

A27191 - Åpen

Rapport

Kvalitetseffekter på makrell og NVG sild ved bruk av ulike system for lasting og kjøling ombord. Toktrappert 2012.

Toktrappert 2012

Forfattere

Ida G. Aursand og Morten Bondø



Rapport

Fremtidens teknologi for håndtering av pelagisk fangst ombord

EMNEORD:

Pelagisk

Fangsthåndtering

Lastesystem

Undertrykklasting

Trykklossing

Visualisering av flow

Visualisering i not

Sluttrapport**VERSJON**

1

FORFATTERE

Ida G. Aursand, Rita Sævik, Espen Ervik, Morten Bondø, Aleksander Eilertsen, John R. Mathiassen, John A Fossum, Leif Gjølseth

OPPDRAGSGIVER

Norges forskningsråd

PROSJEKTNR

219397/O10

SAMMENDRAG

Et nytt system for kjøling, lasting og lossing av pelagisk fisk er installert om bord på Christina E. Lasting og lossing er basert på henholdsvis under- og overtrykk. Flere forskningstokt er gjennomført for å utvikle ny sensorteknologi. Kvalitetseffekten av systemet ble sammenliknet med konvensjonelle fartøy (ett kystfartøy og tre havgående fartøy).

- Både for makrell og NVG sild ble den raskeste nedkjølingen av fangsten ned til 0°C målt ombord på Christina E (1-2 timer). Under lagring i RSW om bord var kjølingen av både makrell og NVG sild generelt god og stabil om bord på fartøyene som ble vurdert.
- Overlevelseshraten til makrell var høy i nota (86-88%) og i silkassen (68-78%) fra ombordtakingen startet og til fisken var ombord 70 min senere. Overlevelseshraten avtok fra 100% levende til under 20% levende for NVG sild fra fangsten lå ved skutensida og til det hadde gått 60 minutter. Sild som hadde ligget ved skutensida i 120 min før overpumping var død.
- Makrellen som var undertrykkladet hadde få fangstskader, men over halvparten av fisken hadde skader på finnene, og om lag 70% av fisken hadde bloduttredelse på finnene etter ombordtaking. For NVG sild ble det observert skjelltap på nesten all fisk, skader på finner (93-100%) og bloduttredelser på finner (73-95%) og øyne (55-87%). Overpumpet sild hadde signifikant høyere andel skader på finner (100% vs 92%), klemskader (3-6% vs 0%) og blod på øyne (80-100% vs 50-55%) enn undertrykkladet fisk.
- Filetkvaliteten for makrell var generelt god, men noen forskjeller i filetpalting mellom fartøyene ble observert. Det samme gjaldt NVG sild, men her ble det observert forskjeller mellom små og store kast.
- Lasteprosessen ble ansett for å ta for lang tid ombord på Christina E, og i etterkant av toktet har forbedringer av automasjon under lasting samt bytte av slange ført til raskere lasting ombord.

Sensorer og teknologi for visualisering av fisk i nota og strømning av fisk:vann i lastelinja er testet og installert ombord.

- Røntgen fungerte ikke for å visualisere strømning i lastesystemet.
- Ultrasonisk dopplermåler gav verdifull informasjon ved igangsetting av pumping, samt informasjon om plutselige endringer i hastigheten.
- Kamerasystem i nota, på pumperøret og i silkassen bidro til å forenkle operasjoner for mannskapet gjennom å øke informasjonstilgangen.

Trykklossing er i dag godkjent av DNV med et overtrykk opp til 0,8 bar. En HAZID-analyse av trykklossing opp til 2,8 bar ble gjennomført. Det ble identifisert 23 risikofaktorer. Det er nødvendig å bytte luker på tankene for at systemet skal kunne brukes med overtrykk over 0,8 bar.

UTARBEIDET AV

Ida Grong Aursand

KONTROLLERT AV

Harry Westavik

GODKJENT AV

Marit Aursand

RAPPORTNR

A27249

ISBN

978-82-14-06012-6

GRADERING

Åpen

SIGNATUR**SIGNATUR****SIGNATUR****GRADERING DENNE SIDE**

Åpen

Innholdsfortegnelse

1	Bakgrunn	4
1.1	Historikk	4
1.2	Målsetning	5
2	Arbeidsbeskrivelse	5
3	Fartøy	7
3.1	M/S Christina E med undertrykkslasting og trykklossing.....	7
3.2	Fartøy med tradisjonelt laste-, kjøle- og lossystem	12
4	Fiskeriet	13
4.1	Tokt 1 – Makrell	13
4.2	Tokt 2 – NVG sild.....	14
5	Evaluering av fangstkvalitet	17
5.1	Kvalitetsevalueringen, prøvemateriale og metoder	17
5.2	Kjøling om bord.....	19
5.3	Kvalitets effekter av nytt og tradisjonelt laste-, kjøle- og lossystem	22
5.3.1	Overlevelsesrate	22
5.3.2	Fangstskader	24
5.3.3	Filetkvalitet ombord	25
5.3.4	Filetkvalitet etter landing av fangsten.....	26
6	Sensorer for bedret kontroll av strømning i lastelinjer om bord på Christina E	34
6.1	Ultrasonisk flowmåler	35
6.2	Visualisering av strømning med kamera.....	37
7	Oppsummering	39
	Referanser	41

VEDLEGG

Vedlegg 1: Skjema for kvalitetskontroll av rund makrell

Vedlegg 2: Skjema for kvalitetskontroll av rund NVG sild

1 Bakgrunn

For den pelagiske flåten har det gjennom flere år vært en målsetning å levere en større andel av fangsten til humant konsum. Denne tilpasningen har over tid vært viktig for å øke verdiskapningen fra fisket. En sentral utfordring for å nå denne målsettingen vil være å utvikle enda bedre systemer og løsninger for håndtering og oppbevaring av fangsten.

Ervik & Sævik, MMC Tendos og SINTEF Fiskeri og havbruk har etablert et felles prosjekt finansiert av Forskningsrådet (#219397/010). Prosjektets *overordnede idé* er å utvikle neste generasjons skånsomme og effektive system for lasting og lossing av pelagisk fisk ved hjelp av henholdsvis under- og overtrykk. Denne teknologien er hentet fra brønnbåter, og har aldri før blitt benyttet i fiskeri. Systemet bidrar til at fangsten kan håndteres på en svært skånsom måte, hvilket fører til en mulig merverdi gjennom å heve produktkvaliteten på fangsten. Det nye laste-/lossesystemet vil også føre til at mannskapets HMS er ivaretatt på en god måte, da flere tunge operasjoner vil bli erstattet av automatiske løsninger. Fartøy med denne typen system er i tillegg mer fleksible og kan benyttes for eksempel i offshore-oppdrag. Dette er en stor gevinst med tanke på at fiskeriene kun foregår i 5-7 måneder av året avhengig av blant annet kvotetildelinger, ressurstilgang, værforhold.

Det er tidligere investert om lag 36 mill kr i innovasjonsprosessen finansiert av rederiet Ervik & Sævik, utstyrsleverandøren MMC Tendos og ulike finansieringskilder (Innovasjon Norge (#TOTVI – 2006/012466), Fiskeri og Havbruksnæringens Forskningsfond (#099553), SkatteFUNN (#215889, #206275) og VRI (Prosjektetableringsstøtte)). I tillegg har rederiet investert betydelig mer i dette fartøyet enn hva et tilsvarende konvensjonelt fartøy ville kostet.

Denne rapporten sammenfatter resultater fra to forskningstokt med M/S Christina E høsten 2012 hvor det ble fangstet henholdsvis makrell og NVG sild. Målsetningen med forskningstoktene var å:

- 1) Logge kjøleprosessen fra ombordtaking til landing av fangsten
- 2) Evaluere råstoffkvaliteten levert av Christina E som benytter det nye konseptet for lasting og lossing basert på trykk og et nytt kjølesystem sammenliknet med andre konvensjonelle fartøy.
- 3) Teste ut en nyutviklet løsning for visualisering av flow i lastelinjene
- 4) Teste ulike sensorer for flowmåling i lastelinjene

1.1 Historikk

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. 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 undertrykklasting 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). I 2011 ble det gjennomført to på både makrell og NVG sild med fokus på evaluering av totalkonseptet som var installert om bord på ringnotsnurperen M/S Christina E samt dets effekt på råstoffkvaliteten. Resultatene viste at kvaliteten på råstoffet var god, men at det fortsatt gjenstår en del utvikling før systemet kan fungere optimalt. Spesielt ble følgende FoU-utfordringer identifisert:

- 1) Utvikling av en funksjonell og stabil løsning for håndtering av sugeslange under lastning av fangsten på basis av matematiske beregninger og måldata av strømnings hastighet av fisk/vann-blandinger i lastesystemet.
- 2) Utvikling av et sensorsystem for visualisering av aktiviteten i lastelinjene (strømningshastighet og forholdet fisk/vann) som støtteverktøy for mannskapet for å oppnå optimal lastehastighet
- 3) Oppnå en trygg og effektiv måte å trykklosse fangsten på gjennom utvikling av sikkerhetssystem med tilstrekkelig redundans, aktive kontrollsystemer for trykkregulering og et overvåkningssystem med loggefunksjon som integreres i dagens datasystem.

1.2 Målsetning

Målsetningen med toktene på hhv makrell og NVG sild som ble gjennomført høsten 2012 var å evaluere følgende:

- 1) Effekten av laste-, kjøle-, lossesystemet på råstoffkvaliteten sammenliknet med konvensjonelle laste-, kjøle-, lossesystem
- 2) Et nytt system for visualisering av strømnings samt sensorer for strømningsmåling i lastelinjene under ombordtaking av fangsten ombord på Christina E

2 Arbeidsbeskrivelse

Det ble gjennomført ett forskningstokt på makrell i september 2012 og ett forskningstokt på NVG sild i november 2012. Fiskeriet er beskrevet i påfølgende kapittel. Følgende aktiviteter ble gjennomført ombord på M/S Christina E og ved landing av fangsten.

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)
- Kvalitetsevalueringer av fileten. Prøveuttaket for kvalitetsevalueringen på land ble gjort fra mottakskaret etter lossing av ulike tanker som beskrevet i Figur 3-3 og Figur 3-4. Følgende analyser ble utført:
 - Sensorisk vurdering av skader på rundfisk ved ulike ledd i ombordtakingsprosessen (batch-uttak fra not, etter avsilingssonen i silkassen og i lagringstanken)
 - Andel sildefileter med blodflekker, røde haler og rød nakke (etter ombordtaking og etter landing av fangsten)

- Sensorisk gradering av gaping og tekstur på makrellfileter etter ombordtaking og etter landing av fangsten (uttakene ble gjort fra mottakskaret etter lossing av tankene ombord).

Teknologiutvikling

- Videodokumentasjon
- Kapasitetsmålinger under ombordtakingsprosessen
- Kjølesystemet (RSW-anlegget) ble vurdert ved hjelp av temperaturlogging
- Visualisering av strømning i lastelinjer ved hjelp av kamerateknologi
- Strømningsmålinger i lastelinjene ved hjelp av ultrasonisk flowmeter

3 Fartøy

3.1 M/S Christina E med undertrykklasting og trykklossing

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 hjelpelig mannskap, lab tilpasset forsøkernes 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*.

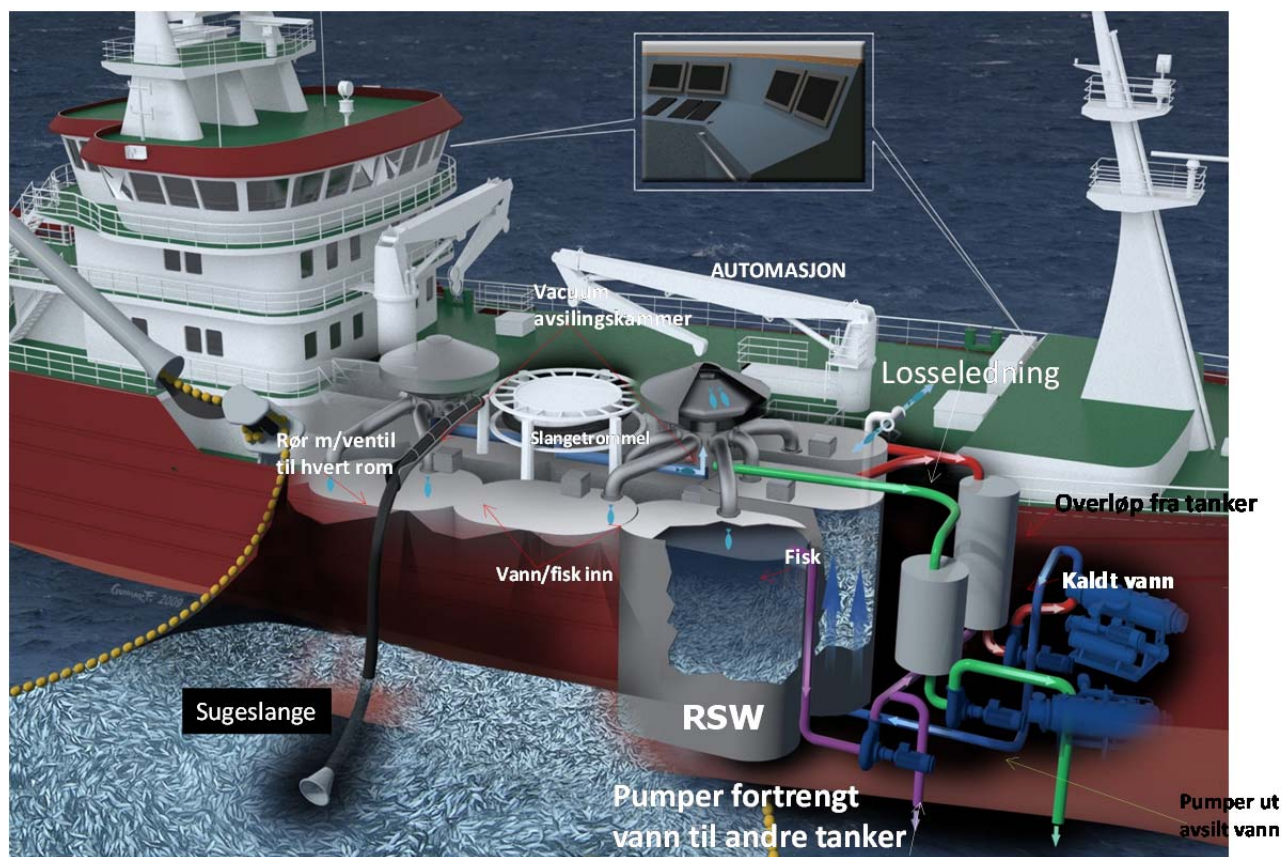
Tabell 1: Hoveddata for M/S Christina E.

Komponent	Mål
LOA	80,4 m
Bredde	16,6 m
Dybde	7,8 m
Lastekapasitet RSW-tanker	2043 m ³ (totalt) + to buffertanker a 105 m ³
Hovedmaskin	4500 kW
Hjelpemotor * 2	1800 kW
Redskap	Ringnot (Egersund trål Herøy), lengde: 826 m, dybde: 264 m, blysynk: 8,1 tonn

Prinsippet for undertrykklasting

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 (skovlpumpe), 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.

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 fordelte 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.

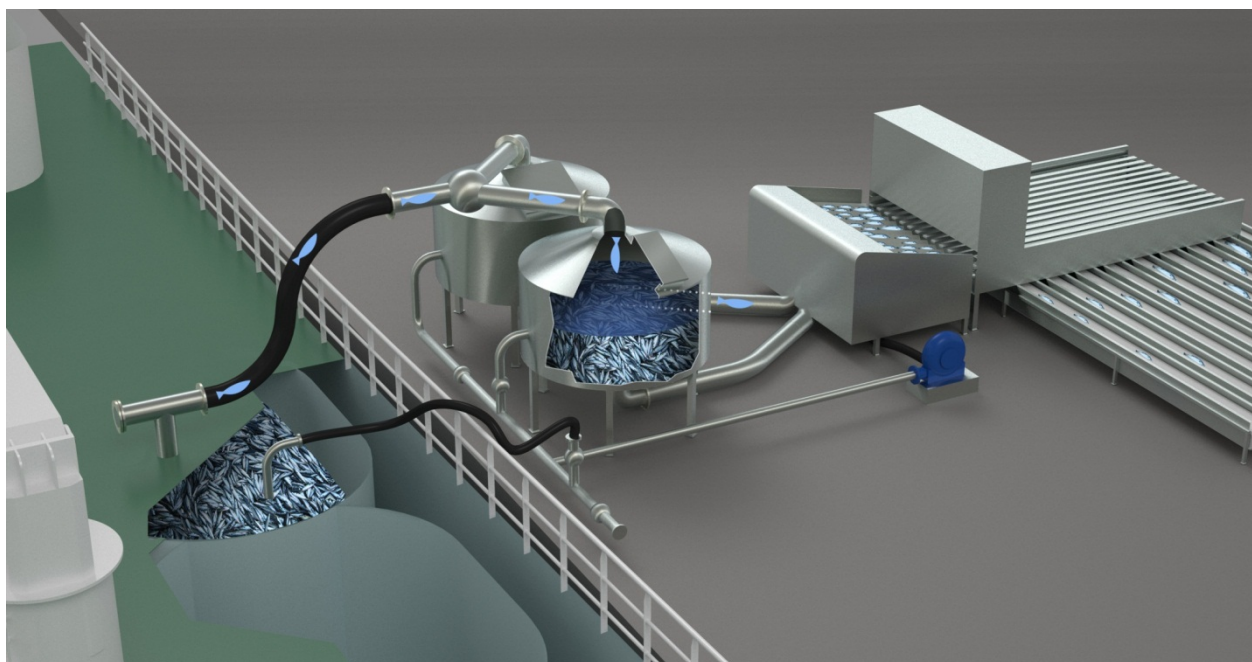


Figur 3-1: Oversikt over fiskens transportvei fra not til fisketank.

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. Dette arbeidet er påbegynt gjennom en HAZID-analyse som er utført av Veritas i samarbeid med MMC Tendos, Ervik & Sævik og SINTEF Fiskeri og havbruk. Det skal søkes Veritas om endring av regelverk høsten 2013.



Figur 3-2: Overtrykkslossing.

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 m³. 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 strømminger 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 og Figur 3-4 viser skisse over lagringstankene om bord på Christina E, og hvordan de var lastet under henholdsvis Tokt 1 og 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.

Under forskningstoktene ble temperaturen logget i tank 2.3 og tank 2.1. En wire ble strekt fra bunnen av tanken og opp til toppen av tanken langs lederen. Det var montert 2 sensorer pr meter wire. Høyden på lagringstankene var omlag 8-9 meter. Resultatet av loggingene finnes i Kapittel 5.2.

Tank 1.1 Tankvolum: 150,37 m ³ 20% last, 30 m ³ Kast 1 Lasterekkefølge: nr 3	Tank 1.2 Tankvolum: 105,65 m ³	Tank 1.3 Tankvolum: 150,37 m ³ 61% last, 91 m ³ Kast 2 Lasterekkefølge: nr 5 3 prøver (vakuumlossing)
Tank 2.1 Tankvolum: 181,46 m ³ 61% last, 110 m ³ Kast 1 Lasterekkefølge: nr 1	Tank 2.2 Tankvolum: 164,55 m ³ 18% last, 30 m ³ Kast 2 Lasterekkefølge: nr 6 2 prøver (vakuumlossing)	Tank 2.3 Tankvolum: 181,46 m ³ 61% last, 110 m ³ Kast 1 Lasterekkefølge: nr 2 1 prøve (trykklossing) og 1 prøve (vakuumlossing)
Tank 3.1 Tankvolum: 178,54 m ³ 56% last, 100 m ³ Kast 2 Lasterekkefølge: nr 2 1 prøve (vakuumlossing)	Tank 3.2 Tankvolum: 161,47 m ³ 56% last, 90 m ³ Kast 2 Lasterekkefølge: nr 3 2 prøver (vakuumlossing)	Tank 3.3 Tankvolum: 178,54m ³ 56% last, 100 m ³ Kast 2 Lasterekkefølge: nr 1 1 prøve (vakuumlossing)
Tank 4.1 Tankvolum: 216,36 m ³	Tank 4.2 Tankvolum: 158,02 m ³ 51% last, 80 m ³ Kast 2 Lasterekkefølge: nr 4 1 prøve (vakuumlossing)	Tank 4.3 Tankvolum: 216,36 m ³

Figur 3-3: Tanklastetabell om bord på M/S Christina E fylt med makrell under Tokt 1. Kast 1 (250 m³), Kast 2 (491 m³). Prøveuttaket for kvalitetsevaluering etter landing er beskrevet for hver av tankene. Det ble ikke tatt ut prøver fra tank 1.1, tank 2.1. Til tross for svært lav tetthet til fisken i tank 2.2 var det ingen signifikante forskjeller mellom kvaliteten på fisk fra denne tanken sammenliknet med fisk fra de andre tankene. Mørkegrå farge betyr tank med fisk hvor det ble tatt ut prøver, lysegrå farge betyr tank med fisk hvor det ikke ble tatt ut prøver, hvit farge betyr tank uten fisk.

Tank 1.1 Tankvolum: 150,37 m ³ 60% last, 90 m ³ Kast 1 (10 m ³) Kast 2 (80 m ³) Fangstet av Christina E Lasterekkefølge: Kast 1, Tank 3 etterfylling Kast 2, nr 1 3 prøver (vakuumlossing)	Tank 1.2 Tankvolum: 105,65 m ³ 19% last, 20 m ³ Kast 2 Fangstet av Christina E Lasterekkefølge: Kast 2, nr 2	Tank 1.3 Tankvolum: 150,37 m ³ 57% last, 85 m ³ Overpumping fra Fartøy F Lasterekkefølge: Nr 1 1 prøve (vakuumlossing)
Tank 2.1 Tankvolum: 181,46 m ³ 61% last, 111 m ³ Kast 1 Fangstet av Christina E Lasterekkefølge: Kast 1, nr 1 *6 prøver (vakuumlossing)	Tank 2.2 Tankvolum: 164,55 m ³ 58% last, 95 m ³ Overpumping fra Fartøy F Lasterekkefølge: nr 2 2 prøver (vakuumlossing)	Tank 2.3 Tankvolum: 181,46 m ³ 63% last, 115 m ³ Kast 1 Fangstet av Christina E Lasterekkefølge: Kast 1, nr 2 *6 prøver (vakuumlossing)
Tank 3.1 Tankvolum: 178,54 m ³ 45% last, 80 m ³ Overpumping fra Fartøy D Lasterekkefølge: nr 2 2 prøver (vakuumlossing)	Tank 3.2 Tankvolum: 161,47 m ³ 40% last, 65 m ³ Overpumping fra Fartøy E Lasterekkefølge: nr 1 3 prøver (vakuumlossing)	Tank 3.3 Tankvolum: 178,54m ³ 50% last, 90 m ³ Overpumping fra Fartøy D Lasterekkefølge: nr 1 2 prøver (vakuumlossing)
Tank 4.1 Tankvolum: 216,36 m ³ 9% last, 20 m ³ Overpumping fra Fartøy F Lasterekkefølge: nr 5	Tank 4.2 Tankvolum: 158,02 m ³ 73% last, 115 m ³ Overpumping fra Fartøy F Lasterekkefølge: nr 3 2 prøver (vakuumlossing)	Tank 4.3 Tankvolum: 216,36 m ³ 76% last, 165 m ³ Overpumping fra Fartøy F Lasterekkefølge: nr 4 2 prøver (vakuumlossing)

Figur 3-4: Tanklastetabell om bord på M/S Christina E fylt med NVG sild under Tokt 2. Kast 1 (236 m³) ble fordelt på tre ulike tanker, mens Kast 2 (100 m³) ble fordelt på to ulike tanker. I tillegg ble det pumpet over fisk fra tre ulike fartøy. Fangsten fra Fartøy D (170 m³) ble fordelt på to tanker, fangsten fra Fartøy E (65 m³) ble lastet på en tank, mens fangsten fra Fartøy F (480 m³) ble fordelt på fire tanker. Mørkegrå farge betyr tank med fisk hvor det ble tatt ut prøver, lysegrå farge betyr tank med fisk hvor det ikke ble tatt ut prøver, hvit farge betyr tank uten fisk.

*Tank 2.1 og Tank 2.3 ble losset samtidig. Det er umulig å spore hvilken tank fisken i prøvene kommer fra. Prøveuttak for evaluering av kvalitet etter landing er vist for hver tank. Det ble ikke tatt ut prøver fra tank 1.2 og tank 4.1 på grunn av svært lav fyllingsgrad, noe som gjør det vanskelig å sammenlikne fisken fra disse tankene med de andre. Det ble heller ikke tatt ut fisk fra tank 1.3, dette på grunn at mangel på tid.

3.2 Fartøy med tradisjonelt laste-, kjøle- og lossesystem

Ved landingen av fangsten ble råstoffkvaliteten til flere konvensjonelle fartøy som leverte ved samme anlegg evaluert. En oppsummering av fartøyenes hoveddata er gjengitt i Tabell 3 og Tabell 4.

Tabell 3: Hoveddata og informasjon om fangsthåndteringssystemet for Christina E og konvensjonelle fartøy hvor råstoffkvaliteten til makrell ble evaluert etter lossing.

	TOKT 1 – Makrell			
	Christina E	Fartøy A	Fartøy B	Fartøy C
Hoveddata				
LOA	80,4	27,16	67,5	67,4
Bredde	16,6	7,6	13,5	13
Dybde	7,8	4,45	7,21	8,3
Ant RSW-tanker	9	3	9	9
Lastekapasitet RSW-tanker (m ³)	2043	188	1750	1950
Fangsthåndteringssystem				
Redskap	Ringnot	Ringnot	Ringnot	Ringnot
Lastesystem	Undertrykkslasting, MMC	Skovlpumpe	Skovlpumpe, Karmøy, 18"	Skovlpumpe, Seaquest 18", Irland
Ø pumpeslange	16"	-	20"	18"
Lossesystem	Trykklossing/vakuumpumpe	Vakuumpumpe	Vakuumpumpe	Vakuumpumpe, CFlow
Slangelengde	4,4 m	-	-	-

Fartøy A var et kystfartøy (LOA 27 m), mens Fartøy B og Fartøy C var noe større havgående fartøy. Alle tre hadde tradisjonelt lastesystem ved hjelp av skovlpumpe og lossing ved hjelp av vakuumpumpe. Christina E var det største fartøyet av alle som ble sammenliknet, men hadde den minste slangediameteren i lastesystemet. Christina E lastet ved hjelp av undertrykk. Under lossing ble både trykklossing og vakuumpumpe benyttet.

Tabell 4: Hoveddata og informasjon om fangsthåndteringssystemet for Christina E og konvensjonelle fartøy hvor råstoffkvaliteten til NVG sild ble evaluert etter lossing.

	TOKT 2 – NVG sild				
	Christina E	Fartøy D (overpumping)	Fartøy E (overpumping)	Fartøy F (overpumping)	Fartøy G
Hoveddata					
LOA	80,4	43,8	61,8	64	68,1
Bredde	16,6	11	-	13	12,6
Dybde	7,8	7,1	-	6,46	8,4
Ant RSW-tanker		-	-	-	9
Lastekapasitet RSW-tanker (m ³)	2043	500	-	1550	1100
Fangsthåndteringssystem					
Redskap	Ringnot, Egersund trål Herøy, 826 m lang, 264 m dyp, 8,1 tonn blysynk	Ringnot	Ringnot	Ringnot	Ringnot, Fiskenet, Egersundgruppen 840 m lang, 220 m dyp
Lastesystem	Undertrykkslasting, MMC	Skovlpumpe, Petrell, 16"	Skovlpumpe, Karm	Skovlpumpe, Karm, 18"	Skovlpumpe, seaquest 18"
Ø pumpeslange	16"	18"	16"	18"	16"
Lossesystem	Trykklossing/vakuumpumpe	Vakuumpumpe*	Vakuumpumpe*	Vakuumpumpe*	Vakuumpumpe
Slangelengde	4,4 m	30 m	30 m	-	22 m

*Fangsten ble pumpet over til Christina E, så lossesystemet er ikke evaluert i dette forsøket.

Christina E var det største fartøyet av de som ble sammenliknet, og det eneste fartøyet som lastet ved hjelp av undertrykk. De andre fartøyene lastet ved hjelp av tradisjonell skovlpumpe. To av de konvensjonelle fartøyene hadde pumpe-slange med 18" diameter, mens Christina E og de to andre konvensjonelle fartøyene hadde slanger med 16" diameter. Bde Christina E og Fartøy G losset ved hjelp av vakuumpumpe.

4 Fiskeriet

4.1 Tokt 1 – Makrell

SINTEF-forskerne Morten Bondø og Ida G. Aursand gikk ombord i Fosnavåg 22.09.12. Fiskeriet foregikk på Shetlandsbankene. Fangsten ble landet hos Norway Pelagic i Selje 25.09.12-26.09.12. 650 tonn makrell ble tatt ombord på M/S Christina E. I Tabell 4 vises gangen i fiskeriet ved Tokt 1, makrell.

Tabell 5: Gangen i fiskeriet under Tokt 1, makrell.

	Avgang	22.09.12 kl 02.15
	Ankomst fiskebankene Vesttampen	24.09.12 kl 15:00
	Været under fisket	Frisk bris
Kast 1	Posisjon setting av not Kast 1	62.34N 01.43E
	Tidspunkt setting av not	Kl 11.50, 24.09.12
	Start – stopp pumping tank 2.1	Kl 13.36 – 14.05, 24.09.12
	Mengde	110 m ³
	Laste-hastighet	228 m ³ /time
	Start-stopp pumping tank 2.3	Kl 14.02-14.20, 24.09.12
	Mengde	110 m ³
	Laste-hastighet	367 m ³ /time
	Start-stopp pumping tank 1.1	Kl 14.17-14.25, 24.09.12
	Mengde	30 m ³
	Laste-hastighet	225 m ³ /time
	Kast 2	Posisjon setting av not Kast 2
Tidspunkt setting av not		Kl 16.30, 24.09.12
Start-stopp pumping tank 3.3		Kl 18.06-18.25, 24.09.12
Stopp pumping tank 3.3		Kl 18.25, 24.09.13
Mengde		100 m ³
Laste-hastighet		316 m ³ /time
Start pumping tank 3.1		Kl 18.24, 24.09.12
Stopp pumping tank 3.1		Kl 18.45, 24.09.12
Mengde		100 m ³
Laste-hastighet		300 m ³ / time
Star-stopp pumping tank 3.2		Kl 18.44-19.16, 24.09.12
Mengde		90 m ³
Laste-hastighet		169 m ³ / time
Start-stopp pumping tank 4.2		Kl 19.15-19.35, 24.09.12
Mengde		80 m ³
Laste-hastighet		240 m ³ / time
Start-stopp pumping tank 1.3		Kl 19.33-19.51, 24.09.12
Mengde		91 m ³
Laste-hastighet		303 m ³ / time
Start-stopp pumping tank 2.2		Kl 19.48-20.00, 24.09.12
Mengde	30 m ³	
Laste-hastighet	150 m ³ / time	
	Levering av fangst	Norway Pelagic Selje 25.09.12-26.09.12
	Lagringstid i RSW om bord	24-44 timer
	Temp i fisk i mottakskaret ved levering	-0,8 ± 0,2°C
	Gjennomsnittlig fiskevekt	419 gram (Kast 1) 387 gram (Kast 2)

4.2 Tokt 2 – NVG sild

SINTEF-forskerne Morten Bondø og Ida G. Aursand gikk ombord i Christina E i Fosnavåg 09.11.13. Tabell 6 viser gangen i fiskeriet ved Tokt 2, NVG sild.

Tabell 6: Gangen i fiskeriet under Tokt 2, NVG sild.

	Avgang Fosnavåg – Ankomst Vesterålsbanken	09.11.2012 -11.11.2012 kl 14.00
	Vær under fisket – under gange til land	Nordling laber til frisk bris, regnbyger – stiv kuling
Kast 1	Posisjon setting av not Kast 1	68.02N 05.22E
	Tidspunkt setting av not	kl 17.06, 11.11.2012
	Start pumping tank 2.1	Kl 19.00, 11.11.2012
	Stopp pumping tank 2.1	Kl 20.05, 11.11.2012
	Mengde	111 m ³
	Lastehastighet	102 m ³ /time
	Kast 2	Tidspunkt setting av not
Start pumping tank 2.3		kl 23.57, 11.11.2012
Stopp pumping tank 2.3		kl 00.20, 12.11.2012
Mengde		115 m ³
Lastehastighet		300 m ³ /time
Lastetid, dato tank 1.1		- 12.11.2012
Mengde		10 m ³
Lastehastighet		- m ³ /min
Lastetid, dato tank 1.1		20 min, 12.11.2012
Mengde		80 m ³
Lastehastighet		240 m ³ /time
Lastetid, dato tank 1.2		20 min, 12.11.12
Mengde		20 m ³
Lastehastighet		60 m ³ /time
Fartøy D	Lastetid, dato tank 3.1	18 min, 12.11.2012
	Mengde	80 m ³
	Lastehastighet	267 m ³ /time
	Lastetid, dato tank 3.3	22 min, 12.11.2012
	Mengde	90 m ³
Fartøy E	Lastetid, dato tank 3.2	15 min, 12.11.2012
	Mengde	65 m ³
	Lastehastighet	260 m ³ /time
Fartøy F	Lastetid, dato tank 1.3	10 min, 12.11.2012
	Mengde	85 m ³
	Lastehastighet	510 m ³ /time
	Lastetid, dato tank 2.2	15 min, 12.11.2012
	Mengde	95 m ³
	Lastehastighet	380 m ³ /time
	Lastetid, dato tank 4.2	25 min, 12.11.2012
	Mengde	115 m ³
	Lastehastighet	276 m ³ /time
	Lastetid, dato tank 4.3	25 min, 12.11.2012
	Mengde	165 m ³
	Lastehastighet	396 m ³ /time
	Lastetid, dato tank 4.1	5 min, 12.11.2012
Mengde	20 m ³	
Lastehastighet	60 m ³ /time	
	Levering av fangst	Norway Pelagic Løddingen kl
	Lagringstid i RSW om bord	60-90 timer
	Temp i fisk i mottakskaret ved levering	-1,1 ± 0,2°C
	Gjennomsnittlig fiskevekt	341 gram

Fiskeriet foregikk på Vesterålsbanken. På to kast ble det fangstet totalt 300 tonn. I tillegg ble det pumpet over fangster fra tre fartøy; 150 tonn fra Fartøy D, 50 tonn fra Fartøy E og 420 tonn fra Fartøy F. Fangsten ble landet hos Norway Pelagic i Løddingen. Tabell 7 viser oversikt over fiskeriet for alle fartøyene involvert i forsøkene på makrell.

Skipperen ombord på de ulike fartøyene under makrelltoktet bekreftet at det var fangstet på samme felt, selv om vi mangler nøyaktig posisjon for kastene for noen av fartøyene. Det var noen forskjeller i værforholdet under fiskeriet, og vinden varierte fra laber bris til stiv kuling. Størrelsen på kastene var mindre for de konvensjonelle fartøyene sammenliknet med kastene til Christina E. Fyllingsgraden i tankene varierte mye både mellom tankene ombord på Christina E og mellom de ulike fartøyene. Vi fikk ikke nøyaktige tall fra Fartøy A, men denne båten har en total lastekapasitet på 188 m³ noe som betyr at ved jevn fordeling av fisk på tankene ombord vil fyllingsgraden ligge på 66%. Dette er høyere enn for de andre fartøyene. Pumpehastigheten varierte noe ombord på Christina E. På det høyeste var den omtrent lik med det Fartøy B opplyste som sin pumpehastighet. Det var ikke mulig å få tak i data for pumpehastighet for fartøy A og Fartøy C. Tiden det tok fra lasteprosessen startet til all fisk var ombord var henholdsvis 49 min og 54 min for Kast 1 og Kast 2 ombord på Christina E. Fangstene fra de ulike fartøyene var lagret omtrent like lenge ombord (ca 40 timer) før lossing med unntak av det siste kastet til Christina E som var lagret ca et døgn. Temperaturen i fisken ved lossing varierte en god del, og den kaldeste fisken kom fra Christina E. Fisken fra Fartøy A holdt en høy temperatur (ca 5°C) etter lossing. Denne fisken var akkurat ferdig losset da vi la til kai, så uttaket ble gjort av den siste fisken Fartøy A losset. Dette hadde sannsynligvis innvirkning på temperaturen, da kjøleanlegget slås av under lossing. Fisken ombord på Christina E holdt imidlertid en lav temperatur under hele losseprosessen.

Tabell 7: Oversikt over fiskeriet for de konvensjonelle fartøyene for Tokt 1 makrell.

	TOKT 1			
	Christina E	Fartøy A	Fartøy B	Fartøy C
Posisjon	62.34N 01.43E		62°36,01N 01°34,01E	
Lasteoperasjon	Undertrykkslasting	Direktepumping	Direktepumping	Direktepumping
Værforhold, fisket	Frisk bris	Stiv kuling	Stiv kuling	Laber bris
Værforhold, gange til land	Frisk bris	Frisk bris	Frisk bris	Laber bris
Ant kast	2	2	2	1
Mengde fisk ombord (m ³)	Kast 1: 250 m ³ Kast 2: 491 m ³ Totalt: 741 m ³	Totalt: 125	Kast 1: 140 m ³ Kast 2: 190 m ³ Totalt: 430	Totalt: 150
Fyllingsgrad i tankene (%)	18-61	66*	19	58
Pumpehastighet (m ³ /t)	150-367	-	360	-
Total pumpetid	Kast 1: 49 min Kast 2: 54 min	-	-	-
Lagringstid om bord (t)	24-44	Ca 40	Ca 40	Ca 40
Temp i fisk ved levering(°C)	-0,8 ± 0,2	5,2 ± 0,5	0,0 ± 0,8	-0,4 ± 0,2
Gjennomsnittlig fiskevekt (g)	419 (Kast 1) 387 (Kast 2)	-	-	-

*Estimert ut fra mengde fangst ombord og total lastekapasitet.

Tabell 8 viser oversikt over fiskeriet for alle fartøyene involvert i forsøkene på NVG sild. Skipperen ombord på de ulike fartøyene under sildetoktet bekreftet også at det var fangstet på samme felt, selv om vi mangler nøyaktig posisjon for kastene for noen av fartøyene. Det var noen forskjeller i værforholdet under fiskeriet, og vinden varierte fra laber bris til stiv kuling. Christina E hadde det beste været under selve fiskeriet, men under gange mot land var det samme værforhold for alle fartøyene. Kastene til Christina E hadde en størrelse på henholdsvis 236 m³ og 100 m³, mens de tre kastene til Fartøy G hadde en samlet størrelse på 350 m³. Den totale størrelsen på kastene fra fartøyene det ble pumpet over fra var 570 tonn for Fartøy D, 565 tonn for Fartøy E og 720 tonn for Fartøy F. Mengden som ble pumpet over til Christina E var henholdsvis 170 m³, 65 m³ og 480 m³. Fyllingsgraden i tankene varierte mye både mellom tankene ombord på Christina E og mellom de ulike fartøyene. Den høyeste fyllingsgraden ble funnet ombord på Fartøy G. Den høyeste pumpehastigheten ble funnet på Fartøy G, mens for Christina E varierte den mellom 60 og 300 m³/t ved bruk av undertrykkslasting. Ved overpumping ble skovlpumpen til fangstfartøyet benyttet. Da varierte pumpehastigheten fra 200 m³/t til 388 m³/t avhengig av fangstfartøy. Fangstene fra de ulike fartøyene var lagret like lenge ombord (ca 60-90 timer) før lossing. Temperaturen i fisken ved lossing var noe lavere for Fartøy G (-1,8°C) enn for Christina E (-1,1°C), men begge disse temperaturene anses å være gode lagringstemperaturer for NVG sild. Den gjennomsnittlige fiskevekten var omtrent lik for alle fangstene (303-341 g), men den største fisken ble fangstet av Christina E (341 g). Tiden det tok fra lasteprosessen startet til all fisk var ombord var henholdsvis 65 min og over 60 min for Kast 1 og Kast 2 ombord på Christina E. Det var ønskelig med en raskere lasteprosess, og i etterkant ble det gjort flere utbedringer for å sørge for en mer effektiv lasteprosess. Slangen ble byttet fra en med 16 tommers diameter til 18 tommers diameter. Automasjon for styring av pumper, ventiler og fisk/vannmengde har blitt utbedret fram til 2015. Dette har ført til raskere lasteprosess i følge Ervik & Sævik. Sensorer er også satt inn i lastelinjene for å gi mannskapet bedre kontroll, noe som kan føre til en mer effektiv og skånsom lasting av fangsten.

Tabell 8: Oversikt over fiskeriet for de konvensjonelle fartøyene for Tokt 2 NVG sild.

	TOKT 2				
	Christina E	Fartøy D (overpumping)	Fartøy E (overpumping)	Fartøy F (overpumping)	Fartøy G
Posisjon	68.02N 05.22E				68°10N 05°55E
Lasteoperasjon	Undertrykkslasting	Overpumping	Overpumping	Overpumping	Direktepumping
Værforhold, fisket	Nordling laber til frisk bris	Sørlig liten kuling	Sørlig liten kuling	Sørlig liten kuling	Sørlig liten kuling
Værforhold, gange til land	Stiv kuling	Sørvest stiv kuling	Sørvest stiv kuling	Sørvest stiv kuling	Sørvest stiv kuling
Ant kast	2	1	1	1	3
Mengde fangst i Kast 1	236 m ³	640 m ³	634 m ³	809 m ³	
Mengde fangst i Kast 2	100 m ³	-	-	-	
Mengde fangst i Kast 3	-	-	-	-	
Mengde fisk ombord (m ³)	336	170 på Christina E	65 på Christina E	480 på Christina E	350
Tid ved skutesida før overpumpingen startet	0 min	120 min	120 min	150 min	0 min
Total pumpetid	Kast1: 65 min Kast2: >60 min	40 min	15 min	65 min	
Fyllingsgrad i tankene (%)	20-63*	45-50*	40*	9-76*	73
Pumpehastighet (m ³ /t)	60-300	225	200	388	350
Lagringstid om bord (t)	60-90	60-90	60-90	60-90	60-90
Temp i fisk ved levering (°C)	-1,1 ± 0,2	**ca -1,0	**ca -1,0	**ca -1,0	** ca -1,8
Gjennomsnittlig fiskevekt (g)	341	334	335	303	320

*Se Figur 3-4, **Temperaturen i RSW om bord fram til lossing

5 Evaluering av fangstkvalitet

Målsetning: Evaluere effekten av laste-, kjøle-, lossesystemet på råstoffkvaliteten sammenliknet med konvensjonelle laste-, kjøle-, lossesystem.

5.1 Kvalitetsevalueringen, prøvemateriale og metoder

Prøvemateriale

Det ble tatt ut prøver av fisken på forskjellige steder om bord på M/S Christina E under toktet og ved landanlegget. Fangsten fra andre fartøy som leverte ved samme anlegg samme dag vurdert på samme måte.

1) Prøvemateriale til analyse av overlevelsesrate og ulike typer fangstskader

Fiskeprøver ble tatt ut ombord og fisken ble først vurdert med hensyn på overlevelsesrate og deretter fangstskader. Tabell 9 og Tabell 10 viser når prøvene ble tatt ut for henholdsvis makrell og NVG sild. Se fangstskadeskjema som ble benyttet i Vedlegg 1 og Vedlegg 2. Fiskeprøver ble tatt ut på følgende steder:

- Uttak fra nota med håv (ca 50 fisk per gruppe)
- Etter ombordpumping, ved fordelingsrør etter avsilingsrist (ca 50 fisk per gruppe)
- Etter at fangsten hadde gått over silkassen og ned på lagringstankene (ca 50 fisk per gruppe)

Tabell 9: Tidsintervallet for prøveuttakene for vurdering av overlevelsesraten til makrell.

Tidene er gitt i minutt etter start ombordtaking da fisken var ved skutesida.

Kast 1		Kast 2	
Not	Silkasse	Not	Silkasse
0 min	10 min	0 min	5 min
15 min	20 min	15 min	20 min
40 min	60 min	40 min	70 min

Tabell 10: Tidsintervallet for prøveuttakene for vurdering av overlevelsesraten til NVG sild.

Tidene er gitt i minutt etter start ombordtaking da fisken var ved skutesida.

Kast 1		Kast 2		Overpumping fra Fartøy D	Overpumping fra Fartøy E	Overpumping fra Fartøy F
Not	Silkasse	Not	Silkasse	Silkasse	Silkasse	Silkasse
5 min	25 min	0 min	5 min	10 min	*	**
35 min	45 min	10 min	15 min	15 min	*	**
55 min	60 min	-	-	25 min	*	**

* Ikke analysert av forskere. Vektprøvene tatt ut av mannskapet viste at død fisk ble tatt ombord (minimum tre vektprøver analysert) **Ikke analysert av forskere. Vektprøvene tatt ut av mannskapet viste at fisken levde de første 15 minuttene etter ombordtaking (to prøver analysert), deretter var fisken død.

2) Prøvemateriale til analyse av kvalitet etter landing ved landanlegg – prøveuttak fra mottakskaret

Etter håndfiletering ved landanlegget ble filetspaltning og konsistens på makrell bestemt ved hjelp av sensorisk vurdering. Fisk ble tilfeldig plukket fra mottakskaret under produksjonen. Tabell 12 og viser en oversikt over prøvematerialet av makrell som ble analysert ved landanleggene fra de ulike fangstene.

Tabell 11: Oversikt over prøvematerialet for makrell tatt ut ved landanlegget.

Art	Makrell			
Fartøy	Christina E	Fartøy A	Fartøy B	Fartøy C
Antall prøver	13	1	4	5
Antall paralleller	43-101	256	48-50	53-55

Etter maskinfiletering ved mottaksanlegget ble blodflekker, konsistens og filetspaltning vurdert sensorisk på NVG sild. Fileter ble tilfeldig plukket fra linja under produksjonen hvert 30 min. ca 100 fileter ble tatt ut ved hvert uttak. Tabell 12 viser en oversikt over prøvematerialet av NVG sild som ble analysert ved landanleggene fra de ulike fangstene.

Tabell 12: Oversikt over prøvematerialet for NVG sild tatt ut ved landanlegget.

Art	NVG sild				
Fartøy	Christina E	Fartøy D (overpumping)	Fartøy E (overpumping)	Fartøy F (overpumping)	Fartøy G
Ant prøver	9	3	4	6	4
Ant paralleller pr prøve	75-140	120-160	105-150	105-195	95-105

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.

Sensorisk vurdering av fileten: Antall blodflekker på fileten ble vurdert for NVG-sild etter håndfiletering.

Analyser utført ved landanlegget

Sensorisk vurdering av makrell: Filetspaltning, antall blodflekker på fileten og konsistens ble vurdert for makrellen etter håndfiletering.

Sensorisk vurdering av NVG sild: Maskinfileterte fileter ble tilfeldig plukket fra transportbåndet rett etter filetmaskinen. Filetene ble analysert for blodflekker, filetspaltning, konsistens og styrken på bukhinna.

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

Bukhinna ble vurdert med følgende skala:

- 0: Bukhinna er fast og fin
- 1: Buken er litt bløt og bukhinna er ikke hel
- 2: Buken er bløt og bukhinna er ikke hel

Blodflekker ble vurdert med følgende skala:

- 0: Ingen blodflekker
- 1: Liten blodflekk
- 2: Stor blodflekk
- 3: Flere blodflekker

Rød nakke ble vurdert med følgende skala (NVG sild):

- 0: Naturlig farge i nakkeregionen
- 1: Rød farge i nakkeregionen

Rød hale ble vurdert med følgende skala (NVG sild):

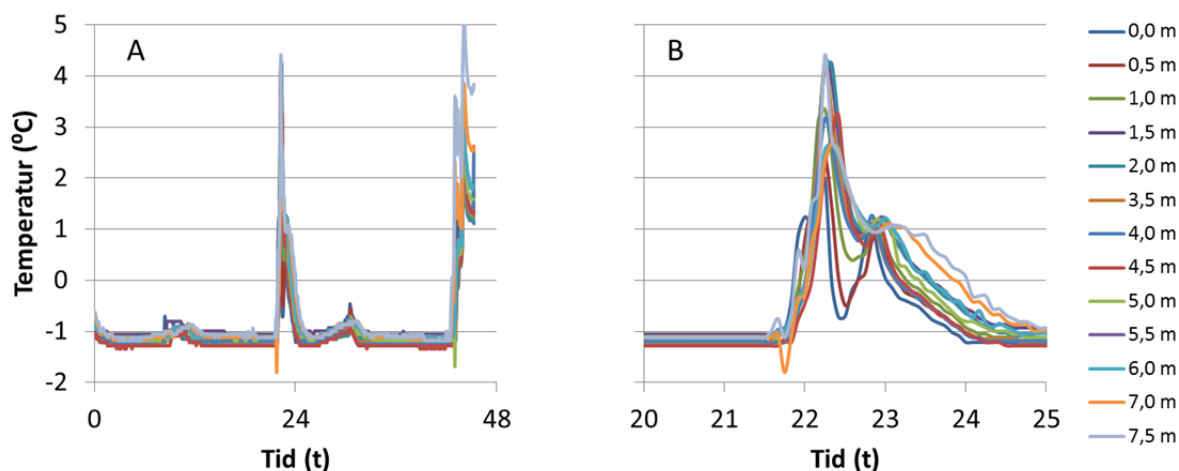
- 0: Naturlig farge i halepartiet
- 1: Rød farge i halepartiet

5.2 Kjøling om bord

Tokt 1 – makrell

Temperaturer ble logget i forskjellige sjikt i en RSW-tank (tank 2.3) under hele forskningstoktet. Resultatene er presentert i Figur 5-1.

Figur 5-1A viser at temperaturen i RSW-en ombord på Christina E lå rundt $-1,2^{\circ}\text{C}$ fra sjøvannet var kjølt ned etter lasting, og fram til lossing. Den høyeste temperaturen ble som forventet målt ved ombordtaking av fangsten. Temperaturen steg da opp i $4,5^{\circ}\text{C}$. Det tok 1-2 timer fra fangsten var lastet til RSW-en holdt en temperatur på under 0°C , se Figur 5-1B. Dette anses å være rask nedkjøling. Målingene ble gjort i tank 2.3 som hadde en fyllingsgrad på 61%. Dette var altså en av de tankene med høyest fyllingsgrad, så en kan anta at all fangst ombord var nedkjølt i løpet av 2 timer.



Figur 5-1: Temperaturlogger i lagringstank 2.3 fra bunn (0,0 m) til topp (7,5 m) under makrelltoktet. A) Temperaturen i RSW'en i tank 2.3 under hele forskningstoktet fra nedkjøling av vannet, lastingen (start ved ca 22 timer) til og med levering av fangsten (ved ca 45 timer). B) Utsnitt av temperaturloggen presentert i plott A; temperaturen i RSW'en i tank 2.3 fra og med lasting til og med nedkjøling av fangsten.

Fra de andre fartøyene hvor fangstkvaliteten ble vurdert fikk vi fartøyets egen kjølelogg. Dataene er oppsummert i Tabell 13. Fartøy B hadde omtrent like lang nedkjølingstid som Christina E, mens Fartøy A og C hadde opp til fire ganger så lang nedkjølingstid (6-8 timer). Både Fartøy B og Fartøy C hadde noe lavere lagringstemperatur (henholdsvis $-1,2^{\circ}\text{C}$ og $-1,4^{\circ}\text{C}$) sammenliknet med Christina E ($-1,2^{\circ}\text{C}$). Dette har sammenheng med fyllingsgraden i lagringstankene, som var lavest ombord på Fartøy B. Til tross for at Christina E hadde en av de høyeste fyllingsgradene (61%) hadde dette fartøyet det raskeste nedkjølingsforløpet. Dette kan forklares med tankdesign og god sirkulasjon av RSW i tankene.

Tabell 13: Temperaturdata fra kjøleloggene om bord på fartøy hvor fangstkvaliteten ble vurdert etter landing.

Fartøy	Tid fra lasting til RSW målte 0°C	RSW-temperatur under transport mot land	Fyllingsgrad i lagringstanker
Fartøy A	6-8 t	Ca $-0,6^{\circ}\text{C}$	Ca 66%*
Fartøy B	Ca 2 t	Ca $-1,2^{\circ}\text{C}$	19%
Fartøy C	Ca 8 t	Ca $-1,4^{\circ}\text{C}$	58%

*Estimert ut fra mengde fisk ombord og total lastekapasitet

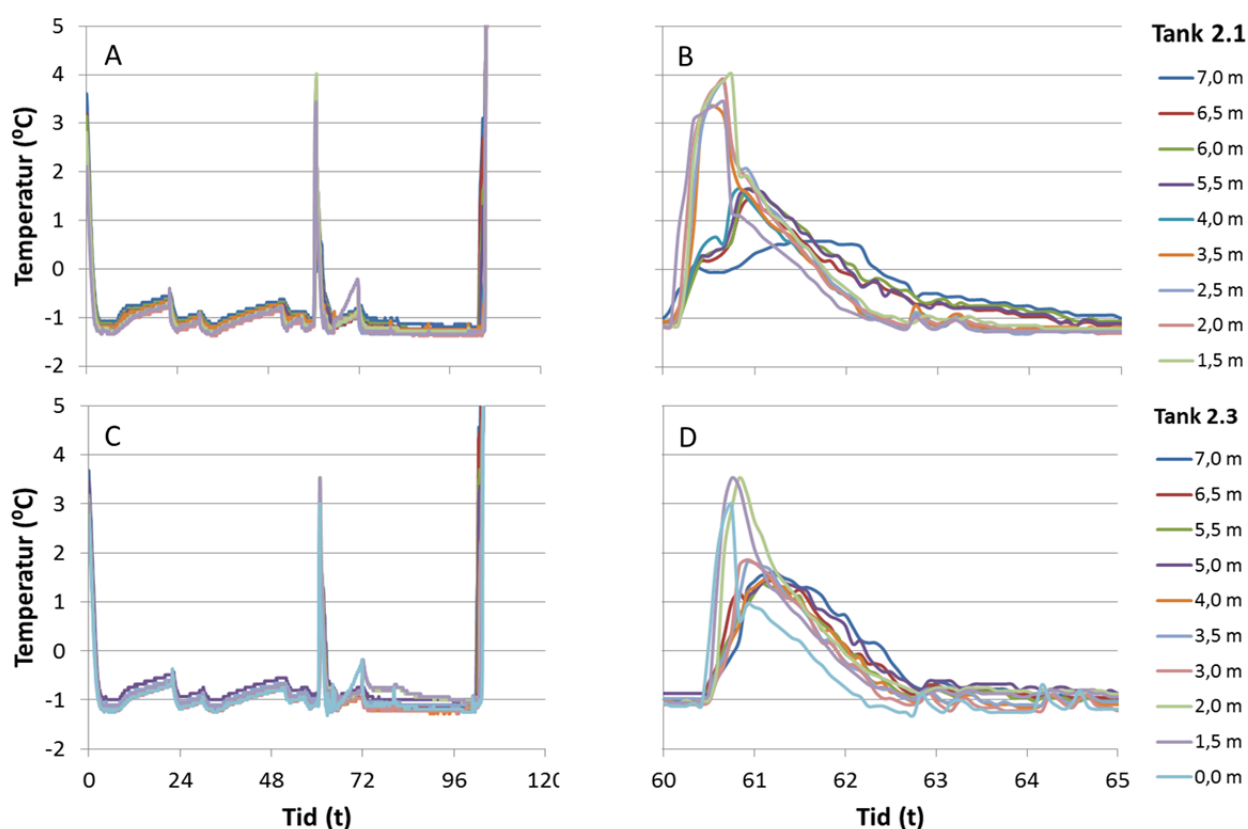
Tokt 2 NVG sild

Temperaturer ble logget i forskjellige sjikt i to RSW-tanker (tank 2.1 og tank 2.3) under hele forskningstoktet. Resultatene er presentert i Figur 5-2.

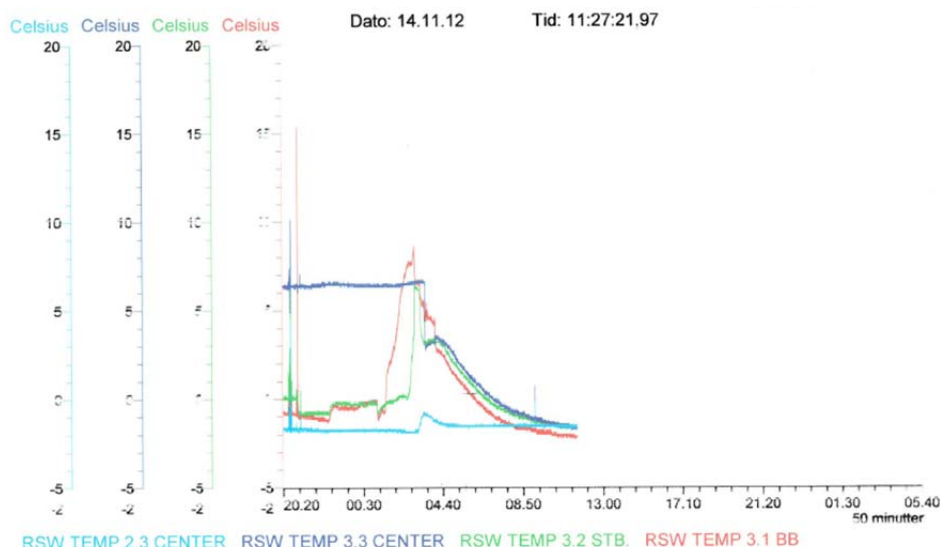
Figur 5-2A og C viser at temperaturen i RSW-en lå mellom $-0,6$ og $-1,2^{\circ}\text{C}$ fra fangsten var tatt ombord og nedkjølt og fram til lossing. Selve nedkjølingen, vist i Figur 5-2B og D, tok 1-2 timer fra lasting til RSW'en i lagringstanken hadde en temperatur på under 0°C . Dette anses å være rask nedkjøling. Fyllingsgraden i tankene var hhv 61% og 63% for tank 2.1 og tank 2.3.

For Fartøy G fikk vi kjøleloggen som fartøyet selv leverte ved landanlegget. Denne er vist i Figur 5-3. I følge loggen tok det henholdsvis 4 t 10 min og 4 t 50 min å kjøle fangsten ned til 0°C i to av lagringstankene som ble lastet. Temperaturen lå på -1,5 °C til -2,2°C under transporten til land og fram til lossing. Fyllingsgraden i den ene tanken var 64% (185 m³ / 288 m³). Fra denne tanken tok vi prøver for å analysere kvaliteten etter landing.

Fartøy G og Christina E hadde altså omtrent lik fyllingsgrad i tankene. Likevel var fangsten kjølt ned omtrent dobbelt så raskt ombord på Christina E (< 2 t) sammenliknet med Fartøy G (< 5 t).



Figur 5-2: Temperaturlogger i lagringstank 2.1 og 2.3 fra bunn til topp under sildetoktet. A) Temperaturen i RSW'en i tank 2.1 under hele toktet fra nedkjøling av vannet, lastingen til og med levering av fangsten. B) Utsnitt av temperaturloggen presentert i plott A; temperaturen i RSW'en i tank 2.1 fra og med lasting til og med nedkjøling av fangsten. C) Temperaturen i RSW'en i tank 231 under hele toktet fra nedkjøling av vannet, lastingen til og med levering av fangsten. D) Utsnitt av temperaturloggen presentert i plott C; temperaturen i RSW'en i tank 2.3 fra og med lasting til og med nedkjøling av fangsten.

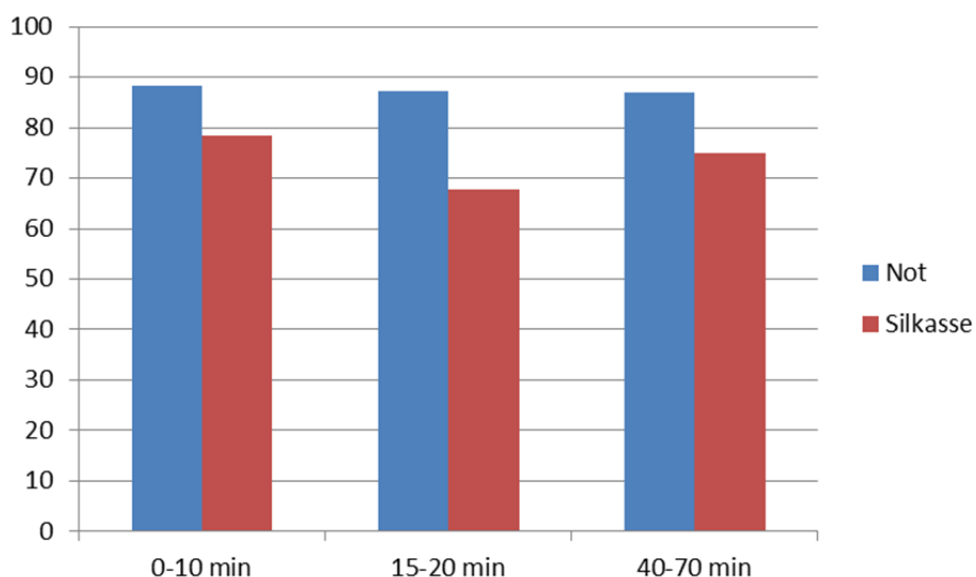


Figur 5-3 Kjøleloggen levert av Fartøy G ved lossing av fangsten.

5.3 Kvalitetseffekter av nytt og tradisjonelt laste-, kjøle- og lossesystem

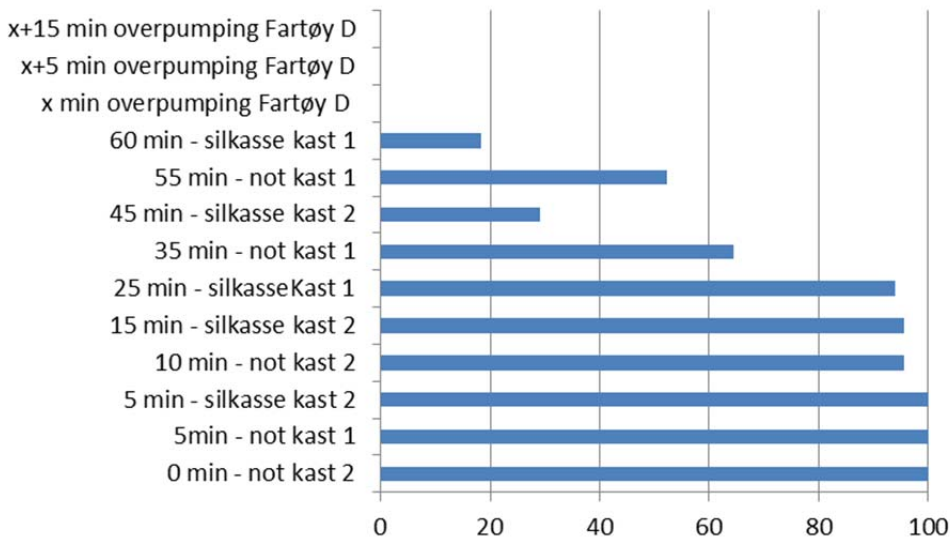
5.3.1 Overlevelsesrate

Overlevelsesraten avhenger blant annet 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 etter ombordtaking, etter avsilingssonen, om bord på Christina E ble vurdert. Resultatene for makrell er presentert i Figur 5-4, og viser at den gjennomsnittlige overlevelsesraten for to kast var 87-88% i nota og 68-78% etter avsilingssonen, noe som må regnes som høyt sammenliknet med tidligere funn (Aursand et al, 2011; 2012). Overlevelsen til fisken var høy selv om fisken hadde vært i nota i over en time. Dette var uventet høy overlevelse sammenliknet med tidligere forsøk. Tveit et al (2015) rapporterte at dødeligheten av fisken økte med tiden under ombordpumpingen til fangstfartøyet under tre ulike tokt med både kystfartøy og ringnotfartøy. Lignende resultater ble tidligere vist for makrell pumpet fra ringnot (Digre et al., 2004).



Figur 5-4: Overlevelsesraten i prosent (gjennomsnitt for Kast 1 og Kast 2) til makrell i nota og etter avsilingssonen under ombordtaking av fangsten. Tre prøver fisk ble tatt ut under ombordtaking av fangsten; 0-10 min, 15-20 min og 40-70 min etter at nota lå ved skutesida og lasteprosessen startet, 33-70 fisk ble tatt ut i hver prøve.

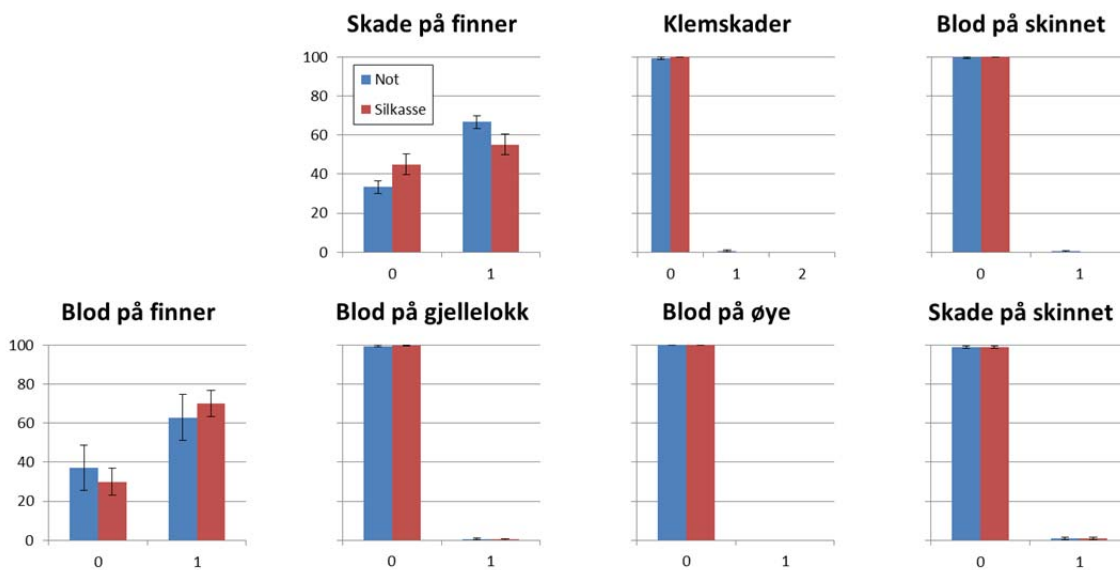
Figur 5-5 viser at overlevelsesraten (levende og slapp fisk) til NVG sild avtok med oppholdstid i nota. Det ble tatt ut tre prøver fra not og silkasse under Kast 1, mens under Kast 2 rakk vi kun å ta ut 2 prøver i not og silkasse før all fangsten var tatt ombord. Idet nota var ved skutesida var all analysert fisk levende, deretter økte andelen død fisk gradvis, og etter ca 1 time i nota var 18% av fisken levende etter ombordtaking, mens 52% av fisken i nota var levende. All overpumpet fisk fra Fartøy D var død etter ombordtaking. Denne fangsten hadde ligget i nota ved skutesida til Fartøy D i 2 timer før overpumpingen startet. For Fartøy E og Fartøy F ble det ikke målt overlevelse av forskerne. Rapportene fra mannskapet var at fisken stort sett var død ved ombordtaking. Disse fangstene hadde ligget ved skutesida til fangstfartøyene i henholdsvis 2 og 2,5 timer før overpumpingen startet. Resultatene stemmer godt overens med tidligere studier av makrell. Tveit et al (2015) viste at fangstfartøy hadde en signifikant høyere overlevelsesrate enn overpumpingsfartøyene, med en gjennomsnittlig overlevelsesrate på 53,4 % mot 23,9 % ($p=0,000$). Videre ble det også, i samme studium, vist at overlevelsesraten synker med tiden fra man starter å pumpe om bord fangsten. Disse resultatene stemmer også godt overens med tidligere studier på makrell (Digre et al, 2004, Digre et al, 2013; Digre et al 2014; Aursand et al; 2014; Tveit et al, 2015). Lockwood et al. (1983) gjennomførte et studium på effekten av trenging av makrell ved ulike tettheter og varigheter. De observerte en høy dødelighet hos fisken når fisken ble holdt ved høye tettheter.



Figur 5-5: Overlevelsesraten i prosent for sild i nota og etter avsilingssonen under ombordtaking av fangsten. Tre prøver fisk ble tatt ut fra nota og silkassen under Kast 1, mens to prøver fra hhv nota og silkassen ble tatt ut fra Kast 2. 3 prøver overpumpet fisk ble tatt ut i silkassen. 37-65 fisk ble tatt ut i hver prøve.

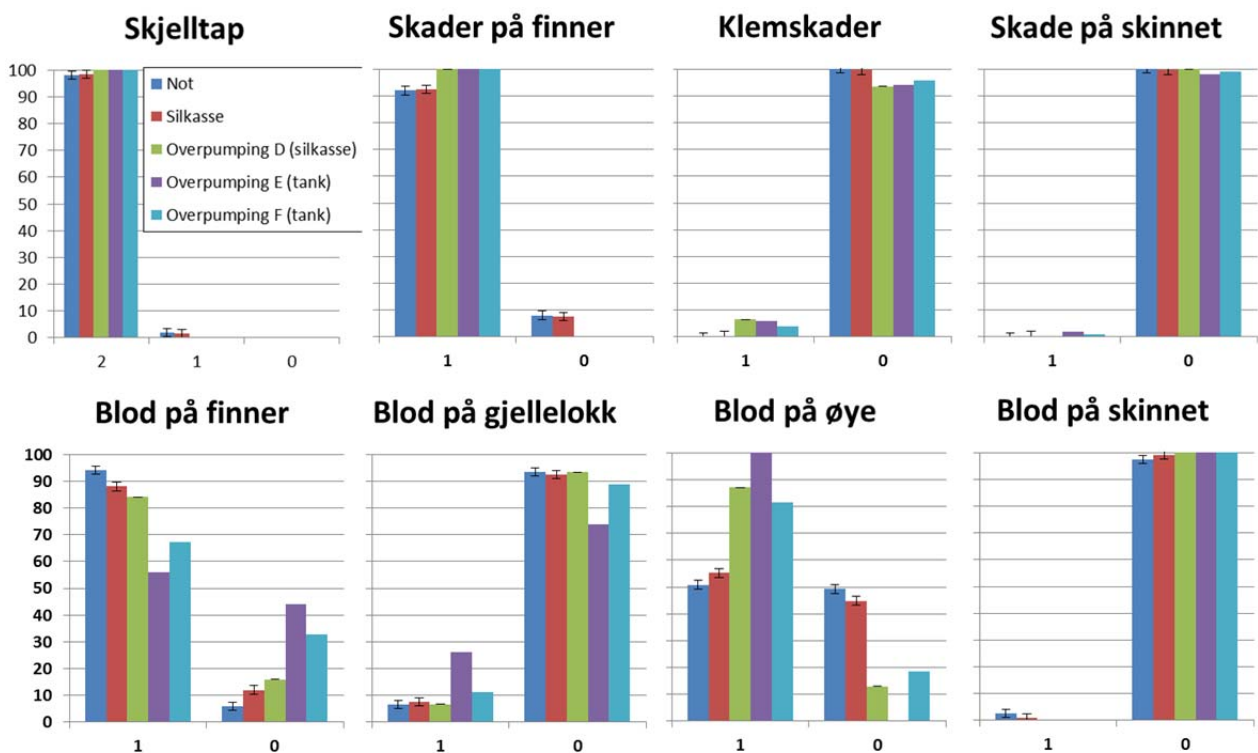
5.3.2 Fangstskader

Figur 5-6 viser resultater fra den sensoriske vurderingen av fangstskader på makrellen etter ombordtaking av Kast 1 og Kast 2 om bord på Christina E. En del skader og blod på finnene ble observert, ellers var det så godt som ingen fangstskader på fisken. Dette stemmer godt overens med tidligere studier hvor det ble rapportert om få fangstskader på fisken med unntak av finneskader og blod på finner som ble funnet på over 80% av fisken som ble undersøkt på til sammen 6 fartøyer (3 tokt) (Tveit et al, 2015).



Figur 5-6 Fangstskader for makrell (gjennomsnitt \pm SEM). Karakteren 0 betyr ingen skade og karakteren 1 betyr at skaden ble observert.

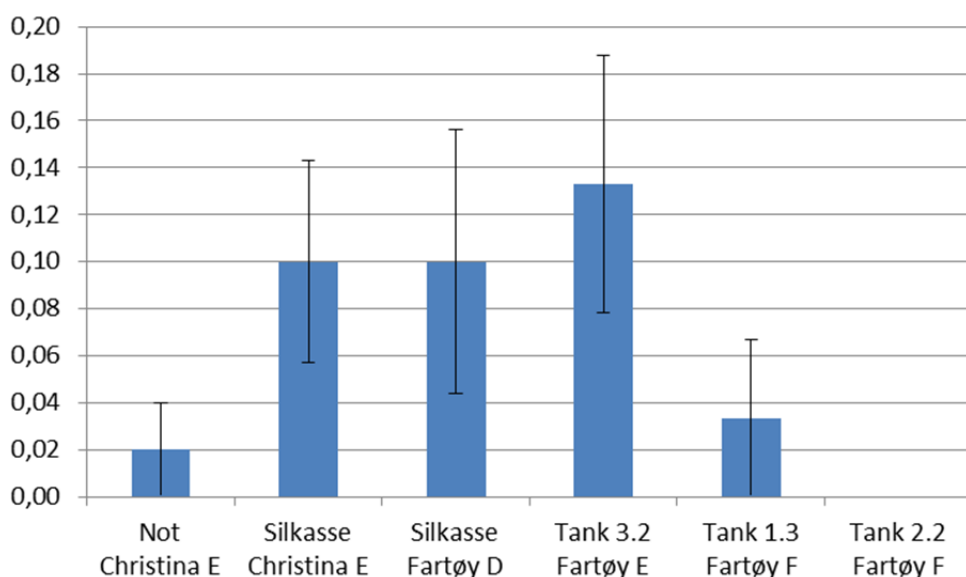
Figur 5-7 viser resultater fra den sensoriske vurderingen fangstskader på silda etter ombordtaking om bord på Christina E. Overpumpet fisk fra Fartøy E og Fartøy F ble vurdert etter at den hadde gått gjennom silkassen og ned i lagringstanken. Årsaken til at prøvene ikke ble tatt ut i silkassen som for Christina E's egne fangster og etter overpumping fra Fartøy D var mangel på tid. Det ble observert stor grad av skjelltap både for direktepumpet og overpumpet fisk (98-100%). Andelen finneskader var noe høyere for overpumpet fisk (100%) sammenliknet med direktepumpet fisk (92%), mens når det gjaldt blod på finnene var det omvendt (56-84% mot 88-94%). En del fisk hadde bloduttredelser på øyne (51-100%) og gjellelokk (7-26%). Den høyeste andelen fisk med blod på øye og gjellelokk ble funnet på fangsten fra Fartøy E etter at den var pumpet ombord på Christina E (100% og 26%). Oppholdstiden i nota før overpumpingen startet var omtrent lik for alle fartøyene. Kun de siste 65 m³ av et kast på totalt 570 m³ ble overpumpet fra Fartøy E, mens 150 m³ av et kast på totalt 565 m³ ble overpumpet fra Fartøy D og 480 m³ av 720 m³ ble overpumpet fra Fartøy F. Det er ofte sagt at den siste "slumpen" av et kast kan ha dårligere kvalitet, men vi har ikke dokumentasjon på dette.



Figur 5-7: Fangstskader for sild (gjennomsnitt ±SEM). Karakteren 0 betyr ingen skade og karakteren 1 betyr at skaden ble observert.

5.3.3 Filetkvalitet ombord

Under sildetoktet, Tokt 2, ble det skåret fileter av prøveuttakene som ble gjort under lasteprosessen. Andelen blodflekker på fileten ble sensorisk vurdert. Resultatene er presentert i Figur 5-8. Resultatene viser at det var lavest andel blodflekker i nota og i prøven fra Tank 2.2 etter overpumping fra Fartøy F. Det var imidlertid ingen andre signifikante forskjeller mellom andelen blodflekker i fangstene fra de ulike fartøyene.



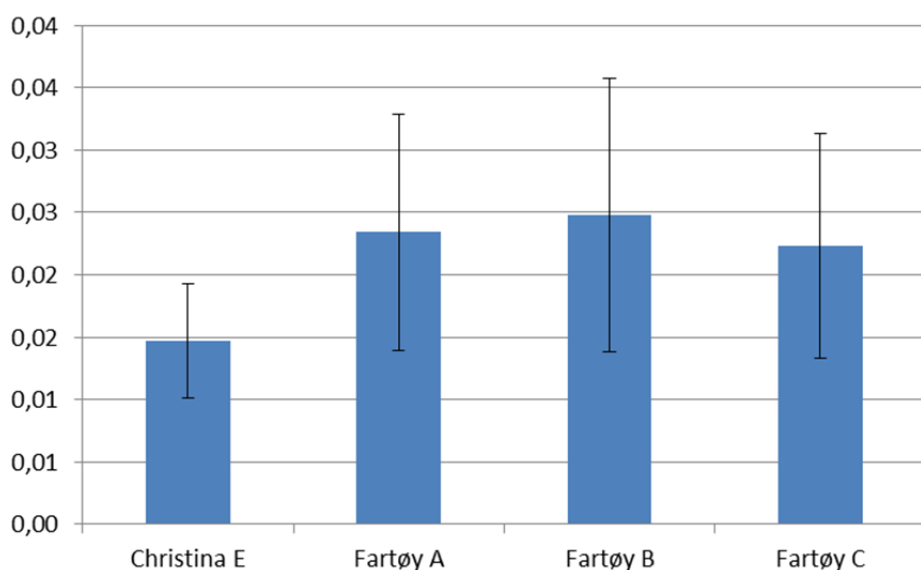
Figur 5-8: Blodflekker på sildefiletene. Gjennomsnittskarakteren til sildefileter ombord på Christina E (0: Ingen blodflekker, 1: Liten blodflekk). Det ble tatt prøver fra nota til Christina E (n=50), i silkassen etter lasting av Christina E sin fangst (n=50), i silkassen etter overpumping fra Fartøy D (n=30), fra Tank 3.2 etter overpumping fra Fartøy E, fra Tank 1.3 etter overpumping fra Fartøy F og fra Tank 2.2 etter overpumping fra Fartøy F.

5.3.4 Filetkvalitet etter landing av fangsten

Makrell

Etter landing av fangsten ble fisk fra fire ulike fartøy inkludert Christina E vurdert. Fra Christina E ble det tatt 12 prøver (n=43-101) med jevne mellomrom (ca 30 min) fra lossingen startet, med noe lengre opphold i prøvetakingen (opp til 120 min) når en tank var tømt og lossingen av ny tank startet. Både trykklossing og vakuumløssing ble benyttet, men det var ingen signifikante forskjeller i de kvalitetsparametrene vi vurderte mellom disse to lossemetodene, så gruppene ble slått sammen i analysene av resultatene. Fartøy A var nesten ferdig med lossingen da Christina E la til kai, og det ble kun tatt ett uttak fra denne fangsten (n=256). Fra Fartøy B sin fangst ble det tatt 4 uttak (n=48-50) med jevne mellomrom (20-30 min) under lossingen. Fra Fartøy C sin fangst ble det tatt 5 prøver (n=53-55) med 20 min mellomrom.

Blodflekker på fileten kan oppstå i alle deler av fangstprosessen fra fangsten er i redskapet til den befinner seg i lagringstanken. Figur 5-9 viser andelen blodflekker på makrellfileter etter landing evaluert på anlegget for de ulike fangstene fra Christina E og Fartøy A, B og C. Alle fangstene hadde en lav andel blodflekker, og det var ingen signifikante forskjeller mellom de ulike fangstene. Dette tyder på en skånsom lasteprosess. Andelen blodflekker lå i området 1,5-2,4%, noe som på anses å være lavt. Det var ingen signifikante forskjeller mellom Christina E og de konvensjonelle fartøyene (ANOVA).

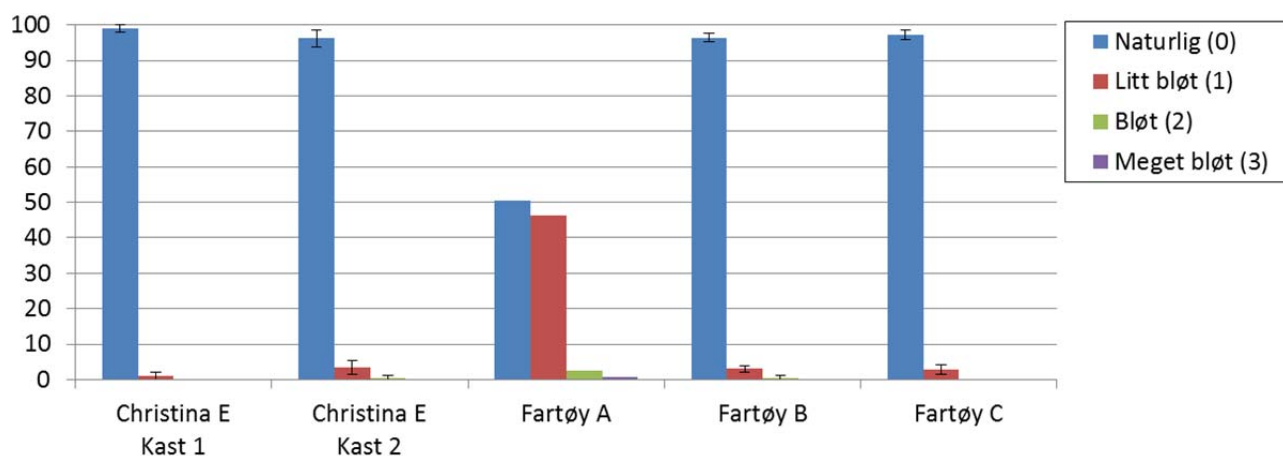


Figur 5-9: Blodflekker på makrellfiletene fra de ulike fangstene (gjennomsnittsverdi ±SEM). Christina E (12 grupper, n=43-101). Fartøy A (1 gruppe, n=256), Fartøy B (4 grupper, n=48-50), Fartøy C (5 grupper, n=53-55).

Figur 5-10 viser konsistensen til de håndfileterte makrellfiletene fra de ulike fangstene etter lossing. Konsistensen var generelt god for Christina E sine kast (Kast 1 og Kast 2) og de to andre havgående fartøyene (Fartøy B og Fartøy C), mens for kystfartøyet Fartøy A var filetene noe bløtere. Dette henger sannsynligvis sammen med fyllingsgrad i tankene, nedkjølingsforløpet og kjølerregimet om bord. Det kan også ha sammenheng med åtetype. En annen faktor som kan påvirke konsistensen er værforhold og slingring ombord. Det vil ofte være mer bevegelse om bord på små fartøy, noe som fører til at fisken ikke ligger like rolig i tankene.

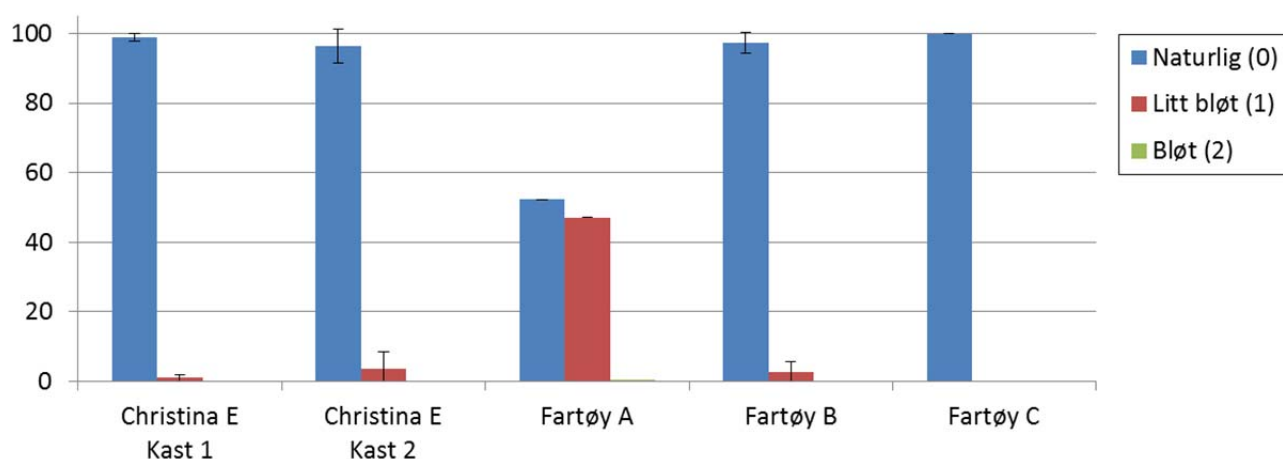
Fartøy A, B og C hadde en fyllingsgrad på henholdsvis 66%, 19% og 58%, mens Christina E hadde fyllingsgrad på 18-61% i de tankene det ble tatt filetprøver fra. Det ble imidlertid ikke funnet forskjeller i konsistens mellom fisk som var lagret i tanker med 18% fyllingsgrad sammenliknet med fisk som var lagret i tanker med høyere fyllingsgrad.

RSW-temperaturen ombord på fartøyene under transport mot land var høyest ombord på Fartøy A (-0,6°C) sammenliknet med Christina E (-1,2°C), Fartøy B (-1,2°C) og Fartøy C (-1,4°C). Videre var temperaturen i fisk etter lossing fra Fartøy A betydelig høyere (+5,2°C) enn for Christina E (-0,8°C), Fartøy B (0°C) og Fartøy C (-0,4°C).



Figur 5-10 Konsistensen til filetene etter lossing. Christina E (12 grupper, n=43-101). Fartøy A (1 gruppe, n=256), Fartøy B (4 grupper, n=48-50), Fartøy C (5 grupper, n=53-55).

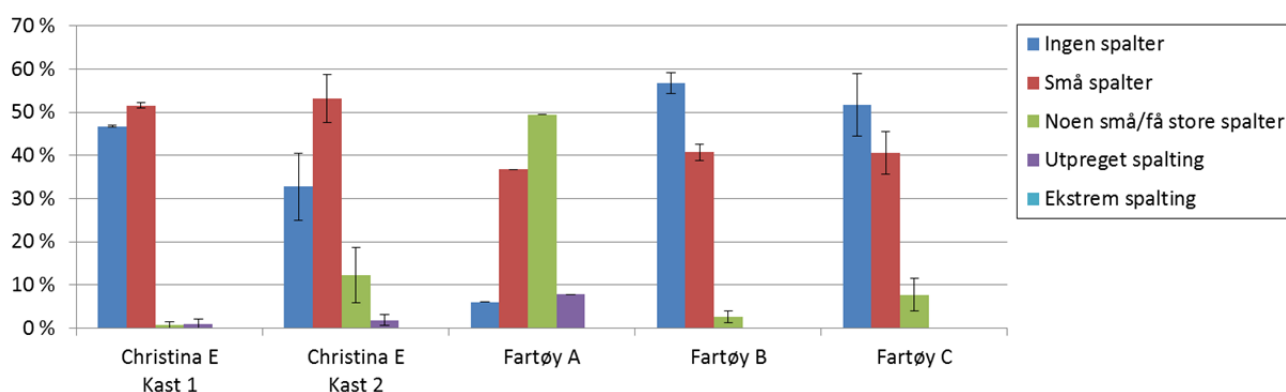
Figur 5-11 viser styrken på bukhinna/buken til makrellen fra de ulike fangstene etter lossing. Resultatene viser samme trend som for konsistensen, hvor fartøy A skiller seg ut, og det er sannsynligvis forholdene fisken opplevde under transporten mot land, herunder fyllingsgrad i tanken, værforhold og RSW-temperatur, som forklarer forskjellene. En annen årsak kan være åteinholdet og type åte i buken. Det er kjent at typen åte fisken har beitet på kan ha innvirkning på styrken til bukhinna, og i enkelte tilfeller kan dette føre til buksprenning.



Figur 5-11: Styrken på bukhinna/buken etter lossing. Christina E (12 grupper, n=43-101). Fartøy A (1 gruppe, n=256), Fartøy B (4 grupper, n=48-50), Fartøy C (5 grupper, n=53-55).

Filetspaltning er et viktig kvalitetskriterium for makrell. En sensorisk vurdering av filetspaltning ble foretatt. Resultatet er presentert i Figur 5-12. Det var ingen fileter med ekstrem gaping. Fra Kast 1 var det totalt 3% av makrellen fra Christina E hadde flere små, få store spalter eller utpreget spaltning, mens fra Kast 2 var det 14%. Over halvparten av makrellen fra Fartøy A (kystfartøy) hadde flere små, få store spalter eller utpreget spaltning. For Fartøy B var det ca 3% av fisken som hadde flere små eller få store spalter, men ingen fileter hadde utpreget spaltning. For Fartøy C var det 8% av fisken som hadde flere små eller få store spalter, mens ingen hadde utpreget spaltning. Noen små spalter i makrellfileten aksepteres av de aller fleste kunder. Hvis

man summerer prosentandelen fileter som hadde noen små/få store spalter og de som hadde utpreget spalting kan man se hvor stor andel av fangsten som ikke var av god kvalitet med hensyn til kriteriet filetspalting. Dette gjaldt 3% av Christina E og Fartøy B sin fangst, mens for Fartøy C gjaldt det 8% av fangsten. For Fartøy A (kystfartøyet) gjaldt det hele 57% av fangsten. I tidligere forsøk (Tveit et al, 2015) ble det funnet en høyere andel skader for fisk fangstet med ringnot sammenlignet med fisk fra kystnot. Det ble konkludert med at pumpehastigheten og fangstmengden var sannsynlige årsaker. I disse studiene var pumpehastigheten omtrent 4 ganger raskere for ringnot sammenlignet med kystnot, og fangstmengdene var større. Forskjellene i filetspalting ved lossing av fangsten kan imidlertid gjenspeile nedkjølingsforløpet etter ombordtaking og lagringsforholdene ombord ettersom høyere temperaturer ofte er assosiert med dårlig filetkvalitet og gaping (Lavety et al., 1988). Fartøy A hadde høyest lagringstemperatur (-0,6°C) og blant de lengste nedkjølingstidene til 0°C etter ombordtaking (6-8 t). Fartøy C hadde den lengste nedkjølingstiden (8t), men den laveste lagringstemperaturen (-1,4°C). Oppholdstid i nota og størrelse på kastet kan også ha noe å si for filetspalting. Det minste kastet til Christina E (Kast 1, 250 m³) hadde noe lavere andel spalting på filetene sammenliknet med Kast 2 (491 m³). Christina E brukte også en god del tid på lasteprosessen 50 minutt på Kast 1, og 120 minutt på Kast 2, noe som gjorde at oppholdstiden i nota ble lang. Det var imidlertid ingen signifikant forverring i andelen spalting utover i lasteprosessen hverken for Kast 1 eller Kast 2 når prøver fra hver tank ble analysert separat og lasterekkefølgen ble tatt med i betraktning (data ikke presentert). Det er ikke kjent hvor lang tid de andre fartøyene (Fartøy A-C) brukte.



Figur 5-12: Spalting i makrellfiletene fra de ulike fangstene (gjennomsnitt ±SEM). Christina E Kast 1 (2 grupper, n=49-71), Christina E Kast 2 (10 grupper, n=49-100) Fartøy A (1 gruppe, n=256), Fartøy B (4 grupper, n=48-50), Fartøy C (5 grupper, n=53-55).

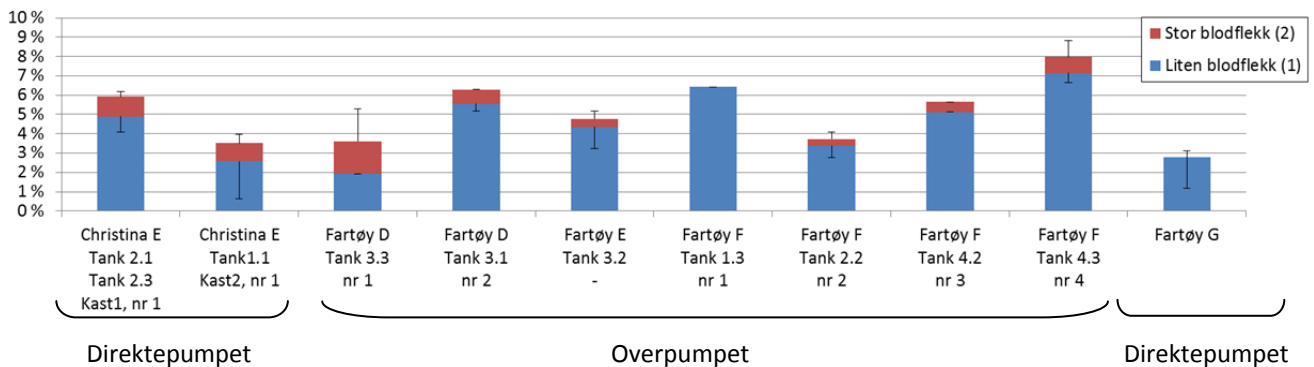
NVG sild

Prøver på omtrent 100 sildefileter ble tatt ut ved jevne mellomrom fra transportbåndet på landanlegget etter fileteringsmaskina. De ble sensorisk evaluert og fotografert. Filetene ble evaluert med hensyn på blodflekker, rød hale og rød nakke. Eksempler på fileter med de ulike bloduttreddelsene er vist i Figur 5-13.



Figur 5-13: Eksempler på sildefileter med rød nakke, rød hale, ingen blodflekker (blodflekk 0), en liten blodflekk (blodflekk 1) og en større blodflekk (blodflekk 2).

Figur 5-14 viser prosentandelen sildefileter med blodflekker. Det var omtrent 3,5-6% blodflekker i fangsten ombord på Christina E. Det var signifikant lavere andel blodflekker i fisken i Tank 1.1 som ble undertrykkslastet, og som hovedsakelig inneholdt fisk fra Kast 2 (100 m³) sammenliknet med fisken i Tank 2.1 og Tank 2.3 som også ble undertrykkslastet, og som inneholdt fisk fra Christina E sitt Kast 1 (236 m³). Fra Fartøy G ble det ikke funnet noen store blodflekker. Christina E sitt andre kast, den første fisken som ble overpumpet fra Fartøy D (Tank 3.3) og Fartøy G sin fangst hadde lavest andel blodflekker (henholdsvis 3,3%, 3,5% og 2,8%). Årsaken til at det var færrest blodflekker i disse gruppene kan være at dette var fisk fra små kast. Fartøy G hadde tre kast på totalt 350 m³. Fisken fra Christina E med færrest blodflekker kom fra Kast 2 på totalt 100 m³. De andre kastene var på henholdsvis 236 m³ (Kast 1, Christina E), 634 m³ (Fartøy D), 640 m³ (Fartøy E) og 809 m³ (Fartøy E). Det kan ses at andelen blodflekker ble høyere etterhvert som fangsten fra Fartøy D ble pumpet ombord. Den samme trenden ble observert for Fartøy F. Det ble signifikant høyere andel fileter med blodflekker utover i lasteprosessen fra tank nummer i lasterekkefølgen (Tank 2.2) to til og med prøve fire i lasterekkefølgen (Tank 4.3). Den første tanken som ble lastet fra Fartøy F hadde imidlertid noe høyere andel blodflekker enn den andre og den tredje. Dette kan skyldes skader i forbindelse med oppstart av pumpen.

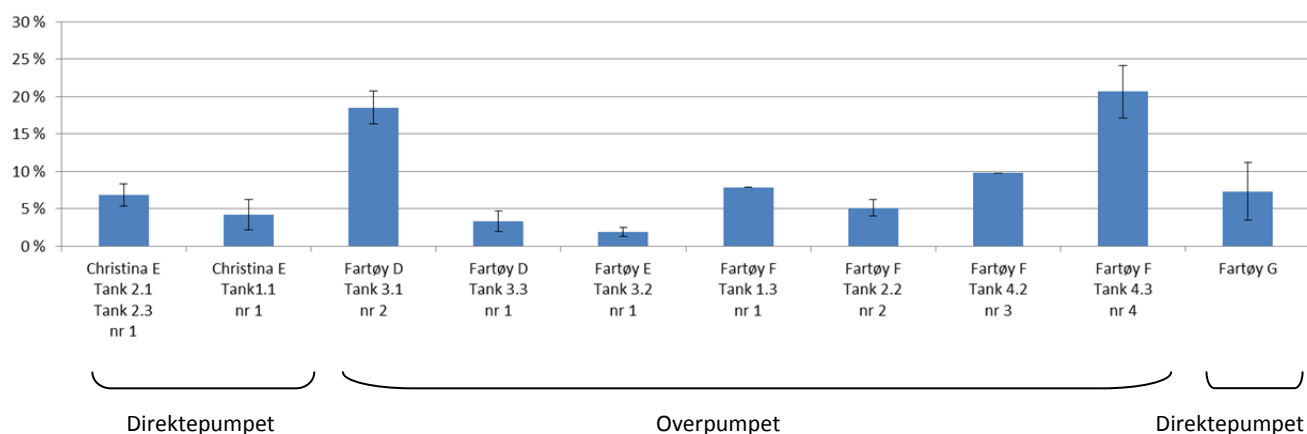


Figur 5-14: Prosentandel sildefileter med blodflekker fra de ulike fangstene (gjennomsnitt \pm SEM). Liten blodflekk og Stor blodflekk ble observert. Ingen fisk hadde flere blodflekker. Tank 2.1 og 2.3 (6 grupper, n=95-100) representerer fisk fra Kast 1 (og delvis Kast 2), mens Tank 1.1 (3 grupper, n=75-140) representerer fisk fra Kast 2 av Christina E's egen fangst. Fra Fartøy D ble Tank 3.3 fylt først (2 grupper, n=105-150) deretter Tank 3.1 (2 grupper, n=135). Fra Fartøy E ble Tank 3.2 fylt (3 grupper, n=120-160), og fra Fartøy F ble fire tanker fylt i følgende rekkefølge; 1 gruppe fra Tank 1.3, n=140; to grupper fra Tank 2.2, n=145-195; en gruppe fra Tank 4.2, n=195; og til slutten gruppe fra Tank 4.3, n=105-120). Fartøy G representerer direktepumpet fisk på konvensjonelt fartøy (4 grupper, n=95-105).

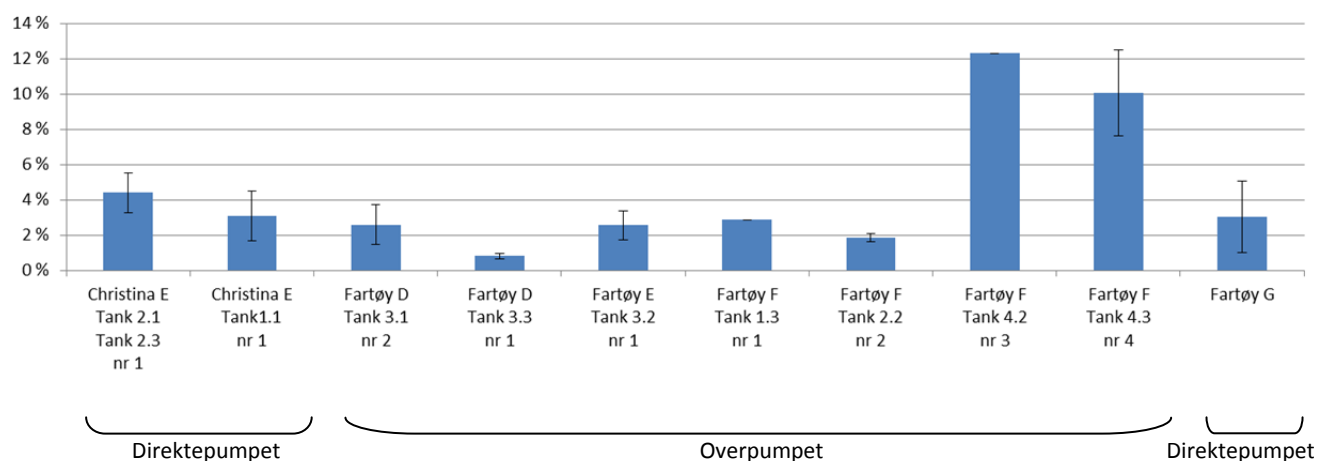
"Rød nakke" og "rød hale" er kvalitetskriterier som brukes av industrien. Dette gjenspeiler bloduttredelse på fileten. Figur 5-15 og Figur 5-16 viser prosentandelen sildefileter med bloduttredelse i henholdsvis nakkeregionen og haleregionen. Fartøy E hadde færrest fileter med rød nakke (<2%), og den siste fangsten som ble tatt ombord på Fartøy D (18%) og Fartøy F (21%) hadde flest. Det kan se ut som at tidspunktet fisken ble lastet på er den viktigste faktoren for andelen røde nakker. Dette har sammenheng med lenger oppholdstid i nota. Når det gjelder røde haler var det også her sammenheng mellom når fangsten var tatt ombord og andelen røde haler. Fisken som ble tatt sist ombord hadde høyere andel røde haler enn den som ble tatt først ombord både fra Fartøy D (2,5% vs 0,8%) og fra Fartøy F (10-12% vs 2-3%). Den første fisken som ble tatt ombord fra Fartøy D hadde signifikant lavere andel røde haler (0,8%) enn alle andre fangstprøver, og den siste fangsten som ble lastet fra Fartøy F (Tank 4.2 og Tank 4.3) hadde signifikant høyere andel røde haler enn alle andre fangstprøver. Ellers var det ingen signifikante forskjeller mellom tankprøvene. Christina E sin fangst hadde 3-4% røde haler og Fartøy G hadde 3% røde haler.

Fartøy E hadde skovlpumpe med 16 tommer diameter, mens Fartøy D og F hadde 18 tommer skovlpumpe. Pumpetiden til Fartøy E var vesentlig kortere enn for Fartøy D og Fartøy F. Dette betyr at oppholdstiden til fangsten fra Fartøy D og Fartøy F var lang. I tillegg gikk det 120 minutter fra fangsten lå ved skutetida til overpumpingen startet for Fartøy D og Fartøy E og hele 150 minutter for Fartøy F. Det var også en god del lengre transportvei fra nota til lagringstankene ved overpumping sammenliknet med undertrykkslasting (Christina E) og direktepumping (Fartøy G). Tveit et al (2015) målte G-krefter ved direktepumping og overpumping av makrell ved hjelp av en "sensorfisk". Loggedataene viste at G-kraftsignaturene var markant forskjellige mellom pumping, overpumping, lossing og transport. Studiet viste at det ble akkumulert opp mer G-krefter ved overpumping enn ved pumping til hovedfartøyet. I dette forsøket var pumpehastigheten ca. 30% høyere ved overpumping enn ved pumping til hovedfartøyet (8,6t/min mot 6,7t/min). Tidligere studier har sett på effekt av pumpetrykk på bloduttredelse på fileter (Aursand et al, 2008 og Aursand et al, 2009). Hverken i 2008 eller i 2009 ble det funnet signifikante forskjeller mellom andelen fileter med røde haler eller blodflekker mellom fisk tatt ombord med skovlpumpe ved tre ulike pumpetrykk (100 bar, 115 bar og 130 bar). Det ble antatt at skadene både kan oppstå under fangstprosessen når silda "koker" i nota og under ombordtaking. Valg av pumpe er derfor muligens ikke viktigste faktor for å unngå denne typen skade. Resultatene fra 2009 viste også at andelen fileter med røde haler og blodflekker varierte mellom to tokt, og årsaken ble antatt å være størrelsen på

kastet og/eller værforhold. Disse studiene ble alle gjort med samme pumpe (16 tommer diameter). Tveit et al (2015) fant heller ingen signifikante forskjeller i andelen blodflekker på makrellfilet mellom seks ulike fangster, direktepumpet og overpumpet, fra kystnot og ringnotfartøy. Fra analysene på bloduttredelse på filet kan det se ut som at oppholdstid i nota før ombordtaking er den viktigste faktoren.

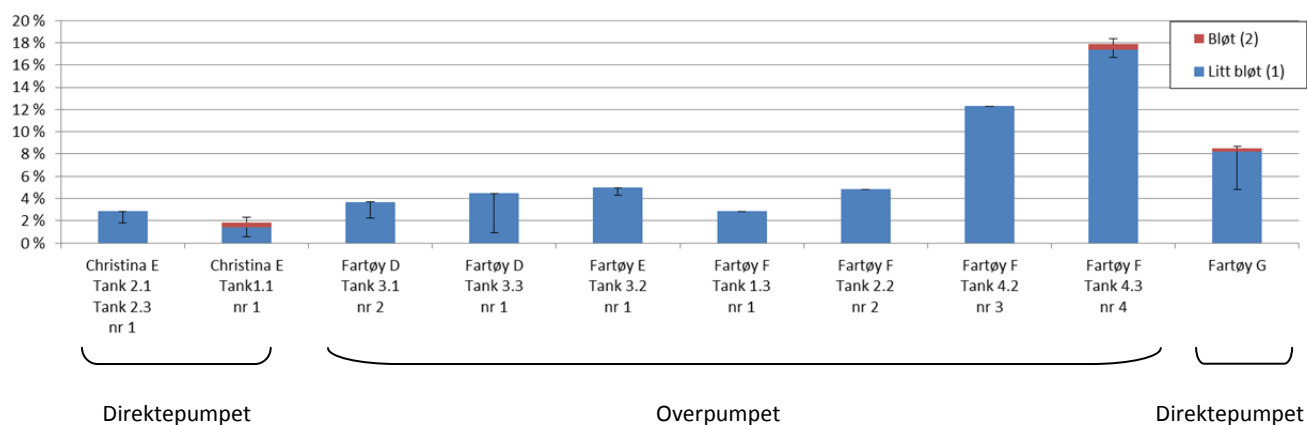


Figur 5-15: Prosentandel sildefileter med rød nakke fra de ulike fangstene (gjennomsnitt ±SEM). Liten blodflekk og Stor blodflekk ble observert. Ingen fisk hadde flere blodflekker. Tank 2.1 og 2.3 (6 grupper, n=95-100) representerer fisk fra Kast 1 (og delvis Kast 2), mens Tank 1.1 (3 grupper, n=75-140) representerer fisk fra Kast 2 av Christina E's egen fangst. Fra Fartøy D ble Tank 3.3 fylt først (2 grupper, n=105-150) deretter Tank 3.1 (2 grupper, n=135). Fra Fartøy E ble Tank 3.2 fylt (3 grupper, n=120-160), og fra Fartøy F ble fire tanker fylt i følgende rekkefølge; 1 gruppe fra Tank 1.3, n=140; to grupper fra Tank 2.2, n=145-195; en gruppe fra Tank 4.2, n=195; og til slutten gruppe fra Tank 4.3, n=105-120). Fartøy G representerer direktepumpet fisk på konvensjonelt fartøy (4 grupper, n=95-105).



Figur 5-16: Prosentandel sildefileter med rød hale fra de ulike fangstene (gjennomsnitt ±SEM). Liten blodflekk og Stor blodflekk ble observert. Ingen fisk hadde flere blodflekker. Tank 2.1 og 2.3 (6 grupper, n=95-100) representerer fisk fra Kast 1 (og delvis Kast 2), mens Tank 1.1 (3 grupper, n=75-140) representerer fisk fra Kast 2 av Christina E's egen fangst. Fra Fartøy D ble Tank 3.3 fylt først (2 grupper, n=105-150) deretter Tank 3.1 (2 grupper, n=135). Fra Fartøy E ble Tank 3.2 fylt (3 grupper, n=120-160), og fra Fartøy F ble fire tanker fylt i følgende rekkefølge; 1 gruppe fra Tank 1.3, n=140; to grupper fra Tank 2.2, n=145-195; en gruppe fra Tank 4.2, n=195; og til slutten gruppe fra Tank 4.3, n=105-120). Fartøy G representerer direktepumpet fisk på konvensjonelt fartøy (4 grupper, n=95-105).

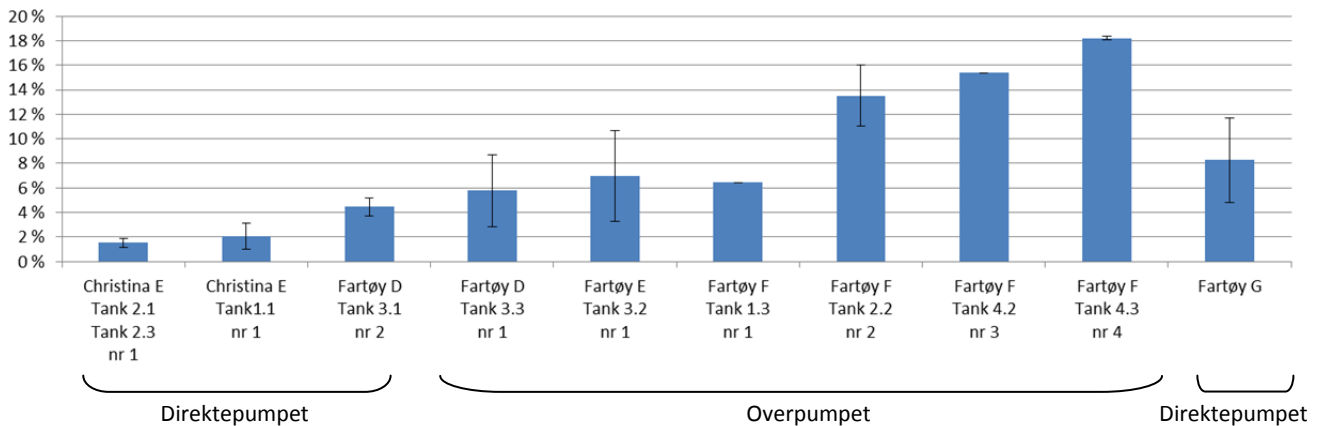
Figur 5 17 viser konsistens på sildefiletene som ble vurdert sensorisk. Andelen bløte fileter fra fangsten som var lastet ved hjelp av undertrykk ombord på Christina E (1,9% og 2,9%) var signifikant lavere enn andelen bløte fileter fra fangstene som var overpumpet fra Fartøy E (5%) og Fartøy F (5%-18%) med unntak av den første fangsten som ble overpumpet fra Fartøy F(3%), samt fra fangsten som var direktepumpet om bord på Fartøy G (8,3%). Under kapittelet for makrell ble nedkjølingsforløp, kjøling under transport og tetthet i fisketanken nevnt som en viktig årsak til filetspalting. Dette gjelder sannsynligvis også for sild. Det tok mer enn dobbelt så lang tid å kjøle fangsten ombord på Fartøy G (ca 5t) ned til 0°C sammenliknet med fangsten til Christina E (<2t). Dette kan ha hatt innvirkning på forskjellen i konsistensen. Med unntak av fangsten til Fartøy F ble alle de andre fangstene oppbevart ombord på Christina E. Tettheten av fisk i de ulike tankene varierte noe. I de tankene hvor det ble tatt ut kvalitetsprøver lå tettheten på 60% (Tank 1.1), 61% (Tank 2.1), 63% (Tank 2.3) for Christina E sin fangst, 45% (Tank 3.1) og 50% (Tank 3.3) for Fartøy D sin fangst, 40% (Tank 3.2) for Fartøy E sin fangst, samt 57% (Tank 1.3), 58% (Tank 2.2), 73% (Tank 4.2) og 76% (Tank 4.3) for Fartøy F sin fangst. Det var generelt noe høyere tetthet i to av tankene hvor Fartøy F sin fangst var lagret. Det ser ikke ut som at fisketettheten på lagringstankene hadde direkte effekt på filetkonsistens. For fangstene som var lastet ombord på Christina E er det sannsynlig at oppholdstiden i noten før pumpingen startet og tidsforbruket under selve lasteprosessen hadde innvirkning på filetkonsistensen. I tillegg antas det at lengre lastevei ved overpumping sammenliknet med undertrykkslasting også har en effekt. For Fartøy F var det signifikant økning i andel bløte fileter fra fangst som ble tatt ombord først og fram til den siste fangsten som ble tatt ombord. For Fartøy D ble det imidlertid ikke målt signifikante forskjeller i andelen bløte fileter mellom fangsten som ble tatt ombord først og den som ble tatt ombord sist. Fangsten til Fartøy D og E lå ved skutesida i 120 minutter for overpumpingen til Christina E startet, mens fangsten til Fartøy F lå ved skutesida hele 150 minutter. Lastingen ombord på Christina E og Fartøy G ble startet umiddelbart etter at fangsten lå ved skutesida. Størrelsen på kastene har sannsynligvis også innvirkning på konsistensen. Som tidligere nevnt var kastene til Fartøy D, E og F store sammenliknet med kastene til Christina E og Fartøy G.



Figur 5-17: Prosentandel bløte sildefileter fra de ulike fangstene (gjennomsnitt \pm SEM). Liten blodflekk og Stor blodflekk ble observert. Ingen fisk hadde flere blodflekker. Tank 2.1 og 2.3 (6 grupper, n=95-100) representerer fisk fra Kast 1 (og delvis Kast 2), mens Tank 1.1 (3 grupper, n=75-140) representerer fisk fra Kast 2 av Christina E's egen fangst. Fra Fartøy D ble Tank 3.3 fylt først (2 grupper, n=105-150) deretter Tank 3.1 (2 grupper, n=135). Fra Fartøy E ble Tank 3.2 fylt (3 grupper, n=120-160), og fra Fartøy F ble fire tanker fylt i følgende rekkefølge; 1 gruppe fra Tank 1.3, n=140; to grupper fra Tank 2.2, n=145-195; en gruppe fra Tank 4.2, n=195; og til slutten gruppe fra Tank 4.3, n=105-120). Fartøy G representerer direktepumpet fisk på konvensjonelt fartøy (4 grupper, n=95-105).

Figur 5-18 viser prosentandelen sildefileter med spalting. Det var signifikant lavere andel fileter med spalting fra fisken som var direktepumpet om bord på Christina E sammenliknet med fisk som var

overpumpet til Christina E fra andre fartøy og sammenliknet med fisk som var direktepumpet om bord på Fartøy G. Dette er samme trend som for filetkonsistens, og det antas at samme årsaker ligger til grunn.



Figur 5-18: Prosentandel sildefileter med spalting fra de ulike fangstene (gjennomsnitt \pm SEM). fra de ulike fangstene (gjennomsnitt \pm SEM). Liten blodflekk og Stor blodflekk ble observert. Ingen fisk hadde flere blodflekker. Tank 2.1 og 2.3 (6 grupper, n=95-100) representerer fisk fra Kast 1 (og delvis Kast 2), mens Tank 1.1 (3 grupper, n=75-140) representerer fisk fra Kast 2 av Christina E's egen fangst. Fra Fartøy D ble Tank 3.3 fylt først (2 grupper, n=105-150) deretter Tank 3.1 (2 grupper, n=135). Fra Fartøy E ble Tank 3.2 fylt (3 grupper, n=120-160), og fra Fartøy F ble fire tanker fylt i følgende rekkefølge; 1 gruppe fra Tank 1.3, n=140; to grupper fra Tank 2.2, n=145-195; en gruppe fra Tank 4.2, n=195; og til slutten gruppe fra Tank 4.3, n=105-120). Fartøy G representerer direktepumpet fisk på konvensjonelt fartøy (4 grupper, n=95-105).

6 Sensorer for bedret kontroll av strømning i lastelinjer om bord på Christina E

Målsetning: *Evaluere et nytt system for visualisering av strømning samt sensorer for strømningsmåling i lastelinjene under ombordtaking av fangsten ombord på Christina E*

For å bevare kvaliteten på råstoffet og sørge for effektiv lasting er det avgjørende at mannskapet har god kontroll på blandingsforholdet fisk/vann og hastigheten på lasting av fangsten. I et konvensjonelt lastesystem er dette godt synlig for mannskapet, mens det nye laste-/lossesystemet baserer seg på et lukket system fra not til landanlegg. Det er derfor viktig å ha sensorteknologi og informasjonssystem for visualisering av aktiviteten i lastelinjene (strømningshastighet og forholdet fisk/vann). En kartlegging av ombordtaksprosessen ble gjort ved tidligere tokt, og en workshop ble arrangert hos SINTEF Fiskeri og havbruk for å vurdere mulige teknologier samt egnede lokaliteter for plassering av sensorer.

Lasteprosessen kan reguleres ved hjelp av endringer i tankvolum under lasting, men dette feedbacksystemet vil mest sannsynlig være for langsomt til å gi en effektiv lasteprosess. Det ble derfor sett på muligheter for å plassere egnet sensorteknologi langs lastelinjen. Christian Michelsens institutt (CMR) (Bergen Teknologioverføring) har i en årrekke drevet utvikling av en fangstmåler basert på konduktivitet for måling av fangstmengde. Denne var i utgangspunktet tenkt brukt som en del av det nye konseptet, men CMR har ikke fangstmålere som er større enn 14" i diameter, mens det nye systemet har behov for en fangstmåler med minimum diameter 18". Dessuten har de ikke fangstmålere som er bygget for å tåle vakuum. Gjennom en dialog mellom MMC og CMR ble konklusjonen at CMRs fangstmåler ikke er egnet til bruk i det nye laste-/lossesystemet. Det var derfor nødvendig å se på andre teknologier for å finne en løsning. Aktuelle måleteknikker er røntgen og maskinsyn (Mathiassen et al, 2011), hvor sistnevnte metode

benyttes i kombinasjon med gjennomlysning i AquaScan Fishcounter i oppdrettsnæringen (<http://www.aquascan.com>) for automatisk telling av laks under pumping.

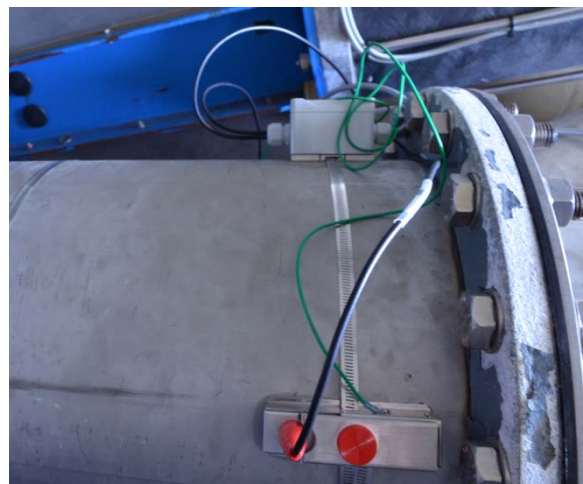
6.1 Ultrasonisk flowmåler

To ulike flowmålere ble testet ved de to forskningstoktene (Tokt 1: Makrell og Tokt 2: NVG sild). Det ble sett utelukkende på sensorer som monteres utenpå pumperøret for å unngå å skade fisken i røret. Begge sensorene ble montert på pumperøret før fisken fordeles til avsilingskassene.

På Tokt 1 (makrell) ble det testet en Greyline TTFM 1.0 ultrasonisk flowmåler, se Figur 6-1 og Figur 6-2. Denne måleren består av to sensorer som monteres på røret og måler "transit time" for å estimere gjennomsnittshastighet i rør. Ved å legge inn arealet på røret og anta jevn strømningshastighet estimeres en verdi for flow og den måler også en akkumulert flowmengde. Enheten kommer med en styreenhet for fast montering på vegg. Den kan logge data, vise målinger og har utgang for tilkobling til eksternt utstyr (4-20mA). Sensoren målte hastigheten når det var bare vann i røret, men når det var fisk i røret gikk signalstyrken ned til 0% og utstyret fungerte ikke.



Figur 6-1 Greyline TTFM 1.0 ultrasonisk flowmåler med veggmontert styreboks og rørmonteerte sensorer.



Figur 6-2: Greyline TTFM 1.0 sensorer og koblingsboks montert på pumperøret.

På Tokt 2 (NVG sild) ble det testet en Greyline PDFM 5.0, ultrasonisk dopplermåler, se Figur 6-3 og Figur 6-4. Denne måleren består av en sensor som monteres utvendig på røret. Sensoren sender ut lydimpulser og måler ekkosets frekvensforskyvning (doppler-skift). Sensoren har to prober innebygd slik at den skal være i stand til å måle retning på strømmingen. Sensoren er koblet til en håndholdt enhet som har mulighet for å logge data, vise målinger og har utgang for tilkobling til eksternt utstyr (4-20mA).



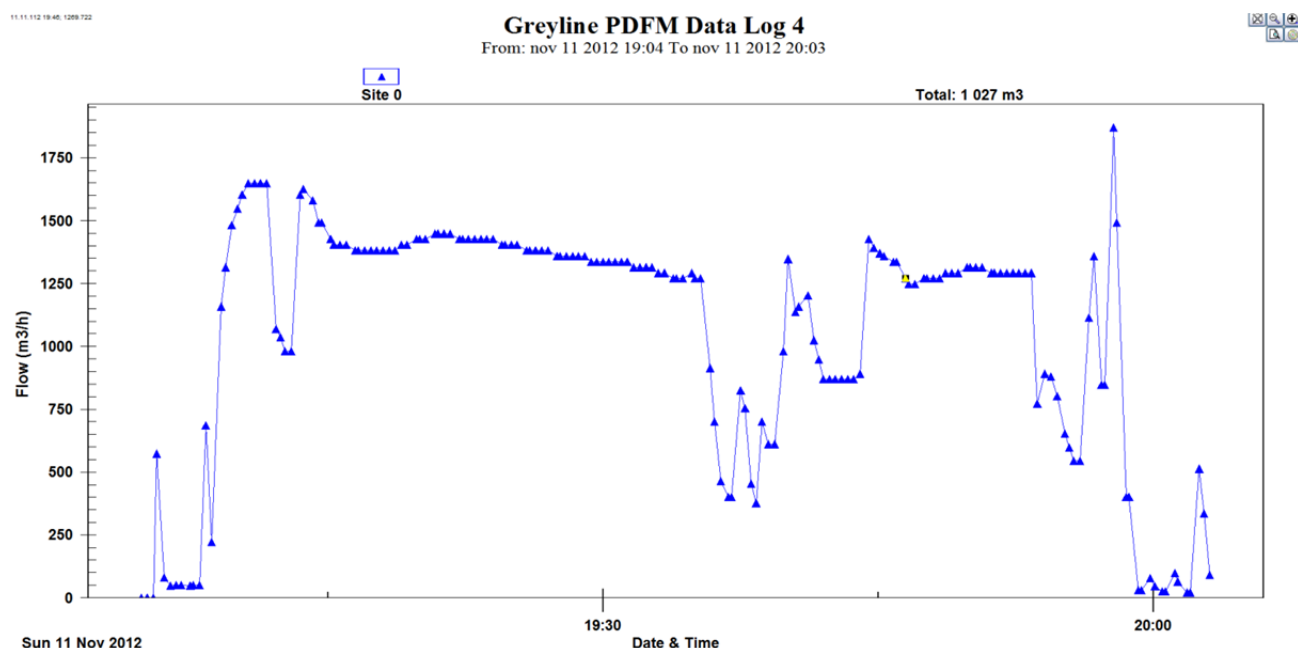
Figur 6-3: Greyline PDFM 5.0 håndholdt enhet og sensor.



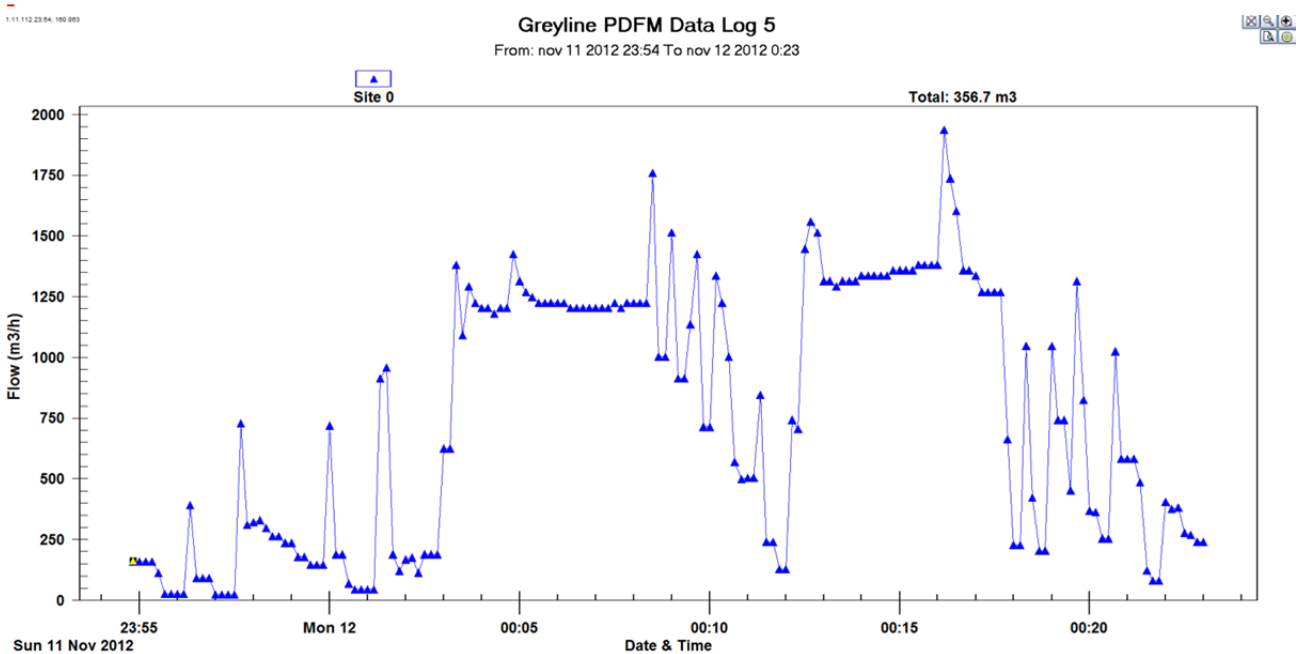
Figur 6-4: Greyline PDFM 5.0 enheten under pumping viser strømnig i m³/time.

Sensoren ble plassert ut til siden på røret, litt over midten av vertikalt tverrsnitt. Dermed gav måleren også avlesninger når røret ikke var fullt med vann, noe som gir feil beregning av volum når røret ikke er fullt. Dette er en svakhet ved måleteknikken og vanskelig å gjøre noe med.

Figur 6-5 viser strømningsdata målt med den ultrasoniske måleren en time fra kl1900 til kl2000. Det vises at den i lange perioder gir god data. Nøyaktigheten av målingene er vanskelig å etterprøve, men summert mengde strømnig stemte godt overens med det systemet ombord hadde beregnet. Videre viser Figur 6-6 at det er vanskelig å få gode målinger når det er litt ujevn strømnig og luft i røret. Da blir det endel støy på målingene, og større usikkerhet på hvor nøyaktig målingene er.



Figur 6-5: Strømningsdata målt med den ultrasoniske måleren en time fra kl1900 til kl2000 under lasting av makrell.



Figur 6-6: Strømningsdata målt med den ultrasoniske måleren en time fra kl2300 til kl0100 under lastning av makrell. Det var vanskelig å få gode målinger når det er litt ujevn flow og luft i røret.

Sensoren gav realistiske hastighetsmålinger når røret var fylt og ga også informasjon om at det var en viss strømning når røret var halvfullt. Oppdatering av strømningsdata skjedde hurtig og kunne dermed vært benyttet til å gi verdifull informasjon ved igangsetting av pumping, samt å gi informasjon om plutselige endringer i hastigheten. Nytteverdien av denne informasjonen er kanskje noe begrenset siden den ikke kan brukes til å beregne total strømning. Kvalitativ informasjon av strømning kan kanskje gjøres like effektivt visuelt med et kamera.

6.2 Visualisering av strømning med kamera

Et system basert på kamerateknologi og lys, som er relativt hurtig, kostnadseffektiv og robust ble rigget om bord for måling av relativ strømningshastighet og blandingsforholdet fisk/vann for regulering av lasteprosessen. Dette tilsvarer ikke en fangstmåler for å ha kontroll på mengden eller antallet lastet fisk, men var ment å være til hjelp for mannskapet under lasteprosessen for å ha et bedre overblikk over hva som foregikk.

I rørføringa ble det satt inn et rør med vindu og bakbelysning. Foran dette vinduet ble det montert et Vivotek IP8335H nettverkskamera. Dette var koblet til en trådløs router slik at bildeinformasjonen kan vises på trådløse enheter. Det ble også satt sammen en provisorisk vanntett housing med skjerm og datamaskin som kobler seg opp mot kamera og viser bildet i sanntid.

På det første toktet (Tokt 1 – makrell) ble skjermen stroppet fast inne i dekkshuset slik at maskinisten hadde mulighet til å se bildet og kommunisere med mannskapet på dekk via headset. Etter det andre toktet ble det besluttet at både mannskapet på dekk og maskinisten skulle ha tilgang til bildet, og det ble laget opphengningsfester for den vanntette boksen slik at den kan henges opp ute på dekk under fiskeriet.

Skjermen er enkel i bruk og starter automatisk opp og viser bilde når den tilkobles til strøm. Skapet med skjerm og datamaskin som viser videobilde fra kamera på pumperøret er vist i Figur 6-8. Nettverkskamera montert på pumperøret og vindu med bakbelysning er vist i Figur 6-7.



Figur 6-7: Vivotek IP8335H nettverkskamera montert på pumperøret og vindu med bakbelysning.



Figur 6-8: Skap med skjerm og datamaskin som viser videobilde fra kamera på pumperøret montert provisorisk oppe på eksisterende styreskap.

Tilbakemeldingen fra mannskapet som stod ute på dekk var svært positiv. De syntes det var svært informativt og bidro til at de hurtig kan foreta endringer i slangeplassering og tørking av nota. Den neste endringen vil være å kjøpe inn trådløse tablet-pc med godt opphengingssystem ved/i styreskapet for hydraulikken. Det må avklares med leverandøren av laste-/lossesystemet (Havyard MMC) hvordan en endelig løsning for visualisering av strømning best mulig kan implementeres. Det anbefales at bilde fra røret og strømningmålingene kombineres og integreres inn i eksisterende styresystem for laste-/lossesystemet.

7 Oppsummering

Kjøleregimet ombord

- Både for makrell og NVG sild ble den raskeste nedkjølingen av fangsten ned til 0°C målt om bord på Christina E (1-2 timer). Under makrelltoktet hadde de konvensjonelle fartøyene (Fartøy A-C) nedkjølingsforløp på henholdsvis 6-8 timer, 2 timer og 8 timer. Under sildetoktet hadde det konvensjonelle fartøyet (Fartøy G) nedkjølingsforløp på i overkant av 5 timer.
- Under lagring i RSW om bord var kjølingen av både makrell og NVG sild generelt god og stabil om bord på fartøyene som ble vurdert. Under makrelltoktet var RSW-temperaturen -1,2°C for Christina E, mens for de konvensjonelle fartøyene (Fartøy A-C) viste kjøleloggen temperaturer på henholdsvis -0,6, -1,2 og -1,8°C. Under sildetoktet var RSW-temperaturen ombord på Christina E målt til å ligge mellom -0,6 og -1,2 °C. Mens kjøleloggen fra Fartøy G viste temperaturer mellom -1,5 °C og -2,2°C.
- Fisketettheten i lagringstankene varierte en god del mellom fartøyene. Under forsøket på makrell var fisketettheten på lagringstankene ombord 18-61% på Christina E, 66% på Fartøy A, 19% på fartøy B og 58% på Fartøy C. Under forsøket på NVG sild fisketettheten på lagringstankene ombord 20-63% for Christina E sin fangst, 45-50% for overpumpet fangst fra Fartøy D, 40% for overpumpet fangst fra Fartøy E og 9-73% for overpumpet fangst fra Fartøy F. Ombord på Fartøy G var fisketettheten 73%.

Fangstkvalitet ombord på Christina E

- Overlevelseshraten til makrell var høy i nota (86-88%) og i silkassen (68-78%) fra ombordtakingen startet og til fisken var ombord 70 min senere.
- Overlevelseshraten avtok fra 100% levende til under 20% levende for NVG sild fra fangsten lå ved skutesida og til det hadde gått 60 minutter. Overpumpet fisk som hadde ligget ved skutesida til Fartøy D i 120 min før overpumpingen startet hadde 0% overlevelse.
- Makrellen hadde få fangstskader, men over halvparten av fisken hadde skader på finnene, og om lag 70% av fisken hadde bloduttredelse på finnene etter ombordtaking.
- For NVG sild ble det observert skjelltap på nesten all fisk, skader på finner (93-100%) og bloduttredelser på finner (73-95%) og øyne (55-87%).
- Overpumpet NVG sild hadde signifikant høyere andel skader på finner enn undertrykkslastet fisk (100% vs 92%). Det samme gjaldt klemskader (3-6% vs 0%) og blod på øyne (80-100% vs 50-55%). To av de overpumpete fangstene hadde også signifikant høyere andel blod på gjellelokk enn undertrykkslastet fisk (10-25% vs 5-6%). Overpumpet fisk hadde imidlertid lavere andel blod på finnene sammenliknet med undertrykkslastet fisk (55-82 vs 88-94%).
- Det ble observert svært få blodflekker på sildefiletene ombord. Andelen fileter med blodflekker etter ombordtaking var lavest i nota (score 0,02) og i filetene fra Tank 2.2 (score 0), som var den andre tanken av totalt fire som ble lastet ved overpumping fra Fartøy F. Det var ingen andre signifikante forskjeller mellom andelen blodflekker i fangstene fra de ulike fartøyene.

Filetkvalitet på land - makrell

- Andelen makrellfileter med blodflekker var generelt lav (1,5-2,4%). Det var ingen signifikante forskjeller mellom de ulike fangstene.
- Filetkonsistensen til makrellen var god, og det var ingen signifikante forskjeller mellom makrellfangstene (96-98% med naturlig konsistens) med unntak av filetene fra Fartøy A som var noe bløtere (ca 50% med naturlig konsistens).
- Andelen filetspaltning var signifikant høyest for kystfartøyet (Fartøy A) (ca 32% uten spaltning). Fangstene fra Fartøy B (ca 56% uten spaltning) og Fartøy C (ca 51% uten spaltning) hadde signifikant lavere andel spaltning enn fangstene til Christina E (ca 47% uten spaltning fra Kast 1 og ca 32% uten spaltning fra Kast 2). Årsaken til forskjellene mellom fartøy B, C og Christina E er uklar.

- Fartøy A hadde signifikant bløtere bukhinne enn de andre fartøyene, og årsaken antas å være forholdene under transporten mot land, herunder fyllingsgrad i tanken, værforhold og RSW-temperatur.

Filetkvalitet på land – NVG sild

- Andelen sildefileter med blodflekker var signifikant lavere for Christina E sitt minste kast (Kast 2, 100 m³) sammenliknet med det største (Kast 1, 236 m³). Christina E sitt andre kast, den første fisken som ble overpumpet fra Fartøy D og Fartøy G sin fangst hadde lavest andel blodflekker (henholdsvis 3,3%, 3,5% og 2,8%). Årsaken antas å være at dette var fisk fra små kast. Andelen blodflekker ble høyere etterhvert som fangsten fra Fartøy D og Fartøy F ble overpumpet. Oppholdstid i nota antas å være en årsak.
- Andelen fileter med bloduttredelser i nakke ("rød nakke") og haleregionen ("rød hale") ble vurdert for NVG sild. Fartøy E hadde færrest fileter med rød nakke (<2%), mens den siste fangsten som ble overpumpet fra Fartøy D (18%) og Fartøy F (21%) hadde flest. Fisken som ble tatt sist ombord hadde høyere andel røde haler enn den som ble tatt først ombord både fra Fartøy D (2,5% vs 0,8%) og fra Fartøy F (10-12% vs 2-3%). Den første fisken som ble tatt ombord fra Fartøy D hadde signifikant lavere andel røde haler (0,8%) enn alle andre fangstprøver, og den siste fangsten som ble lastet fra Fartøy F (Tank 4.2 og Tank 4.3) hadde signifikant høyere andel røde haler enn alle andre fangstprøver. Ellers var det ingen signifikante forskjeller mellom tankprøvene. Christina E sin fangst hadde 3-4% røde haler og Fartøy G hadde 3% røde haler. Det antas at oppholdstid i nota er den viktigste faktoren også for andelen røde nakker og røde haler.
- Det var signifikant lavere andel bløte sildefileter fra undertrykkslastet fangst om bord på Christina E (1,9-2,6%) sammenliknet med direktepumpet fangst om bord på Fartøy G (8,1% bløte fileter) og overpumpet fangst fra Fartøy E (5%) og Fartøy F (5-16%) med unntak av den aller første fisken som ble overpumpet fra Fartøy F (2,9%). Fartøy G hadde i overkant av 5 timers nedkjølingsforløp, mens Christina E hadde 1-2 timer. Oppholdstid i nota før lasting og tidsforbruket under selve lasteprosessen hadde innvirkning på filetkonsistensen. For Fartøy F var det signifikant økning i andel bløte fileter fra fangst som ble tatt ombord først og fram til den siste fangsten som ble tatt ombord. For Fartøy D ble det imidlertid ikke målt signifikante forskjeller i andelen bløte fileter mellom fangsten som ble tatt ombord først og den som ble tatt ombord sist. Fangsten til Fartøy D og E lå ved skutesida i 120 minutter før overpumpingen til Christina E startet, mens fangsten til Fartøy F lå ved skutesida hele 150 minutter. Lastingen ombord på Christina E og Fartøy G ble startet umiddelbart etter at fangsten lå ved skutesida. Størrelsen på kastene har sannsynligvis også innvirkning på konsistensen. Kastene til Fartøy D, E og F store sammenliknet med kastene til Christina E og Fartøy G.
- Prosentandelen sildefileter med spalting var signifikant lavere for undertrykkslastet fisk om bord på Christina E (1,8-2%) sammenliknet med direktepumpet fisk om bord på Fartøy G (8,1%) og overpumpet fisk om bord på Christina E (4,2-18%) med unntak av den første fisken som ble overpumpet fra Fartøy D (5,9%) og fangsten som ble overpumpet fra Fartøy E (7%). Dette er samme trend som for filetkonsistens, og det antas at samme årsaker ligger til grunn.

Sensorer for bedret kontroll av lasteprosess

- Ultrasonisk flowmåler målte nøyaktig da røret var fullt og strømmingen forholdsvis stabil, men den målte ikke kvantitativt riktig når røret ikke var fullt eller når hastigheten i røret var lav.
- Kerasystemet var nyttig for visuell vurdering av omtrentlig hastighet, fyllingsgrad og andel fisk i røret.
- Ultrasonisk flowmåler og kerasystem gav omtrent samme mengde informasjon med tanke på kvalitativ strømming.

Referanser

- Aursand, I. G. & Gallart-Jornet, L. (2008). Skånsom pumping av pelagisk fisk fra not til fartøy – Sammenlikning av to pumpeteknologier. SINTEF rapport A27202 - Åpen. ISBN 978-82-14-06002-7.
- Aursand, I.G., Dahle, S.W. og Bondø, M. (2009) Evaluering av teknologi for ombordpumping av pelagisk fisk. SINTEF rapport A27203 - Åpen. ISBN978-82-14-06003-4
- Aursand, I.G. og Bondø, M (2010) Ny design av silkasse for ombordhåndtering av pelagisk fisk – effekt på råstoffkvalitet. SINTEF-rapport A27204 - Åpen- ISBN 978-82-14-06004-1
- 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. A27205 - Åpen. 978-82-14-06005-8.
- Bergen Teknologioverføring, <http://bergento.no>
- Aursand, I. G., Digre, H., og Schei, M. (2014). Overpumping av makrell (II) – Effekt på fangstkvalitet: SINTEF rapport A25816 – Åpen.
- Digre, H., og Aursand, I. G. (2013). Overpumping av makrell – Effekt på fangstkvalitet. SINTEF rapport A23827 - Åpen.
- Digre, H., Tveit, G. M., Solvang-Garten, T., Eilertsen, E., og Schei, M. (2014). Overpumping av makrell (III) - Effekt på fangstkvalitet, resultater fra tokt 2014: SINTEF rapport A26559 – Åpen.
- Digre, H., Angell, S., og Sandbakk, M. (2004). Pelagisk kvalitet - fra hav til fat. Delrapport I: Tokt med M/S Zeta (ringnot) etter makrell, september 2003: SINTEF rapport STF80 F045051.
- 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.
- Aquascan.com Copyright AquaScan® 2015
- Lavety, J., Afolabi, O., og Love, R. (1988). The connective tissues of fish. *International Journal of Food Science & Technology*, 23(1), 23-30. Mathiassen, J.R., Misimi, E., Bondø, M., Veliyulin, E. and Østvik, S.O. (2011) Trends in application of imaging technologies to inspection of fish and fish products. *Trends Food Sci Techn* 22, 257-275
- Lockwood, S., Pawson, M., og Eaton, D. (1983). The effects of crowding on mackerel (*Scomber scombrus* L.) - Physical condition and mortality. *Fisheries Research*, 2(2), 129-147.
- Tveit, GM, Digre, H, Aursand, IG., Solvang-Garten, T, Eilertsen, A, Schei, M (2015) Overpumping av makrell – Effekt på fangstkvalitet. Sammendrag av resultater fra tokt gjennomført i 2012, 2013 og 2014. SINTEF rapport A26694. ISBN 978-82-14-05869-7.

Vedlegg 1: Kvalitetskontroll rund makrell

Parameter	Beskrivelse	Poengskala	Antall
Død fisk	<i>Sjødød fisk (død i fangstredskap)</i>	0: Levende ved ombordtaking	
		1: Død men fortsatt pre-rigor ved ombordtaking	
		2: I rigor ved ombordtaking	
Redskapsskader	<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	
Klemskader (knusing)	<i>Klemming i redskap eller ved ombordtaking</i>	0: Ingen skader	
		1: Synlige klemskader	
		2: Fisken er ødelagt og blir sortert ut (vrak)	
Synlige blod-uttredelser	<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			



Teknologi for et bedre samfunn
www.sintef.no