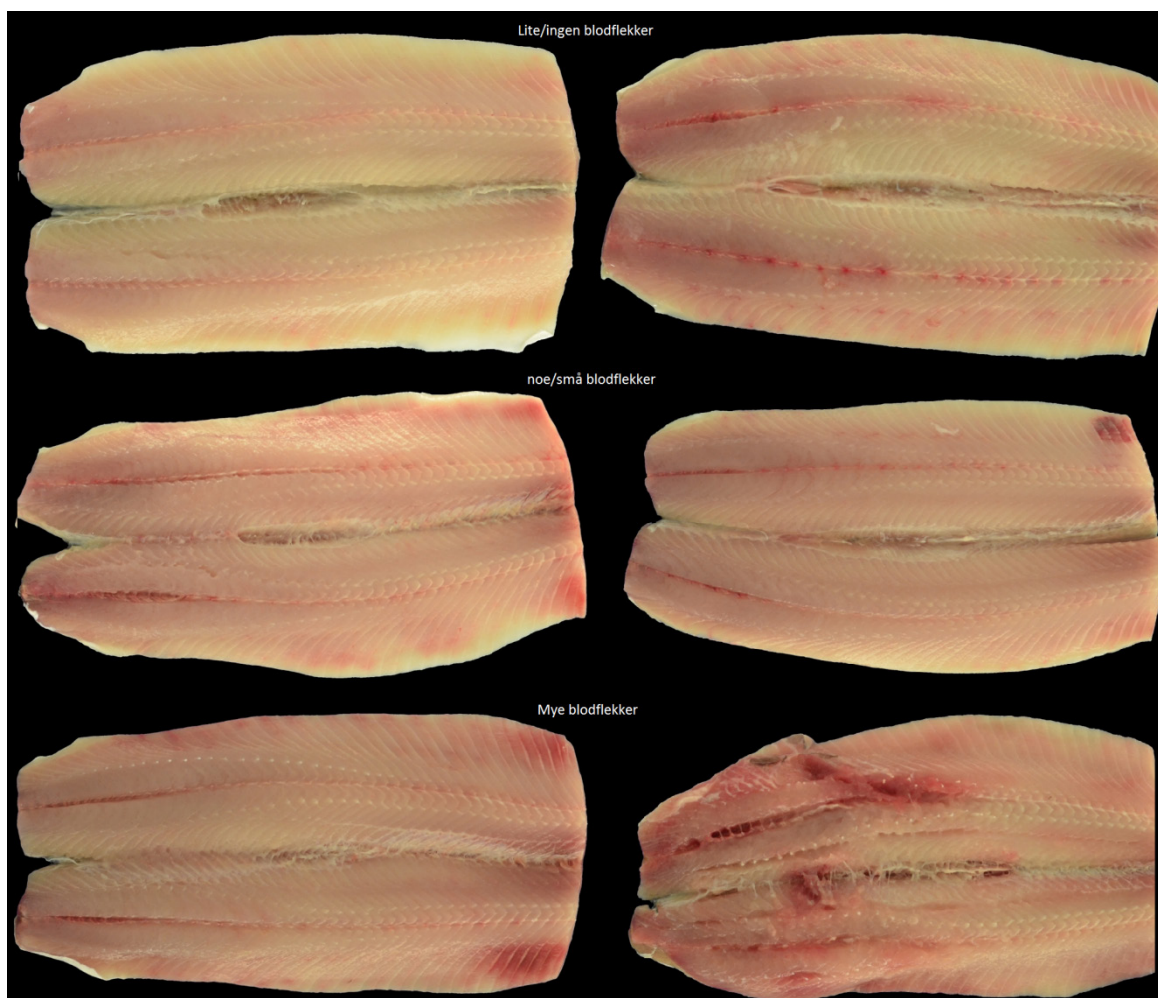
Gradering av filetpar med hensyn til rød grunnfarge i fileten er illustrert i *Figur 5-30*. Skalaen er som følger: Fileter av høy kvalitet (naturlig rødfarge = 0-75 percentile) og fileter av lav kvalitet (mest rødfarge = 75-100 percentile).



**Figur 5-30:** Resultat fra sammenligning, av graden av rød grunnfarge, mellom ulike kjøletanker/kast. Tank 2.1 = Kast 1, Tank 3.1 og Tank 3.3 = Kast 3.

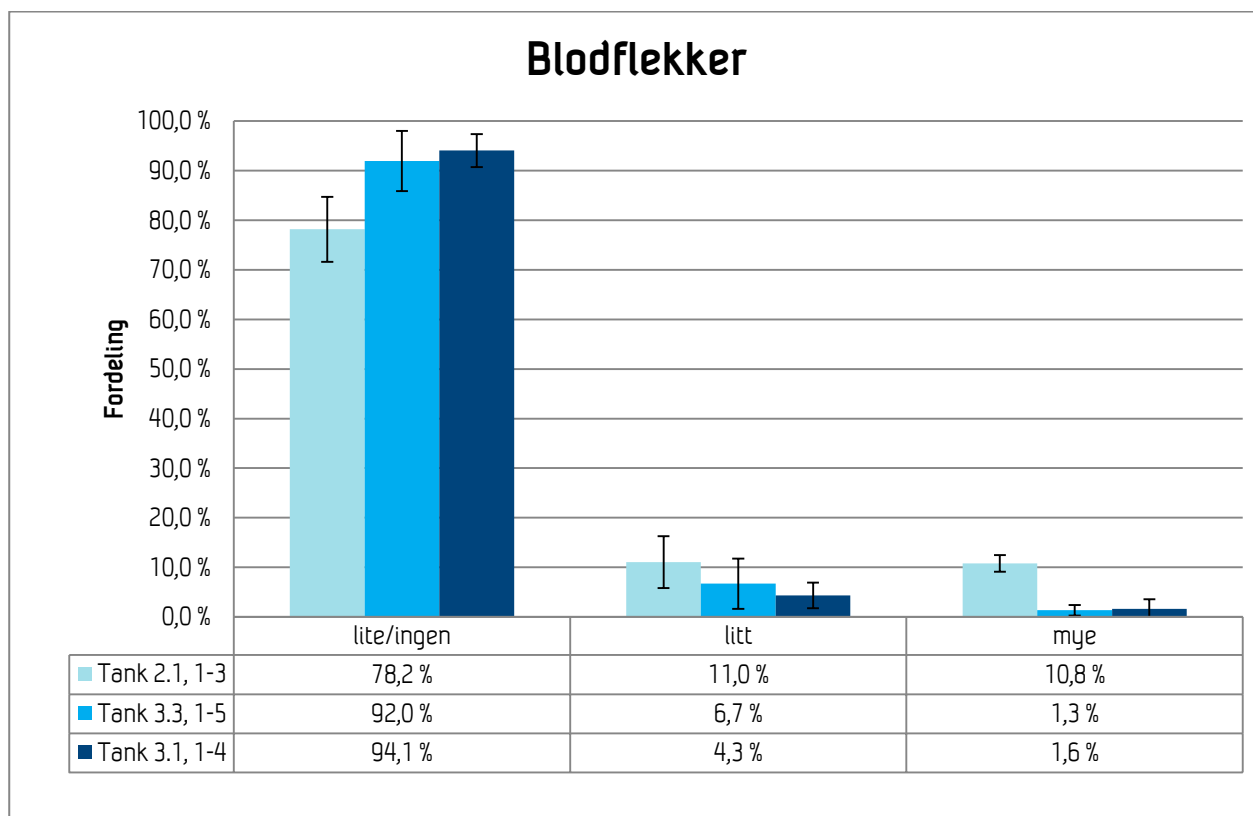
Det er en antydning til at fisk fra kast 1 har noe mer rød grunnfarge. Standardavviket viser at en det er spredning mellom gruppene fra kast 1. Mellom tank 3.1 og 3.3 er det liten forskjell. Det var en jevn fordeling i alle gruppene der filetene gikk fra å ha en naturlig og fin grunnfarge (0-75 percentile) til å ha noen fileter med en rødere grunnfarge (75-100 percentile).

Skalaen for gradering av filetpar med hensyn til blodflekker i fileten er illustrert i *Figur 5-32*.



**Figur 5-31.** Gradering med hensyn til blodflekker.

Resultatene for gradering av filetpar med hensyn til blodflekker er illustrert i *Figur 5-33*. Alle bildene ble først sortert fra best til verst. Deretter ble det tatt ut en gruppe med de som har betydningsfulle eller mange blodflekker, en gruppe med de som har noen små eller mindre betydningsfulle og en gruppe med ingen eller få ubetydelige blodflekker.



**Figur 5-32.** Resultat fra sammenligning av graden av blodflekker mellom fisk lagret i tre ulike lagringstanker om bord, og tatt ut fra to ulike kast (Tank 2.1 = Kast 1, Tank 3.1 og Tank 3.3 = Kast 3). Skalaen for blodflekker finnes i Figur 5-32.

Resultatet fra sammenligningen av graden av blodflekker er vist i Figur 5-33. Det er betydelig mer fremtredende blodflekker på fisken fra tank 2.1 (Kast 1), men andel fileter uten blodflekker er ganske likt mellom gruppene. De er ikke betydelig forskjell mellom prøvene fra tank 3.3 og tank 3.1.

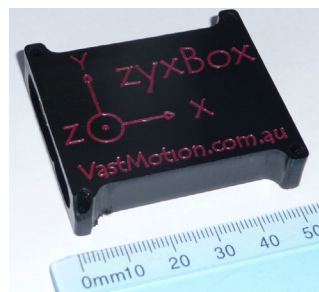
### Oppsummering

Det ble utført en objektiv data-assistert gradering av sildefileter hvor tre ulike typer kvalitetsparametere relatert til bloduttredelser ble vurdert; rød hale, rød grunnfarge og blodflekker. Silden fra Kast 1 hadde mer blodflekker og rød hale, mens de andre to gruppene hadde god kvalitet.

## 6 Evaluering av fangsthåndteringsprosessen ved hjelp av "sensorfisk"

### 6.1 Bakgrunn

En "sensorfisk" ble utviklet av SINTEF Fiskeri og havbruk med det formål å logge påkjenninger fisken opplever på sin ferd fra not til lagringstank ombord. Det var først og fremst ønskelig å se på de slag og fallpåkjenninger fisken kan oppleve gjennom systemene om bord. Dette vil da typisk komme av fiskepumper, kanter, slag trenging eller store høydeforskjeller i systemene.



Figur 6-1: zyxBox fra VastMotion

#### 6.1.1 Sensor

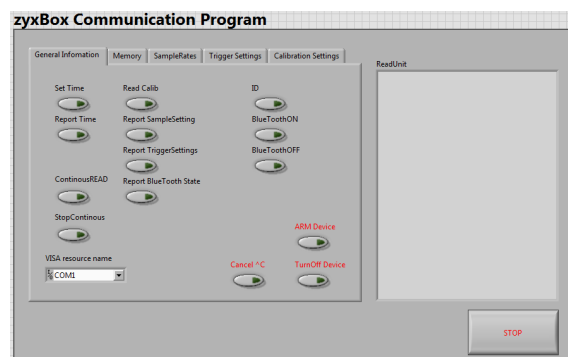
10 stk. *zyxBox Motion Sensor* enheter fra *VastMotion* (vist i *Figur 6-1*) ble benyttet. Dette er en kompakt sensor laget for å logge akselerasjon, støt og rotasjon i 3 akser (X, Y og Z). Enheten har innebygget batteri og minne som gjør den i stand til å logge over lengre tid. I tillegg er enheten programmerbar i forhold til tabeller for loggefrequenser, aktive akser og loggetidsrom. Spesifikasjoner er listet i *Figur 6-2*.

Acceleration range	+/- 16 g (three axes) at 0.0005 g resolution
Rotation range	+/- 2000 degrees per second at 0.06 degrees per second resolution
Shock acceleration range	+/- 256 g (three axes) at 0.5 g resolution or +/- 1024 g at 2 g resolution
Recording rate	4000 to 0.78 samples per second (0.25 milliseconds to 1.28 seconds per sample)
Recording capacity	Over 2 million values recording from 1 to 9 axes; 233,000 9-axis records. Up to 1024 separate recordings
Internal clock calendar	Date and time at 1 ms resolution
Temperature sensor	-30 to +85°C at 0.1°C resolution
Operating temperature	-10 to +55 °C
Motion triggering	Programmable thresholds on acceleration, rotation and shock. Trigger hold off 0-255 seconds from arming
Timed triggering	1 second resolution for initial trigger and intervals between triggers
Pre trigger capture	Up to 130944 values; 24563 9-axis records
Communications	USB and Bluetooth serial interface, USB at 921600 baud and Bluetooth at 115200
Weight	23 – 25 grams
Dimensions	52 mm (2.05 inch) long 46 mm (1.81 inch) wide; main body 38 mm (1.50 inch) 11.2 mm (0.44 inch) high
Battery operating time	80 minutes typically (Bluetooth device with an active connection) At least 5 days in sleep mode (V1.3.12 and later)
Battery recharge time	About 1 hour
Battery type	Lithium polymer

Figur 6-2: Spesifikasjoner på sensor.

### 6.1.2 Kommunikasjon og konfigurering

Enhetene kommuniserer på RS-232 via USB, eller via *Bluetooth*. For at oppsett og aktivering av sensorer skulle gå kjapt og problemfritt ute i felten, ble det utviklet et eget program i *LabVIEW* for sensorene. Programmet kommuniserer vir RS-232 eller *Bluetooth* via COM porter satt opp på vertsmaskinen, og inneholder funksjoner for blant annet loggefrequenser, aksevalg, minnehåndtering, armering / aktivering og statusavlesinger mot sensorene. Utsnitt fra GUI (Graphical User Interface) som ble laget er vist i *Figur 6-3*.



**Figur 6-3:** GUI for kommunikasjon med zyxBot.

### 6.1.3 Støpning av sensorfisk

I et forsøk på å gjengi de krefter som faktisk påvirker en fisk under prosessering, ble sensorene støpt inn i silikon av typen "*Smooth-On Mold Max 27T*". Dette stoffet oppleves tilnærmet likt kjøtt og vev hos dyr, fisk og mennesker, og vil føre til at sensorene gir et mer nyansert bilde av hva fisken må gå igjennom av påkjenninger i prosessen.

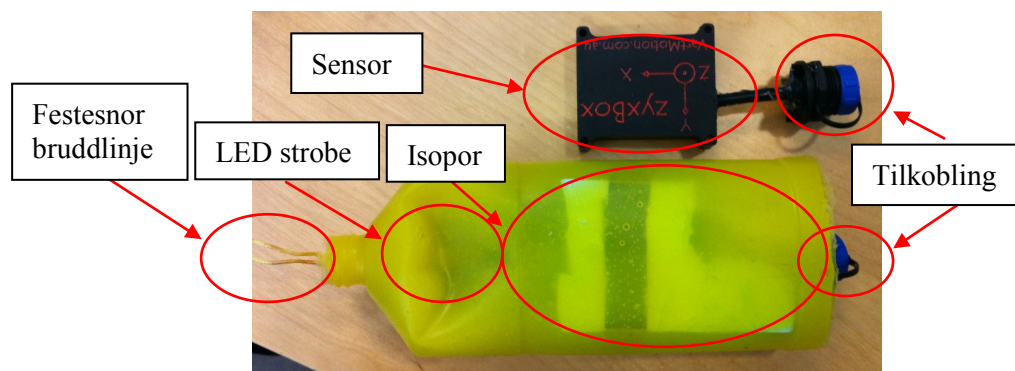
#### 6.1.3.1 Innhold

Inne i massen ble det støpt inn en rekke materialer og utstyr til forskjellige formål. Som et utgangspunkt når man laget "fiskene", ønsket man at disse skulle ha positiv oppdrift i vannet. Det ble derfor lagt inn lag av isopor rund selve sensoren, og på ledige plasser inne i avstøpningen for å redusere vekten. Sammen med dette ble det støpt inn en LED lykt av typen *Asaklitt mini-LED belysning* (*Figur 6-4*). Disse ble satt på "strobe" funksjon under forsøk, slik at sensoren skulle være lett synlig for gjenfinning etter bruk. I enden av "fisken" ble det støpt inn et snøre "*250LB 1.00MM PE*

*DYNEEMA BRAID FISHING LINE*" forankret i selve sensoren. Under bruk ble det festet en "bruddlinje" i løkken, som skulle ryke når sensoren var på riktig posisjon. I bakenden av massen ble tilkoblingspunktet, på sensoren, lagt slik at kommunikasjon med enheten fortsatt var mulig etter innstøping. En detaljert oversikt er vist i *Figur 6-5*.



**Figur 6-4:** LED lys støpt inn i sensorfisk

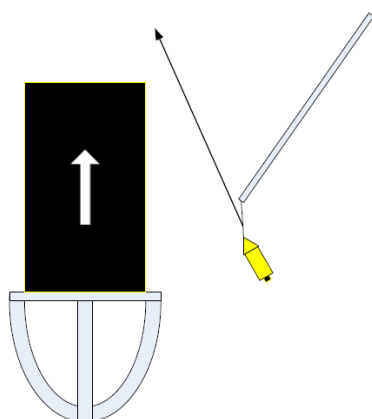


**Figur 6-5:** Utstyrsbeskrivelse.

## 6.2 Gjennomføring

Under fiske kjøres sugeslangen ofte langt ned i nota før man starter undertrykkslastingen. Ved oppstart kan enden av slangen være opp til 20m under vannspeilet. For å få de sensorene inn i systemet måtte vi derfor finne en måte å levere "fiskene" ved åpningen på slangen før de ble frigjort. Fordi sensorene har positiv oppdrift vil de komme til overflaten dersom de ikke blir sugd inn av systemet. Det ble forsøkt to prinsipper for avlevering av sensor ved innløpet på sugeslangen.

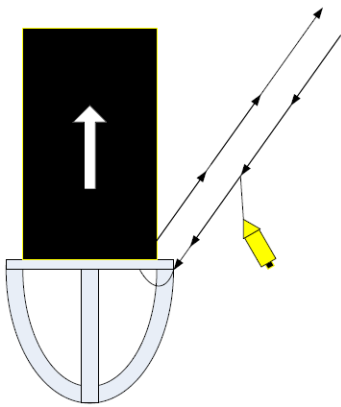
### 6.2.1 Manuell avlevering



Den første metoden som ble forsøkt, gikk ut på å levere sensoren ved hjelp av en lang stang, bruddlinje og manuell utløsningslinje. Sensoren ble trykket gjennom fiskemassen, og plassert så nær sugeslangen som mulig. Deretter ble utløserlinen rykket i, slik at bruddlinjen mellom stang og sensor skulle ryke. Prinsippet illustrert på *Figur 6-6*.

**Figur 6-6:** Avlevering av sensor med stang.

## 6.2.2 "Klessnor" avlevering



Neste metode gikk ut på avlevering av sensor ved hjelp av "klessnor" prinsippet. Det ble laget hull i enden av sugeslangen som man tredde et tau gjennom. Deretter ble enden ført tilbake og knytt sammen i enden. På denne måten ble tauet kontinuerlig. Ved å trekke i den ene snora drar man etterhvert hele tauet gjennom hullet nede på slangen. Vi festet deretter bruddlinjen på sensoren fast på tauet, og dro slik at sensoren måtte komme fra yttersiden for så å gå inn i slangen. Dette er illustrert på *Figur 6-7*. Hullet var ikke stort nok til at sensoren kunne passere gjennom. Dette førte derfor til at når tauet stoppet, ble det rykket i, og bruddlinjen på sensoren røk. På denne måten kunne sensoren fortsette gjennom systemet.

*Figur 6-7: Avlevering av sensor med "klessnor".*

## 6.2.3 Praktisk bruk

Sensorene ble satt opp slik at de skulle starte logging etter første støt som oversteg 40G. De ble derfor klargjort, programmert og startet før de gikk inn i systemet. Når avleveringen skulle finne sted, ble de banket noen ganger mot en vilkårlig gjenstand, slik at sensoren skulle overstige startverdiene. Når en av aksene registrerte verdier over satte grenser begynte loggingen, og sensorene kunne sendes inn i systemet.

Fordi sensorene har positiv oppdrift, ble de funnet igjen på tankene etter gjennomkjøring. Tankenes høyeste punkt er i selve tilgangsluken. Derfor ble de fleste sensorene funnet der umiddelbart etter lasting av tanken. De resterende hadde også kommet til overflaten, men ikke i luken, så disse ble funnet senere under nedpumping av tankene.

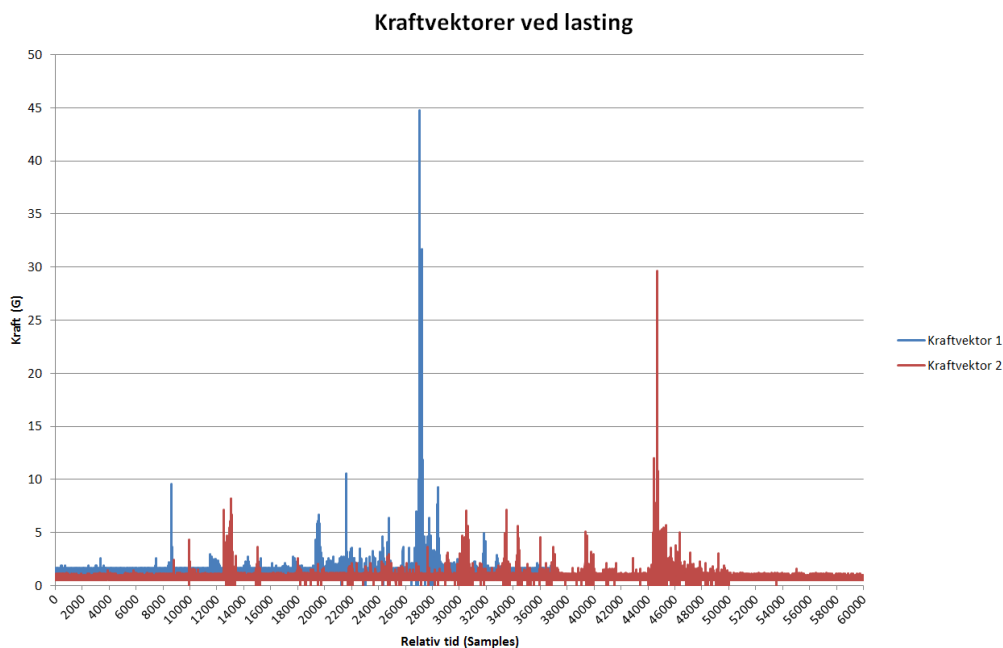
## 6.3 Resultater – "sensorfisk"

Sensorene logger akselerasjoner, rotasjoner og støt i 3 akser samtidig. Datapunktene fra -akselerasjons og -støt målingene ble brukt for å beregne en kraft vektor i rommet. Dette er den resulterende absolutte kraften (målt i G) som sensoren ble utsatt for, uavhengig av retning. For å beregne denne resultatanten ble Pytagoras prinsipp benyttet etter følgende formel:

$$G = \sqrt{(G_x^2 + G_y^2 + G_z^2)}.$$

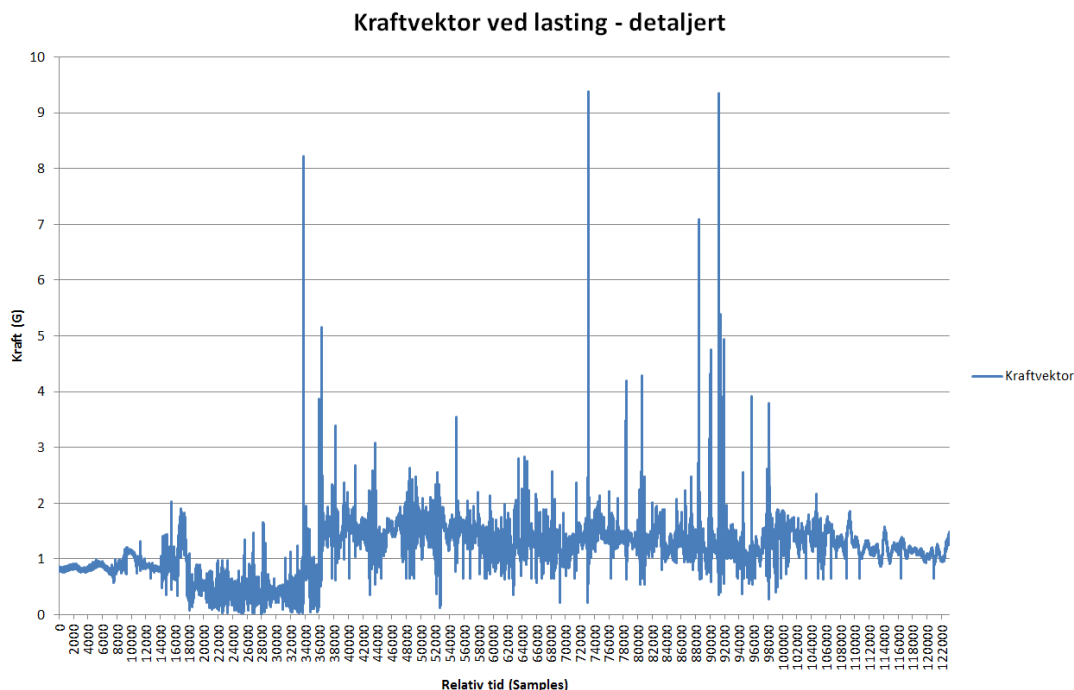
### 6.3.1 Lasteprosessen

Det ble sendt gjennom 2 sensorer under lasting av NVG sild. I *Figur 6-8* ser man den resulterende kraften sensorene ble utsatt for på vei gjennom systemet. Her varierer tiden med når sensorene ble aktivert, og når de faktisk ble sugd inn av slangen i noten. I *Figur 6-8* var sensorene satt opp til å logge 400 ganger i sekundet, eller en avlesing hvert 2,5 ms. Den totale lengden på loggingen vist nedenfor var derfor 150 sekunder.



**Figur 6-8:** Avlesninger fra støt sensorer under lasting fra not

De to kraftige utslagene på henholdsvis 45 G og 29 G ( $G = 9,81 \frac{m}{s^2}$ ) var trolig fra når fisken forlot avsilingsristen inne i silkassen, og falt ned mot bunnen av kassen.



**Figur 6-9:** Detaljavlesing fra akselerometer ved lasting.

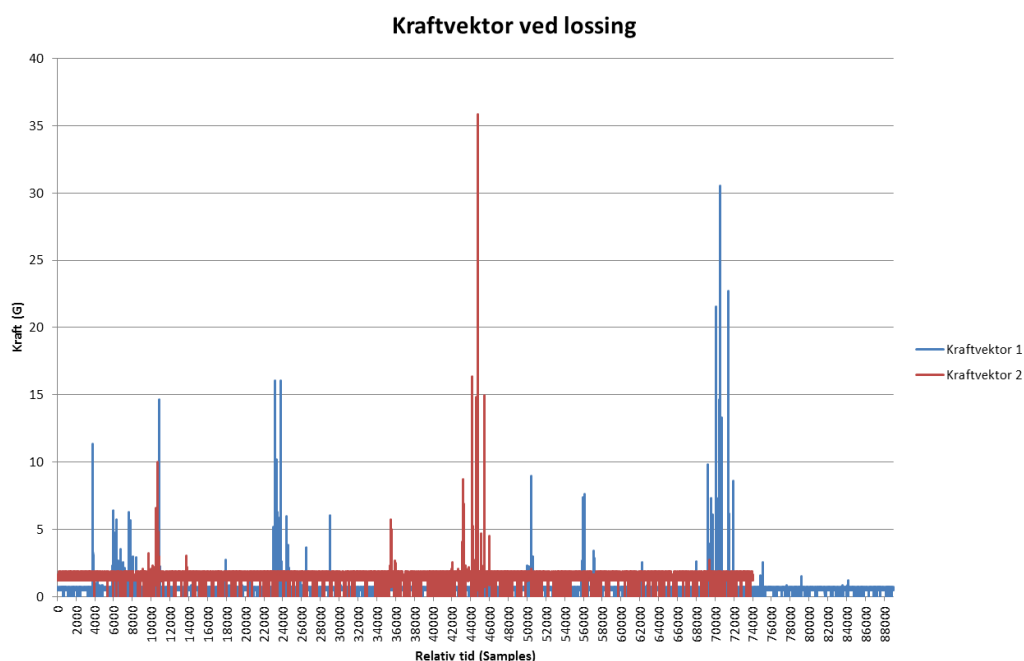
I *Figur 6-9* ser vi en mer detaljert avlesing fra akselerasjonssensorene til den ene av sensorene som gikk gjennom systemet ved lasting. Her ser man at den jevne belastningen er svært jevn og liten.



Utslagene vi ser på kurven er trolig når sensoren ble rykket av snora, fall fra avsilingsrist til bunn av silkase, og når sensoren traff vannspeilet i lagertanken.

### 6.3.2 Losseprosessen

Vi undersøkte også påkjenningene fisken ble utsatt for ved lossing. I dette tilfellet både ved trykklossing av tradisjonell vakuumløssing. For å få til dette måtte vi ha sensorene i tankene før man satte på trykk. Dette resulterte i at samplingsraten måtte settes lavere for å sikre oss gode avlesninger på sensorene. Samplingsraten ble satt til 25 ganger i sekundet, eller 40 ms mellom hver avlesning. Samtidig var det et ønske at sensorene denne gangen så snart som mulig skulle synke til bunns i tanken for å være med gjennom utsugingen i bunnen. For å oppnå dette ble det tapet tape dekt med sand på utsiden av sensorene. 2-3 strimler med sandbelagt tape førte til at sensorene fikk en negativ oppdrift. *Figur 6-10* strekker seg over et tidsrom på 3520 sekunder, eller ca. 1 time.

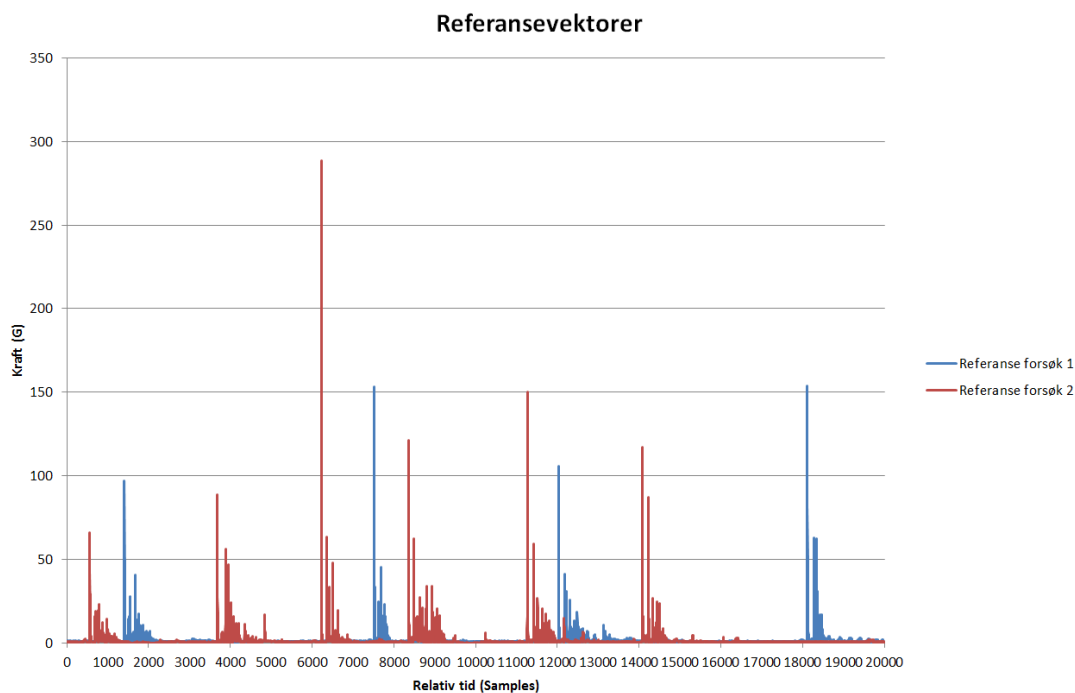


**Figur 6-10:** Kraftvektorer ved lossing på landanlegg.

*Figur 6-10* viser støtlogging ved lossing av fangsten på landanlegg. Her ser vi at hver av avlesningene fikk et markant utslag på henholdsvis 36 G og 31 G. Dette kan muligens skyldes fall ned i mottakskar.

### 6.3.3 Referanseavlesninger

For å feste disse tallene til noe håndfast, ble det utført referansetester med sensorene ved SINTEF Fiskeri og havbruk. En utvalgt sensor som ble benyttet både i laste- og losseloggingene ble her benyttet. Denne ble sluppet fra 2 forskjellige høyder (vist i *Tabell 10*), og ned på gulvet. Forsøkene ble repetert noen ganger for å se på effekten dette ga. Den samme teknikken med total kraftvektor beregning ble også her brukt.



**Figur 6-11:** Referansedata på fall fra 770 med mer og 1000mm med samme sensor som brukt om bord.

*Tabell 10* inneholder forsøksdata som ble logget under referanseforsøkene.

**Tabell 10.** Forsøksdata fra referanse- falltester.

Forsøk nummer	Plott	Utslag nummer	Fallhøyde	Maks verdi
1	Referanse forsøk 1	1	770 mm	97 G
2	Referanse forsøk 1	2	1000 mm	153 G
3	Referanse forsøk 1	3	770 mm	105 G
4	Referanse forsøk 1	4	1000 mm	153 G
5	Referanse forsøk 2	1	770 mm	66 G
6	Referanse forsøk 2	2	770 mm	88 G
7	Referanse forsøk 2	3	770 mm	288 G
8	Referanse forsøk 2	4	1000 mm	121 G
9	Referanse forsøk 2	5	1000 mm	150 G
10	Referanse forsøk 2	6	1000 mm	117 G

## 6.4 Resultater

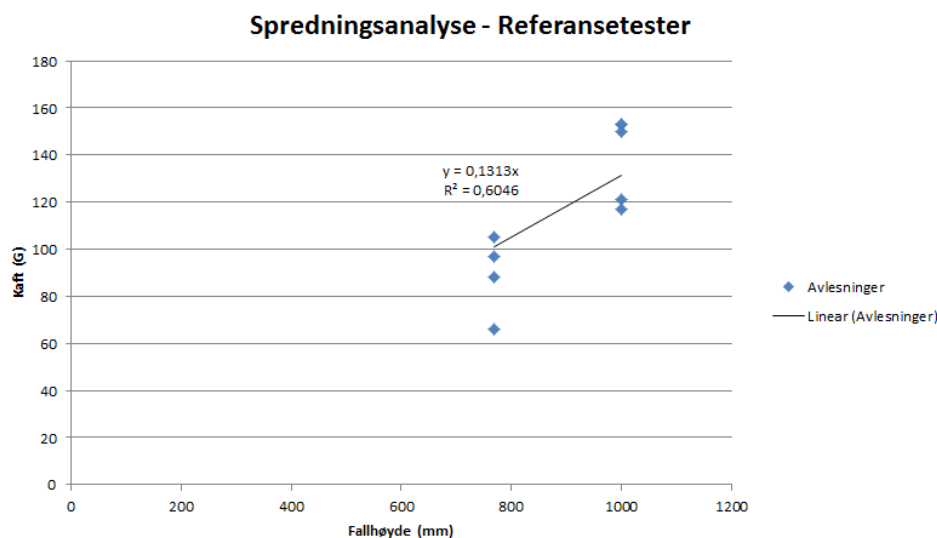
Ved å sammenligne referansedata med data fra tokt, kan man si noe om de relative påkjenningene som fisken blir utsatt for.

### Gjennomsnitt løbtester

Beregner gjennomsnittsverdier på lab tester:

- 770 mm:  $\frac{97G+105G+66G+88G}{4} = 89 G$
- 1000 mm:  $\frac{153G+153G+121G+150G+117G}{5} = 139 G$

For å finne en lineær matematisk sammenheng, ble alle verdiene plottet i et spredningsdiagram (*Figur 6-12*), for deretter å sette opp en regresjonsanalyse av datasettet.



*Figur 6-12: Spredningsdiagram for laboratorietester.*

Regresjonsanalysen av disse plottene ga oss følgende lineære sammenheng mellom plottene:

- $y = 0,1313x$                        $y = G$ ,  $x = \text{Fallhøyde}$
- $\rightarrow x = \frac{y}{0,1313}$                       Vi ønsker her å se hva den relative fallhøyden blir ut i fra kjente G-verdier.

Dersom man setter inn gjennomsnittet av G kreftene fra laboratorietestene får man følgende resultat:

- $x = \frac{89}{0,1313} = 678$ .                      Tilsvare 678 mm fallhøyde
- $x = \frac{139}{0,1313} = 1058$ .                      Tilsvare 1058 mm fallhøyde

Dette resultatet kommer av at regresjonslinjen nå tar utgangspunkt i gjennomskjæring av aksene i punktet 0,0. Den lineære ligningen vil benyttes som utgangspunkt i videre beregning av fallhøyde referanser for data logget av sensorene om bord.

### Referanse for påkjenninger ombord

Fra lastedataloggen har vi følgende verdier:

- 45 G
- 29 G

Basert på dette kan vi beregne følgende relative fallhøyder:

- $x = \frac{45}{0,1313} = 343$ .      343mm Relativ fallhøyde
- $x = \frac{29}{0,1313} = 221$ .      221mm Relativ fallhøyde

Samtidig har vi også data fra lossing:

- 36 G
- 31 G

Dette gir følgende relative sammenheng

- $x = \frac{36}{0,1313} = 274$ .      274mm Relativ fallhøyde
- $x = \frac{31}{0,1313} = 236$ .      236mm Relativ fallhøyde

### Analyse av resultater

Vi ser tydelig at utslag nummer 7 på forsøksdatatabellen er langt utenfor de andre avlesningene. Vi har derfor valgt å se bort fra denne i beregningene. Dette utslaget kom trolig fra et uheldig treffpunkt når testene ble utført, og ga derfor trolig unormalt høye verdier. Samtidig ser vi at de relative påkjenningene er lik både for lossing av lastning av fisken, og at påkjenningene tilsvarer en relativ fallhøyde (fritt fall) på ca. 220 – 350 mm. For å kunne relatere målingene som ble registrert, trengs det flere relative målinger fra andre båter og anlegg.

## 7 Konklusjoner og forslag til videre arbeid

### 7.1 Fangstkvalitet

#### 7.1.1 Makrell

- Overlevelsesraten til makrell var  $47 \pm 10$  % i nota og  $38 \pm 23$  % etter avsilingssonen, noe som regnes som lavt sammenliknet med tidligere funn. Årsaken til den lave overlevelsen var mest sannsynlig stopp i ombordtakingsprosessen.
- Det ble observert en uønsket stans i kjølingen forårsaket av problemer med igangsetting av det nye lastesystemet. Det ble høstet erfaringer fra denne stansen, og utviklingen av systemet har utbedret løsninger for å unngå slike hendelser i framtiden. Kjølingen av fangsten var generelt god med en jevn lav temperatur.
- Kjøling av fangst ned til 0 °C etter lasting, tok henholdsvis 3,5 og 9 timer for tank 2.3 og 2.1.
- Den sensoriske vurderingen av fangstskader på makrellen viste at det var få skader på skinnen men at omtrent halvparten av fisken hadde bloduttredelser på finnene ved ombordtaking. Bloduttredelsene på finnene så imidlertid ut til å forsvinne etter lagring i RSW. Skader på finnene ble registrert på omlag 1/3 av fisken. Det var generelt få klemskader, bloduttredelser på skinn, øyne og gjellelokk.
- Konsistensen til makrellfiletene stort sett var god for hele fangsten. Det ble imidlertid registrert en del fisk med litt bløt konsistens (konsistens score 1). Det var en signifikant høyere andel av fangsten som var litt bløt etter ombordtaking og landing sammenliknet med i nota.
- Utpreget eller ekstrem filetspaltning var så godt som fraværende i fangsten. En større andel av fangsten hadde imidlertid små spalter (gaping score 1 og 2). Videre antyder sensorisk vurdering at fisken fra nota hadde noe mindre grad av filetspaltning, og at fisken hadde mest filetspaltning etter landing.
- Bildeanalyse viser liten spredning mellom prøvene fra not, silkase og tank på gaping. Resultatene her antyder at fisken fra nota har noe mer spalter.
- En svært lav andel av fangsten hadde skader etter landing. Den største bidragsyteren til fangstskader var klaffskaden som oppstod under lossing med vakuumpumpe. Ved benyttelse av trykklossing ble denne skaden ikke observert.

### 7.1.2 NVG sild

- Overlevelsesraten til NVG silda var  $76 \pm 19$  % i nota og  $61 \pm 20$  % etter avsilingssonen. Dette er noe høyere overlevelse enn tidligere funn, og antyder en skånsom lasteprosess.
- Kjølingen av fangsten var generelt god. Temperaturen sank gradvis saktere fra bunnen til toppen i RSW-tanken. Dette forklares med at vannet strømmer fra bunnen til toppen i tanken slik at "varm" fisk i bunnen av tanken først avgir varme til RSW.
- Kjøling av fangst ned til 0 °C etter lasting, tok henholdsvis 1-2 timer for tank 2.1, og 1-3 timer for tank 2.3.
- En svært høy andel av fisken hadde mye skjelltap. Dette samsvarer med funn fra tradisjonelt laste-/lossesystem. Dette kommer trolig fra oppholdet i not. Det var også en høy andel av fisken som hadde skader og bloduttredelse på finnene. Opp til 10 % av fisken hadde bloduttredelser på skinnet. Klemskader var så godt som fraværende i den analyserte fangsten. Bloduttredelser på øyne oppstod under lagring i RSW. Dette stemmer overens med tidligere observasjoner. Det ble funnet en høy grad av bloduttredelser på gjellelokk, men dette gjaldt både fisk tatt direkte ut av nota og fisk tatt ut senere i ombordtakingsprosessen. Dette kan derfor ikke knyttes til ombordtakingsystemet, det samme gjaldt bloduttredelsene på finner.
- En svært lav andel av fangsten hadde skader etter landing. Den største bidragsyteren til fangstskader var klaffskaden som oppstod under lossing med vakuumpumpe. Ved trykklossing ble denne skaden ikke observert.
- Det ble utført en objektiv data-assistert gradering av sildefileter hvor tre ulike typer kvalitetsparametere relatert til bloduttredelser ble vurdert; rød hale, rød grunnfarge og blodflekker. Silden fra Kast 1 hadde mer blodflekker og rød hale, mens de andre to gruppene hadde god kvalitet. Skipper antydte at dette måtte være fisk som tidligere hadde vært i nota til et annet fartøy, såkalt "notspreng"-fisk.

## 7.2 Systemets funksjonalitet

### 7.2.1 Tekniske løsninger

Sammenliknet med tradisjonelt fangsthåndteringssystem har dette systemet en høyere grad av automatisering. Dette fører til at mannskapets oppgaver er forandret. Arbeidsstasjonene er forbedret sett i et HMS-perspektiv, men det er en utfordring at det er nødvendig med god teknisk innsikt for å kunne forstå og operere systemet på en god måte. Forskningstoktene som ble gjennomført bar preg av at systemet fremdeles er i en testfase. Systemet ble til dels kjørt i manuell modus. Operatørene hadde ikke tilstrekkelig indikasjon på strømmen av fisk ved lasting. Det anbefales sterkt å gjennomføre en ny evaluering av systemets funksjonalitet etter at innkjøringsperioden er over, og de gjenværende utfordringer med hensyn på innkjøringen av den nye teknologien er utbedret. Først da vil en kunne se potensialet til systemet i sin helhet.

### 7.3 Teknologiske utfordringer ombord på Christina E – forslag til videre arbeid

Lastekapasiteten slik den ble målt under forskningstoktene er ikke tilfredsstillende. Det er nødvendig å utbedre slangeføringen fra not til avsilingskasse for å øke kapasiteten. Det er nødvendig å *identifisere flaskehalsene og løse de nødvendige teknologiske utfordringene for å oppnå et ferdigutviklet system for neste generasjons lasting og lossing av pelagisk fisk ved hjelp av henholdsvis under- og overtrykk. Dette vil sørge for ønsket lastekapasitet gjennom utvikling av en funksjonell og stabil løsning for håndtering av sugeslange under lasting av fangsten.*

Videre anbefales det å utvikle et sensorsystem for visualisering av aktiviteten i lastelinjene (strømningshastighet og forholdet fisk/vann) som støtteverktøy for mannskapet for å oppnå optimal lastehastighet

Det anbefales også å samarbeide med VERITAS for å finne en løsning for trykklossing av fangsten gjennom utvikling av sikkerhetssystem med tilstrekkelig redundans, aktive kontrollsystemer for trykkregulering og et overvåknings-system med loggefunksjon som integreres i dagens datasystem

De skisserte aktivitetene vil kunne gi følgende gevinster:

- Effektiv skånsom lasting/lossing med henholdsvis under- og overtrykk, som vil gi jevn råstoffkvalitet som på sikt vil kunne gi seg utslag i bedre pris
- Tryggere arbeidsplass for mannskapet og et fleksibelt fartøy
- Nytt produkt på markedet

Det anbefales at systemet blir evaluert på nytt etter at de skisserte forbedringene er utført. Først da vil en kunne se systemets fulle potensial.



## 7.4 Oppsummering konklusjoner

- Lastekapasiteten er ikke tilfredsstillende slik det ble målt under de to gjennomførte forskningstoktene. En utbedring av slangeføringen fra not til avsilingskasse er nødvendig.
- Trykklossing er en egnet metode for lossing, og vil kunne bidra til en betydelig reduksjon i andelen utkast da klaffskader ikke oppstår. Det anbefales at VERITAS undersøker mulighetene for å godkjenne en slik losseprosess.
- Fangstkvaliteten var god både for makrell og NVG sild til tross for relativt lav lastekapasitet. Dette antyder at det nye kjølesystemet er en svært viktig bidragsyter til ivaretagelse av fiskekvalitet.
- Kjølingen av fangsten var generelt god. Temperaturmålinger viste en hurtigere kjøling av NVG sild enn makrell. Dette antas å kunne forklares med artenes ulike "oppførsel" på tanken. Fyllingsgraden på tankene var lik for begge fangster (47 % og 61 %).
- "Sensorfisken" fanget opp data fra laste-, losse- og mottaksprosessen, og ga oss noen indikasjoner på de belastninger fisken utsettes for.
- Teknologien kan bidra til en mulig merverdi av fangsten som effekt av høyere produktkvalitet, og en mulig høyere grad av utnyttelse av marine ressurser til humant konsum. Sammenlignet med tidligere studier forventes det en reduksjon i skadd fisk på om lag 0.05-0.7% ved benyttelse av det nye laste/lossesystemet.
- Mannskapets HMS kan ivaretas på en god måte da flere tunge operasjoner kan erstattes av automatiske løsninger.
- Laste-, losse og kjølesystemet og dekkarrangementet kan også gjøre fartøyet mer fleksibelt for benyttelse i offshore-opdrag store deler av året da fiskeriet kun foregår 5-7 mnd./år.

## Referanser

Aursand, I. G. & Gallart-Jornet, L. (2008). Skånsom pumping av pelagisk fisk fra not til fartøy – Sammenlikning av to pumpeteknologier. SINTEF rapport SFH80 F085028. Fortrolig.

Aursand, I.G., Dahle, S.W. og Bondø, M. (2009) Evaluering av teknologi for ombordpumping av pelagisk fisk. SINTEF rapport SFH80 F095016. Fortrolig.

Aursand, I.G. og Bondø, M (2010) Ny design av silkasse for ombordhåndtering av pelagisk fisk – effekt på råstoffkvalitet. SFH80 F105032. Fortrolig.

Aursand, I.G., John Reidar Mathiassen, Morten Bondø og Bendik Toldnes (2011). Teknologi for optimal håndtering av pelagisk fisk om bord. Evaluering av fiskekvalitet som funksjon av design av silkasse samt utvikling av et stikkprøvesystem for automatisk vektestimering av enkeltfisk. SINTEF rapport. Fortrolig Rapportnr F18949.

Digre, H., Jansson, S., Martinez, I., I. G. Aursand, Levsen, A., Lunestad, B. T., Eyjolfsson, B. & Kjerstad, M., 2006. Sluttrapport, Pelagisk kvalitet fra hav til fat. SINTEF rapport SFH80 A065002.

SINTEF, NIFES, Møreforskning & FHL (2006). Kvalitetshåndbok for pelagisk fisk. Tilgjengelig på FHL sine nettsider <http://www.fhl.no/book/>

## Vedlegg 1:

### Kvalitetskontroll rund makrell

Parameter	Beskrivelse	Poengskala	Antall
<b>Død fisk</b>	<i>Sjødød fisk (død i fangstredskap)</i>	0: Levende ved ombordtaking	
		1: Død men fortsatt pre-rigor ved ombordtaking	
		2: I rigor ved ombordtaking	
<b>Redskapsskader</b>	<i>Skader på skinnet</i>	0: Ingen synlige merker (striper) på skinnet	
		1: Synlige merker i skjell/pigment	
	<i>Skader på finner</i>	0: Ingen synlige merker på finnene	
		1: Synlige merker på finnene	
<b>Klemskader (knusing)</b>	<i>Klemming i redskap eller ved ombordtaking</i>	0: Ingen skader	
		1: Synlige klemskader	
		2: Fisken er ødelagt og blir sortert ut (vrak)	
<b>Synlige blod-uttredelser</b>	<i>Farge (blod) på skinnet</i>	0: Ingen spor av rød misfarging på skinnet	
		1: Rødfargede områder	
	<i>Farge (blod) på øye</i>	0: Ingen spor av rød misfarging	
		1: Rødfargede områder	
	<i>Farge (blod) på gjellelokk</i>	0: Ingen spor av rød misfarging	
		1: Rødfargede områder	
	<i>Farge (blod) på finner</i>	0: Ingen spor av rød misfarging	
		1: Rødfargede områder	

## Vedlegg 2: Kvalitetskontroll av rund NVG sild

Parameter	Beskrivelse	Poengskala	Antall
Redskapsskader	Skader på skinnenet/skjelltap	0: Ingen synlige merker (striper) på skinnenet	
		1: Synlige merker i skjell/pigment	
	Skader på finner	0: Ingen synlige merker på finnene	
		1: Synlige merker på finenne	
Klemskader (knusing)	Klemming i redskap eller ved ombordtaking	0: Ingen skader	
		1: Synlige klemskader	
		2: Fisken er ødelagt og blir sortert ut (vrak)	
Synlige Bloduttredelser	Farge (blod) på skinnenet	0: Ingen spor av rød misfarging	
		1: Rødfargede områder	
	Farge (blod) på øye	0: Ingen spor av rød misfarging	
		1: Rødfargede områder	
		2: Røde øyne	
	Farge (blod) på Gjellelokk	0: Ingen spor av rød misfarging	
		1: Rødfargede områder	
	Farge (blod) på finner	0: Ingen spor av rød misfarging	
		1: Rødfargede områder	

## Vedlegg 3: Rapport på fangstkvalitet fra fiskemottaket

### RAPPORT/MOTTAKSKONTROLL CHRISTINA E 30.11-01.12. NP EMY/NP MYHRE.

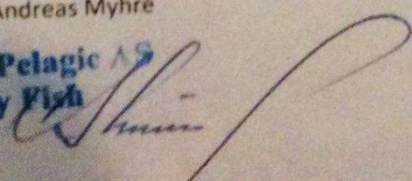
- (1) Fangstperiode. 25.11. til 27.11.11. Auksjon kveld 27.11. solgt til NP Myhre/Emy
- (2) Oppstart produksjon 30.11.11 kl 14.30. Forsinket m/ 7 timer pga dårlig vær.
- (3) I underkant av 5 døgn mellom første kast og mottak/produksjon!!!
- (4) Kontinuerlig dårlig vær mellom fangstfelt og mottak.
- (5) Totalt 820 tonn fordelt på 4 kast.
- (6) Mottakskontroll 1. dags og 2. dags produksjon:
  - 6.1. Ferskhetsgrad: God.
  - 6.2. Lukt: Ingen.
  - 6.3. Øyefarge klarhet rundsild: Meget god.
  - 6.4. Ferskhet i kjøtt: Meget god, litt rødfarge kjøtt 20 min dag 1, og fra kl 10 2.dag til dels rødlig kjøtt i filet..
  - 6.5. Fasthet i kjøtt: Meget god.
  - 6.6. Skadet fisk: tilnærmet 0% gjennom hele produksjonen. Det normale på en god båt 1%
  - 6.7. Tilstand buk: Meget god.
  - 6.8. Tempr fisk: kontinuerlig og stabilt rundt -1 grader c..

Med tanke på alder mellom første kast og oppstart prod., og med tanke på at båten har gått i mer eller mindre kontinuerlig dårlig vær, er det oppsiktsvekkende lite å utsette på fiskekvaliteten. Hvorvidt dette skyldes lite i tankene/god sirkulasjon, stabilt godt vær under kasting, skånsom håndtering ved lasting og lossing, høy kompetanse mannskap vet jeg ikke. Som regel vil det være en kombinasjon av alle disse faktorene, men å tenke seg en «konvensjonell» ringnotbåt komme med samme kvalitet, like for like, anser jeg som bortimot utenkelig med bakgrunn i alder og vær. Kanskje var vi vitne til fremtidens tekniske løsninger for neste generasjons ringnotbåter.

Norway Pelagic Emy Fish/Norway Pelagic Myhre 01.12.11.

Magnus Strand/Andreas Myhre

Norway Pelagic AS  
Emy Fish





Teknologi for et bedre samfunn

[www.sintef.no](http://www.sintef.no)