

A26559 - Åpen

# Rapport

## Overpumping av makrell (III)

Effekt på fangstkvalitet, resultater fra tokt 2014

### Forfattere

Hanne Digre  
Guro Møen Tveit  
Torfinn Solvang-Garten  
Aleksander Eilertsen  
Marte Schei



Foto: SINTEF Fiskeri og havbruk

YSINTEF Fiskeri og havbruk AS

Postadresse:  
Postboks 4762 Sluppen  
7465 TrondheimSentralbord: 40005350  
Telefaks: 93270701fish@sintef.no  
www.sintef.no/fisk  
Foretaksregister:  
NO 980 478 270 MVA

# Rapport

## Overpumping av makrell (III)

Effekt på fangstkvalitet, resultater fra tokt 2014

EMNEORD:  
Makrell  
Pumping  
Overpumping  
Kvalitet**VERSJON**

Signert

**DATO**

2014-12-18

**FORFATTERE**Hanne Digre  
Guro Møen Tveit  
Torfinn Solvang-Garten  
Aleksander Eilertsen  
Marte Schei**OPPDRAGSGIVER**

Fiskeridirektoratet

**OPPDRAGSGIVERS REF.**

Gjermund Langedal

**PROSJEKTNR**

6021354

**ANTALL SIDER OG VEDLEGG:**

39 + 5 vedlegg

**SAMMENDRAG****Overpumping av makrell (III) – effekt på fangstkvalitet**

Prosjektets hovedmål er å klarlegge hvorvidt det kan registreres forskjeller i makrellens kvalitet når den er pumpet direkte om bord i fangstfartøyet og når den er pumpet til et annet fartøy (overpumping). Dette er 3. sesongen studien gjennomføres.

Resultatene viser at det var høyere andel fangstskader hos overpumpet fisk. Dette skyldes trolig at fisken ble liggende i noten lengre enn ønsket før den ble overpumpet. I tillegg viser resultatene fra G-kraftloggerne at overpumping gir en økt påkjenning på fisken, samt et noe "berg- og dalbane" forløp for den overpumpet fisken. Filetene ombord på fangstfartøyet hadde en noe bløtere konsistens og en noe høyere andel filetspalting etter lagring, noe som kan skyldes forskjellene i lagringstemperatur ombord på de to fartøyene (-0,6 vs -1,1°C).

**UTARBEIDET AV**

Seniorforsker Hanne Digre

SIGNATUR

**KONTROLLERT AV**

Forsker Morten Bondø

SIGNATUR

**GODKJENT AV**

Forskningsjef Marit Aursand

SIGNATUR

**RAPPORTNR**

A26559

**ISBN**

978-82-14-05778-2

**GRADERING**

Åpen

**GRADERING DENNE SIDE**

Åpen

# Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Bakgrunn.....</b>	<b>4</b>
1.1	Målsetting .....	4
<b>2</b>	<b>Material og metode.....</b>	<b>5</b>
2.1	Fartøy .....	5
2.2	Fiskeredskap.....	5
2.3	Gjennomføring av fiske .....	6
2.4	Transportvei fra not til lagringstank .....	8
2.5	Kjøleanlegg og lagringstanker ombord .....	10
2.6	Analysen og kvalitetsvurdering.....	11
2.6.1	Analysen av fisken utført ombord.....	12
2.6.2	Analysen av fisken utført ved landing .....	13
2.7	Evalueren av fangsthåndtering ved hjelp av G-kraftloggere.....	15
2.7.1	Bakgrunn.....	15
2.7.2	Logger .....	15
2.7.3	Sensorfisk.....	16
2.7.4	Gjennomføring.....	17
<b>3</b>	<b>Resultater .....</b>	<b>18</b>
3.1	RSW-kjøling av fangsten .....	18
3.2	Fiskevekt .....	19
3.3	Overlevelsesrate .....	20
3.4	Fangstskader og vurdering av rigor på rund makrell .....	21
3.4.1	Fangstskader og rigor etter pumping .....	21
3.4.2	Fangstskader etter lagring .....	22
3.5	Åteinnhold og enzymaktivitet.....	23
3.6	Filetkvalitet makrell .....	25
3.6.1	Blodflekker.....	25
3.6.2	Konsistens.....	25
3.6.3	Filetspalting .....	26
3.6.4	Tekstur, gaping og blodflekker på kjølelagret filet .....	27
3.7	Evalueren av fangsthåndtering med G-kraftloggere.....	29
<b>4</b>	<b>Konklusjon .....</b>	<b>38</b>
	<b>Referanser .....</b>	<b>39</b>

**BILAG/VEDLEGG**

---

Vedlegg 1: Skjema for kvalitetskontroll av rund makrell

---

Vedlegg 2: Skjema for kvalitetskontroll av makrell filet

---

Vedlegg 3: Prosedyre for måling av enzymaktivitet i pelagisk fisk

---

Vedlegg 4: Loggen fra fangstfartøyet temperatursensorer

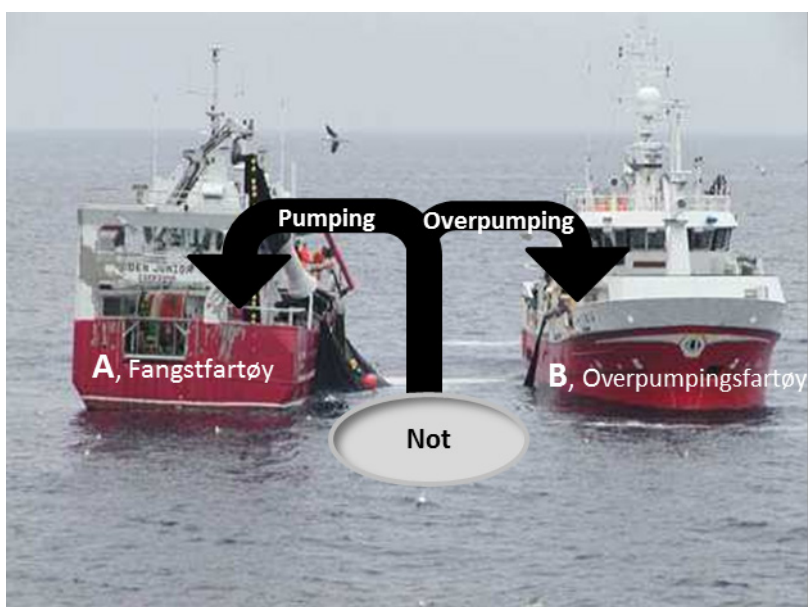
---

Vedlegg 5: Loggen fra overpumpingsfartøyet temperatursensorer

---

## 1 Bakgrunn

I dette prosjektet har vi vurdert kvaliteten på notfanget makrell som er direkte pumpet til fangstfartøy og makrell som er pumpet direkte til ett annet fartøy, såkalt overpumping, illustrert i Figur 1. Slipping av fangst (eller deler av fangst) i fisket med not har i flere år vært et diskutert tema. Spørsmålsstillingen har vært knyttet til overlevelsesnivåen til fisk som slippes fra notkast, og da spesielt for slipping av makrell. Det er flere insitament for slipping av makrell. En av grunnene kan være at det er vanskelig å omsette restkvantum (overskytende fangst i noten) av makrell som pumpes over til ett annet fartøy. Grunnen til dette er blant annet at det hevdes at makrell fra en slik overpumpingsprosess har forringet kvalitet.



**Figur 1.** Illustrasjon av pumping fra not til fangstfartøy [A] og pumping fra not til overpumpingsfartøy [B]. Foto: scanfishphoto

SINTEF Fiskeri og havbruk har siden 2001 jobbet med prosjekter relatert til kvalitet på pelagisk fisk og effekt av fangstprosess. Ombordpumping av fisk er i disse prosjektene identifisert som et kritisk punkt i pelagisk fiskeri. I dette leddet kan det oppstå skader på fisken som følge av lite skånsom håndtering.

Med dette prosjektet ønsker Fiskeridirektoratet å dokumentere eventuelle kvalitetsforskjeller på restkvantum opp mot direktepumpet fangst. Dette er tredje gangen forsøket gjennomføres. Forsøkene som ble gjennomført i 2012 og 2013 ble gjennomført på kystnotfartøy, mens denne studien ble gjennomført på ringnotfartøy.

### 1.1 Målsetting

Prosjektets hovedmål er å klarlegge hvorvidt det kan registreres forskjeller i makrellens kvalitet når den er pumpet direkte om bord i fangstfartøyet og når den er pumpet direkte fra noten til et annet fartøy (overpumping), med utgangspunkt i et ordinært notkast etter makrell.

Registrering av eventuelle forskjeller i kvalitet ble observert rett etter ombordtaking og før lossing ved mottaksanlegg.

## 2 Material og metode

### 2.1 Fartøy

Under forsøket ble notfartøyene M/S Liafjord og M/S Ligrunn benyttet. M/S Liafjord var fangstfartøyet mens M/S Ligrunn var overpumpingsfartøy (Figur 2). Hoveddata for begge fartøyene er gjengitt i Tabell 1.

M/S Liafjord og M/S Ligrunn ble bygget i henholdsvis 2012 og 2013. Begge fartøyene har samme utforming og moderne utstyr av høy teknisk standard for navigering, fiskeleting og fangstovervåkning. Fangstfartøyet er utrustet med Simrad høy- og lavfrekvent sonarer. Det er god standard på innredningen med 14 sengeplasser på hvert av fartøyene. Begge fartøyene hadde et positivt og behjelpelig mannskap med høy kompetanse som gjorde de godt egnet til forskningsformål i ringnotgruppen.



*Figur 2. M/S Ligrunn (venstre) og M/S Liafjord (høyre). Foto: SINTEF Fiskeri og havbruk*

*Tabell 1. Hoveddata for M/S Liafjord og M/S Ligrunn.*

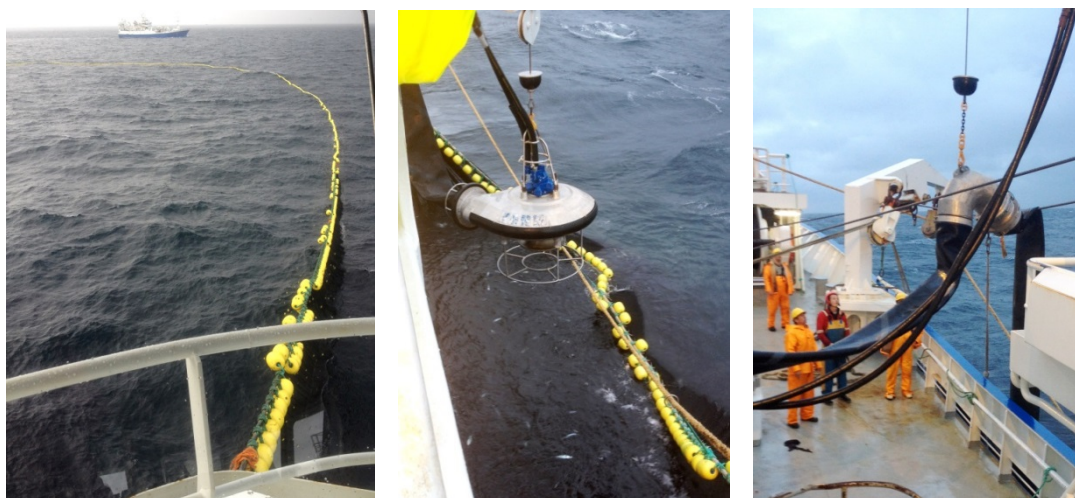
Komponent	M/S Liafjord	M/S Ligrunn
<b>Byggeår</b>	2012	2013
<b>LOA</b>	64,0 m	64,0
<b>Bredde</b>	13,8	13,8
<b>Dybde</b>	6,75 m	6,75
<b>Lastekapasitet RSW-tanker</b>	1648 m <sup>3</sup>	1650 m <sup>3</sup>
<b>Hovedmaskin</b>	3000 kW (Wärtsilä 6L32) 1580 kW (Wärtsilä 6L32)	3000 kW (Wärtsilä 6L32) 1580 kW (Wärtsilä 9L20)
<b>Hjelpemaskin x2</b>	532 kW (Nogva Scania DI 1655)	500 kW Scania

### 2.2 Fiskeredskap

Snurpenot ble benyttet som fangstredskap for makrell. Nota som ble brukt til fisket hadde følgende mål: lengde 800 m, dybde 250 m.

## 2.3 Gjennomføring av fiske

Det ble gjennomført et forskningstokt om bord på Liafjord og Ligrunn. Forsøket ble gjennomført ved at Liafjord var fangstfartøy [A] og Ligrunn var overpumpingsfartøy [B]. Fartøyene vil i resten av rapporten omtales som hhv "fangstfartøy" og "overpumpingsfartøy". Det var avsatt egen forskningskvote til forsøket. Ca. halvparten skulle pumpes om bord i fangstfartøyet og den andre halvparten skulle pumpes om bord i overpumpingsfartøyet. Gjermund Langedal fra Fiskeridirektoratet, seniorforsker Hanne Digre og forsker Aleksander Eilertsen fra SINTEF var om bord på M/S Liafjord, mens ingeniør Marte Schei fra SINTEF var om bord på M/S Ligrunn under gjennomføringen av toktet. Tabell 2 oppsummerer gjennomføringen av fiske. Fartøyene gikk ut fra hhv Florø (Ligrunn) og Liaskjæret (Liafjord) den 18. september i 15 tida. Før avgang ble det innmontert temperaturloggere i en tank på begge fartøyene. Loggerne dekket hele tankhøyden med 0,5 meter mellomrom. Sjøvann ble tatt om bord umiddelbart etter avgang og kjøling ble startet. Kursen ble satt mot grensen til EU farvann, NØS og Færøyene, da det hadde pågått fiske i dette område en tid. Fartøyene ankom feltet den 19. september på ettermiddagen. Påfølgende dag ble gjort et bomkast på formiddagen. Utover dagen ble det gjort en god del registreringer, men det ble brukt en tid til å finne en registrering av mest mulig optimal størrelse til forsøket. Noten ble kastet kl. 18.10 den 21. september (Figur 3 og Tabell 2 for mer detaljert tidsforløp). Pumpingen startet kl. 19.45 og avsluttet 20.15 ombord på fangstfartøyet, for deretter å starte overpumpingen kl. 20.35 som ble avsluttet 21.04. Totalt i det aktuelle notkastet ble det fanget 450 tonn makrell, hvorav 200 tonn ble pumpet ombord på fangstfartøyet og 250 tonn ble pumpet over på overpumpingsfartøyet. Fangsten ble landet hos henholdsvis Norway Pelagic Måløy (Fangstfartøy) og Norway Pelagic Selje (Overpumpingsfartøyet). Begge fartøyene losset ca. halvparten av fangsten den 21.09 (kl. 18-20) og resten den 22.09 (kl. 09-11). Turens varighet, seilingstid, værforhold og fangsttilgjengelighet var innenfor normalen for det fisket som hadde pågått i både tiden før og etter forsøket. Værforholdene under fisket var stort sett vestlig frisk bris som øket på til nordvestlig liten kuling i avslutning av fangstoperasjonen og som senere øket til stiv kuling. Med hensyn på senere angitt lossested innebar dette seiling med vind fra akter. Kvalitetsvurdering av fisken ble gjennomført av forskerne. Prøver av fisk ble tatt fra 2 kontrollpunkt på hvert av fartøyene; under ombordpumping (direkte fra silekasse) og under lossing av fisken (fisk fra lagringstanker) både 21. og 22. september.



**Figur 3.** Bilder som viser kast av nota (venstre) nedsenking av pumpe i nota (midten) og ombordpumping via slange (høyre). Foto: SINTEF Fiskeri og havbruk.

**Tabell 2.** Oversikt over fisket med M/S Liafjord (fangstfartøy) og M/S Ligrunn (overpumpingsfartøy).

	Fangstfartøy	Overpumpingsfartøy	Kommentarer
Avgang (tid og sted)	18.09.14, kl. 15.00, Sotra	18.09.14, kl. 15.30, Florø	
Ankomst fiskefelt	20.09.14 ca. kl. 13:00		Ett bomkast i 10-tiden den 20.09.14
kl. satt not	kl. 18:10 (20.09.14)		Kastet på siden kl. 19:20. Starter umiddelbart innmontering av 3 sensorfisker i fiskepumpe ombord på fangstfartøyet. Kl. 19.40: ferdig innmontert sensorfisker
Posisjon setting av not	N63°58, Ø00°40		
Start pumping	kl. 19:45 (20.09)	20:35	
Stopp pumping	kl. 20:15	21:04	Kl. 20:15 Tok pumpa om bord igjen på fangstfartøyet og innmonterte 4 sensorfisker, mens "Ligrunn" gjorde seg klar til overpumping.
Mengde	200 tonn	250 tonn	
Snitt vekt	370 g	367 g	
Fangstområde	3008	3008	
Værforhold under fiske		Vestlig liten kuling	
Pumpehastighet	Ca. 6,7 tonn/minutt	Ca. 8,6 tonn/minutt	
Levering av fangst	Norway Pelagic Måløy 21.09. (kl. 18-20) og 22.09 (kl.09-11)	Norway Pelagic Selje 21.09 (kl. 18-20) og 22.09 (kl.09- 11)	
Transporttid til kjøper	15 timer	15 timer	
Losset (brutto) 21.09	99.956 kg (BB 1 tank)	151.741 kg	
Losset (brutto) 22.09	97.753 kg (SB 1 tank)	124.131 kg	
Lagringstid i RSW	22-39 timer	21-38 timer	
Kvalitetsavvik hos kjøper	Nei	Ja, reklamasjon grunnet slagskader	



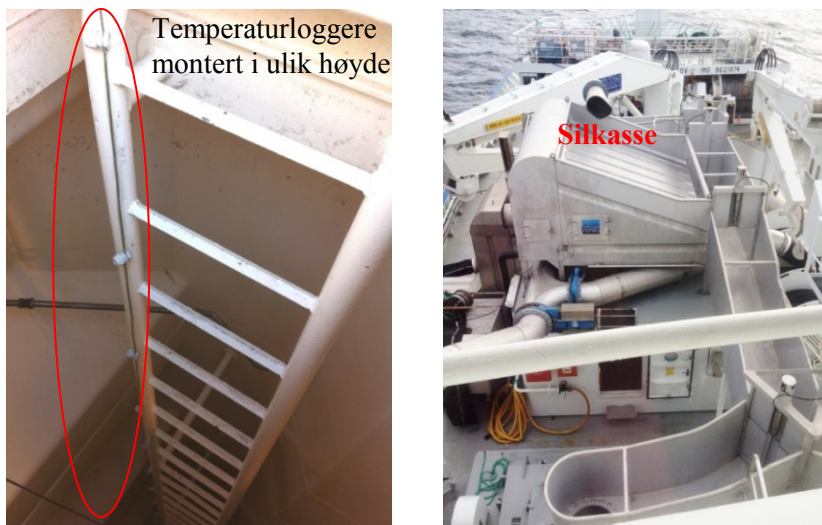
## 2.4 Transportvei fra not til lagringstank

Tradisjonell pumpe med skovler ble benyttet under lasteprosessen. Deretter spres fisken utover avsilingssonen som separerer pumpevann og fisk. Ut fra silkassen fordeles fisken til lagringstank. Fra silkassen går det aluminiumsrør/renner som fordelt fangsten i de forskjellige tankene (Figur 4). Tabell 3 viser en oversikt over transportvei for fisken fra nota til lagringstanker om bord på de to fartøyene.

Dimensjonen på slangen som ble brukt under overpumping av fangsten var 18 tommer og 20 + 50 meter lang. Denne ble koblet på to 90 graders bender, der den ene var plassert på rekken hos overpumpingsfartøyet. Derifra var det noen meter pumpe-slange frem til silekassen. Totalt var derfor pumpe-slange ca 70 meter lang fra pumpen til silkassen. Pumpen som ble benyttet var en "Karm 24" pumpe levert av Karmøy vinsj. Bildet nedenfor viser slangen under overpumpingsprosessen (Figur 5).

**Tabell 3.** Transportvei for fisken pumpet fra not til lagringstank om bord på fartøyene.

Spesifikasjon	Fangstfartøy	Overpumpingsfartøy
Løftehøyde fra vannoverflata til topp avsilingsrist	9,5 m	9,5 m
Antall 90° bend	1	2
Antall 45° bend	0	0
Total lengde pumpe-slange	20 m	Ca. 30 m
Diameter pumpe-slange	18 tommer	18 tommer
Diameter pumpe	20 tommer	20 tommer
Lengde overgang pumpe-slange (på-satt om bord på fangstfartøyet)	20 m + 50 m (overpumpings-slange)	



**Figur 4.** Bilder som viser hvordan temperaturloggere ble montert i RSW-tank om bord på M/S Ligrunn (venstre) og oversikt over silkassen og renne til RSW-tanker om bord på M/S Liafford (høyre). Foto: SINTEF Fiskeri og havbruk.



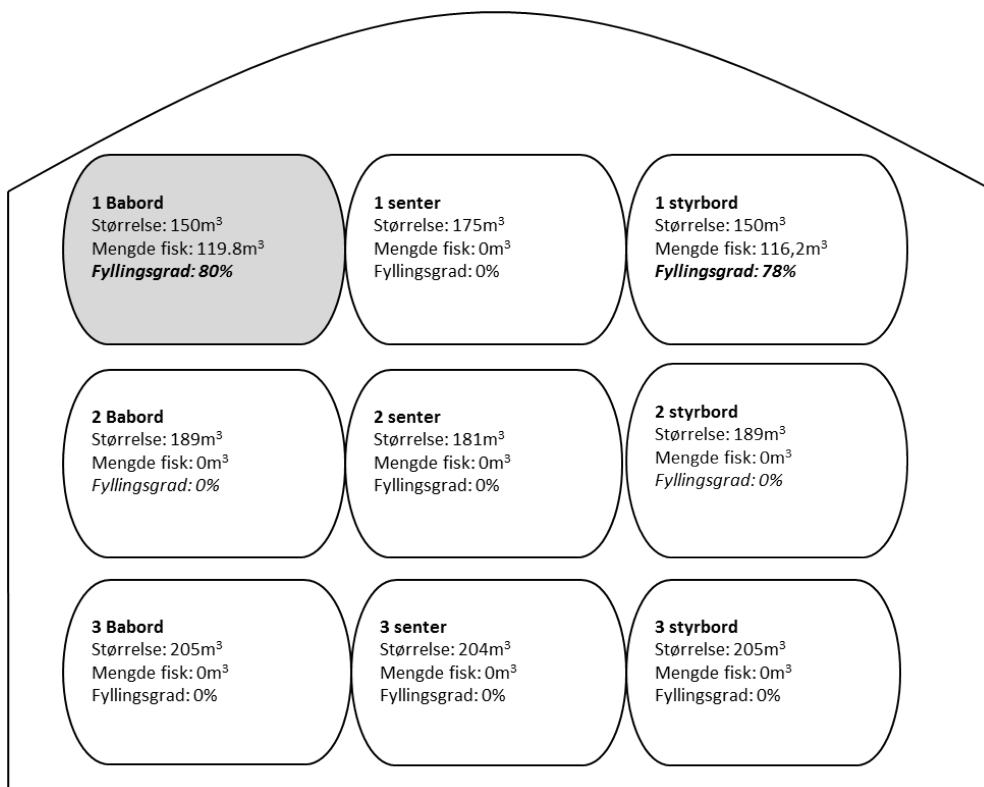
**Figur 5.** Bildet viser hvordan slangen beveger seg i et berg og dalbaneforløp i overpumpingsprosessen (Foto: Gjermund Langedal, Fiskeridirektoratet).

## 2.5 Kjøleanlegg og lagringstanker ombord

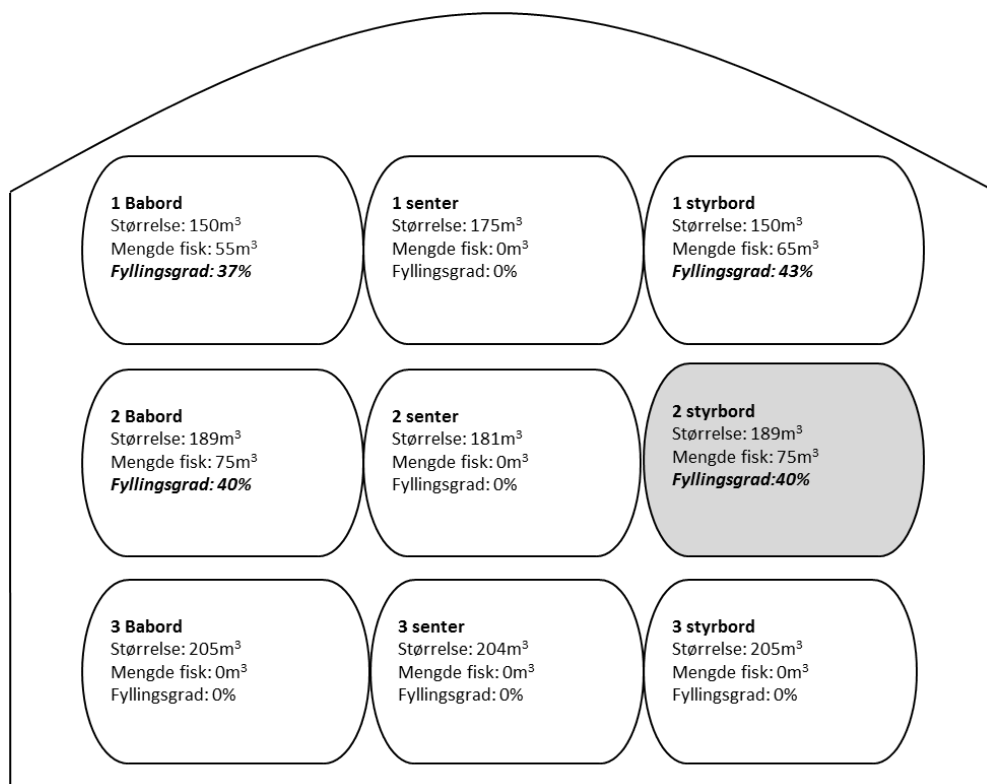
Kjølesystemet (RSW-anlegget) ble evaluert ved hjelp av temperaturlogging i tanken fra bunn til topp fra fangst til landing. Forhold sjøvann og fiskemengde i tankene ble også registrert, sammen med kapasitet og tankvolum til anlegget. Figur 6 og Figur 7 viser en skisse over lagringstankene ombord på fangstfartøyet og overpumpingsfartøyet, og hvordan de var lastet under forskningstoktet.

Både M/S Liafjord og M/S Ligrunn er utrustet med 9 RSW tanker på 150-205 m<sup>3</sup>, og et kjøleanlegg med en kjølekapasitet på 1000 KW. Temperaturen ble logget i 1 babord tank hos fangstfartøyet, og i 2 styrbord tank hos overpumpingsfartøyet. En wire med temperaturloggerne ble strukket fra senter i bunnen av tanken og opp til toppen av tanken hvor den ble festet til lederen, se Figur 4. Det var montert sensorer med 50 cm avstand fra bunn til topp av tankene. Dette ble gjort for å se om det var eventuelle temperaturforskjeller på separate sjikt i lagertankene. Resultatet av disse loggingene finnes i Kapittel 3.1.

Fyllingsgraden av makrell i lagringstankene om bord på fangstfartøyet var 78 % og 80 %, mens tilsvarende for overpumpingsfartøyet var 37 %, 40 %, 40 % og 43 %. Fisken ble fylt i to tanker ombord på fangstfartøyet, mens den ble fylt i 4 tanker ombord på overpumpingsfartøyet.



**Figur 6.** Lagringstankene om bord på fangstfartøy fylt med makrell. Tank med temperaturlogger er merket med grå.



**Figur 7.** Lagringstankene om bord på overpumpingsfartøy fylt med makrell. Tank med temperaturlogger er merket med grå.

## 2.6 Analyser og kvalitetsvurdering

Prøver av fisk ble tatt fra 2 kontrollpunkt på hvert av fartøyene;

- Fra silkassen under ombordpumping
- Fra mottakskar hos kjøper ved landing av fisken (direkte fra lossepumpen)

Ved ombordtaking ble det tatt ut prøver av fisk hvert 3. minutt så lenge pumpeprosessen pågikk. Det ble tatt ut en kurv, ca. 40-60 fisk, pr. uttak. Siden det var bare en forsker/ingeniør som analyserte prøver på hvert av fartøyene rakk man bare å evaluere et begrenset antall fisk før ny kurv med fisk måtte evalueres. Personene som evaluerte fisken var "kalibrert" med hverandre på forhånd.

Følgende kvalitetsanalyser ble gjennomført:

- Overlevelsesrate (andel fisk som var i live etter ombordtaking). Dette ble gjort på 40-60 fisk fra fangstfartøyet og 30-70 fisk fra overpumpingsfartøyet.
- Sensorisk vurdering av skader på rundfisk ble utført både på fisk rett etter pumping (prøver tatt fra silekasse) og fisk som hadde vært lagret i lagringstanker (landing). Fangstskadeskjema som er utarbeidet i tidligere prosjekt for makrell ble benyttet, se vedlegg 1. Fangstskadevurdering ble utført på 30-70 fisk pr uttak etter pumping og på 40-70 fisk fra tankene etter lagring.

- Sensorisk vurdering av filetkvalitet ble utført både på fisk rett etter pumping (prøver tatt fra silekasse) og fisk som hadde vært lagret i lagringstanker (ved landing). Skjema er gitt i vedlegg 2. Filetkvalitet ble vurdert av 10 fileter pr uttak etter pumping og på 20 fileter fra tankene etter lagring.
- Rundfisk (n=20) fra begge fartøyene ble tatt med til Trondheim for vurdering av tekstur, gaping og blodflekker.

### 2.6.1 Analyser av fisken utført ombord

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

Fangstskader: Vurdert for ca. 30-70 fisk i hver gruppe, se fangstskadeskjema i Vedlegg 1, også gitt i kvalitetshåndboken for pelagisk fisk ([www.fhl.no/book](http://www.fhl.no/book)). Fokus var på skader, blod og om fisken var dødsstiv (rigor).

Filetkvalitet: Vurdering av blodflekker, konsistens og gaping ble gjort på høyre filet etter håndfiletering. Skjema er gitt i Vedlegg 2. I tillegg ble det tatt bilder for objektiv vurdering av filetkvaliteten av en og samme person i etterkant av toktet. Bildene ble da anonymisert før vurdering.

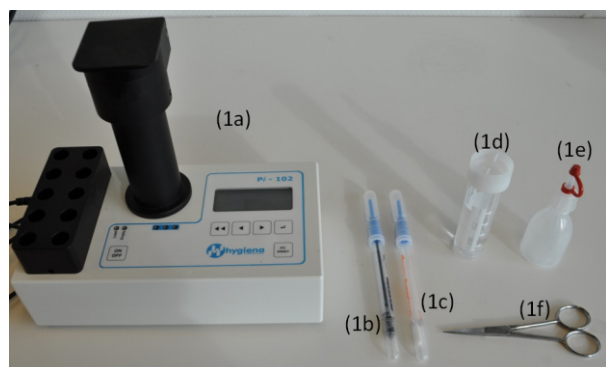
Rundvekt: Fiskevekt ble målt av mannskapet om bord. Prøver ble tatt ut fra silkassen med jevne mellomrom.

Åteinnhold: Åteinnhold\_i tarm og mage ble vurdert av forskerne om bord på de ulike fartøyene. For åte i tarm går skalaen som ble benyttet fra 0-2 og er som følger: 0 (ingen), 1 (ca. halvfull) og 2 (full tarm). For åte i magen ble skalaen 0-1 benyttet og er som følger: 0 (ingen åte i magen), 1 (åte i magen).

Enzymaktivitet: Enzymaktivitet i buken (fare for buksprenging) ble analysert ombord. Materialene som ble brukt til å kjøre buksprengingstest er vist i Figur 6. Fisk åpnes med saks og prøve tas ved å stryke med svaber på innsiden av fiskebukken (svarthinne). Etter at prøvene er tatt med pinnene fra testrøret, måles enzymaktivitet for å estimere enzymlekkasje. For måling av enzymaktivitet knekkes først hodet av testrøret med prøve for å få ut reaktant (der befinner luciferasen seg). Enzymet luciferase reagerer med prøve i testrøret. Etter en bestemt reaksjonstid tilsettes ATP-løsning i testrøret og måles utvikling lys i RLU (relative light units) i luminometeret. Målingen gir en verdi som representerer prøve:  $RLU_{prøve}$ . Det må også kjøres kontroll prøve ( $RLU_{kontroll}$ ). Et rør uten enzymer fra fisk kjøres på samme måte for å fungere som en referanse. Utvikling av lys beregnes på følgende måte:

Utvikling av lys =  $RLU_{prøve} * 100 / RLU_{kontroll}$ , %

I noen av prøvene er det mye endogent ATP som kommer med fisken, og derfor måler vi høyere  $RLU_{prøve}$  enn  $RLU_{kontroll}$  (utvikling av lys er høyere enn 100%). I disse tilfellene er det ingen enzymlekkasje i prøven, utvikling av lys tilpasses til 100%. En detaljert prosedyre for å måle enzymatiskaktivitet i pelagisk fisk er gitt i Vedlegg 3.



**Figur 8.** Materialene som ble brukt til å kjøre buksprengningstest: Luminometer (1a), buffer ekstraktpinne (1b), overflatepinne (1c), ekstraksjonsrør med 10 ml ekstraksjons buffer (1d) adenosintrifosfat (ATP) løsning Hygiene Pi-102 (1e) og saks (1f).

For vurdering av enzymaktivitet i buken hos fisk har SINTEF kommet med ett utkast til skala for vurdering av resultater fra analysen med ATP-luminometer (Tabell 4) (Slizyte et al, 2013).

**Tabell 4.** Utkast til skala for vurdering av enzymlekkasje med Hygiene Pi-102 (Slizyte et al, 2013).

Gradering enzymlekkasje	Målte verdier	Kvalitetsendringer under lagring
A	> 2 000 000	God kvalitet
B	2 000 000 - ?*	God kvalitet, noe buktæring
C	*? - 200 000	Buktæring
D	200 000 - 0	Stor sannsynlighet for buksprenging

\*skalaen er under utvikling og disse verdiene er foreløpig ikke spesifisert

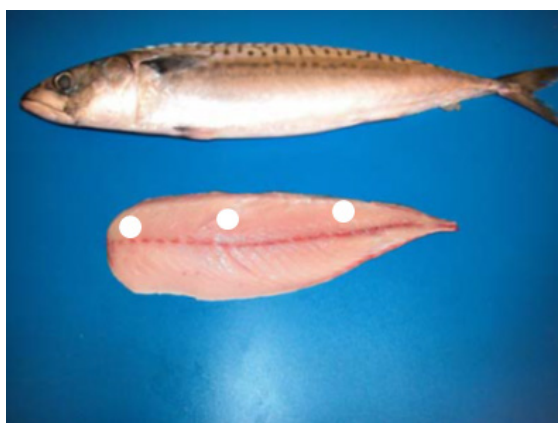
## 2.6.2 Analyser av fisken utført ved landing

Fangstskader ble vurdert for ca 40-70 fisk i hver gruppe. Se fangstskadeskjema i Vedlegg 1, også gitt i kvalitetshåndboken for pelagisk fisk ([www.fhl.no/book](http://www.fhl.no/book)). Fokus var på skader, blod og om fisken var dødsstiv (rigor).

Filetkvalitet: Vurdering av blodflekker, konsistens og gaping ble gjort på høyre filet etter håndfiletering. Skjema er gitt i Vedlegg 2, samt bilder av fileter med ulik score. I tillegg ble det tatt bilder for objektiv vurdering av filetkvaliteten av en og samme person i etterkant av toktet. Bildene ble da anonymisert før vurdering.

Tekstur: Teksturmålingene ble utført ved hjelp av et instrument av type TA.XT2 Texture Analyser (Stable Micro Systems, Surrey, UK) ved en modifisert metode beskrevet av Einen og Thommassen (1998). Programvaren Exponent ble nyttet for dataprosessering. Analysen ble utført med en veiecelle på 50 kg og en sylindrisk probe med flat bunn med diameter 12 mm, en P0.5 probe (1/2 " Ø, delrin for geletine).

Hardhet ved nedtrykk til 30 % av prøvetykkelsen ble registrert ved at proben ble trykket ned i kjøttet normalt på muskelfibrenes lengderetning med en hastighet på 0,5 mm/s. Kjøttets hardhet ble bestemt av tre paralleller fra hvert prøveuttak med nedtrykk i nakke- midt- og haleregion (se Figur 9). Makrellen (n=20) ble tatt ut fra lagringstankene ved levering av fangsten (22.09 kl. 09-11 for begge fartøyene). Makrellen ble lagret på kjøøl frem til analyse. Makrellen ble filetert like før analysen startet, dekket til med plast og lagret på kjøøl frem til de skulle analyseres. Det var kun høyre filet som ble analysert. Disse analysene ble utført 24.september, 3 dager etter fangst. Blodflekker og gaping ble også vurdert på disse filetene.



*Figur 9. Lokalisering av teksturmålingene (nakke, midt og hale).*

## 2.7 Evaluering av fangsthåndtering ved hjelp av G-kraftloggere

### 2.7.1 Bakgrunn

En sensorfisk ble utviklet med det formål å registrere akselerasjonskreftene fisken blir utsatt for ved pumping fra not til lagringstank, slik at denne påkjeningen kunne sammenlignes mellom fangstfartøy og overpumpingsfartøy. Det ble laget 18 stk av disse. Den samme loggeren som ble benyttet til dette kunne konfigureres til langtidslogging og ble også benyttet til å registrere akselerasjonskrefter i lagringstanken ved transport til land.

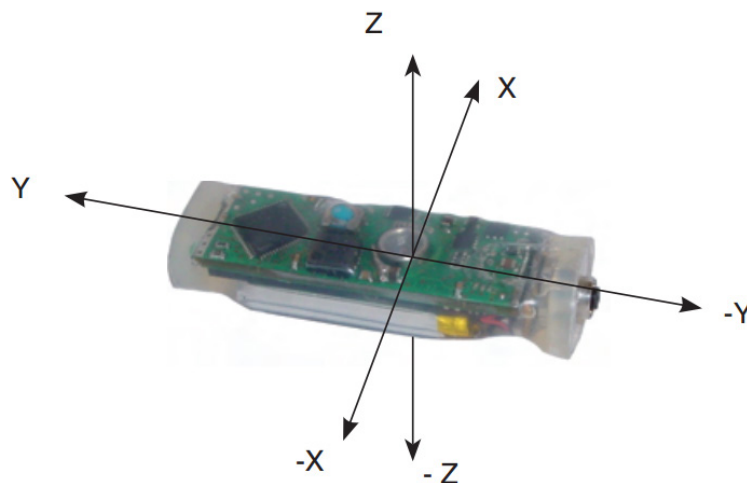
### 2.7.2 Logger

Loggeren var av typen MSR 145W. Dette er en variant av en miniaturisert dataloggerplattform som kan inneholde flere forskjellige sensorer. Utgaven vi benyttet her registrerte gravitasjonskrefter (akselerasjon) i tre akser (x, y og z), samt temperatur (heretter blir gravitasjonskreftene markert som #G; for ikke å forvirres med gram, # g.) Loggeren er absolutt kalibrert fra leverandør og ble ikke kalibrert av oss. Den er innstøpt i silikon og allerede vanntett, med en forseglet usb-konnektor i enden.

Målene er 62mm i lengde og vekt 18g. Loggeren kan settes opp med flere forskjellige loggefrequenser, der 50 Hz er den raskeste. Denne frekvensen ble benyttet til pumpe- og losseloggingene, mens 10Hz ble benyttet for langtidslogging under transport. Batterikapasiteten er avhengig av loggefrequens, og er på omtrent 3 timer ved 50Hz.

Måleområdet for temperatur er -20 til 65 grader C (nøyaktighet  $\pm 0,5$  grader C) og for akselerasjon  $\pm 15g$ , med nøyaktighet  $\pm 0,15g$ .

I bilde (Figur 10) under kan man se sensoren som ble brukt. Bildet illustrer retningen på aksene til sensoren.



*Figur 10. MSR 145W, i IP67 utførelse. Her vist med koordinatsystemets akser.*



### 2.7.3 Sensorfisk

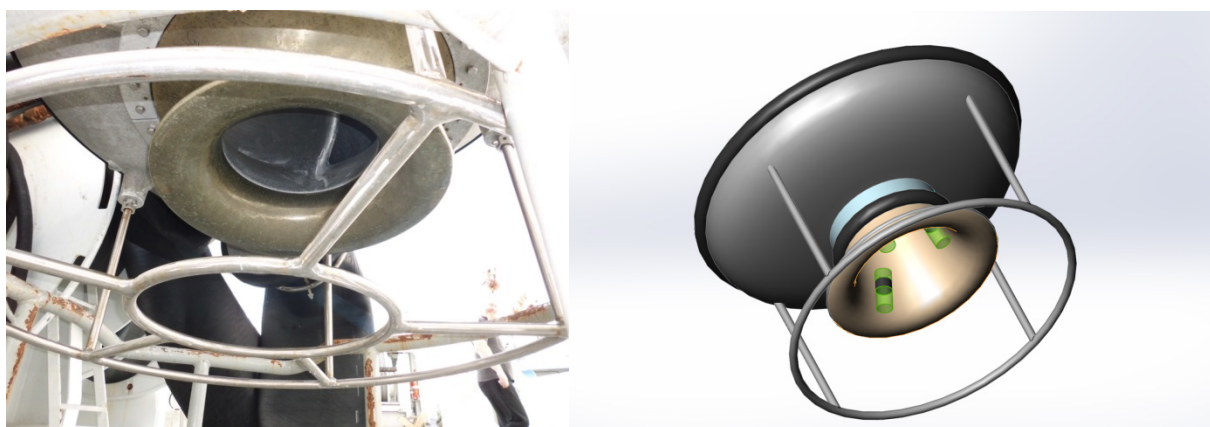
Sensorene ble støpt inn i en sylinder med ytre diameter 50mm og lengde ca. 225mm. Støpemassen som ble benyttet var polyurethanbasert (Synthene EHP 40A), med hardhet shore 40A etter herding (tilsvarende viskelær).

I tillegg til loggeren ble det støpt inn en bit ekstrudert polystyren på omtrent 26x26x65mm for å oppnå positiv flyteevne. Det ble blandet inn grønt fargestoff i støpemassen og sensorfiskene ble i tillegg markert med rød eller sølvfarget reflektiv tape for lettere gjenfangst i lagringstankene.

I bildet (Figur 11) under kan man se en av de ferdige sensorfiskene som ble bruk i disse forsøkene. Figuren nedenfor illustrerer hvordan sensorene ble festet i fiskepumpen Figur 12.



*Figur 11. Sensorfisk med refleksbånd.*



*Figur 12. Fiskepumpa på fangstfartøyet (bilde til venstre) og hvor sensorfiskene ble festet er markert med grønt (tegning til høyre). (Foto og tegning: Aleksander Eilertsen, SINTEF Fiskeri og havbruk)*

## 2.7.4 Gjennomføring

### *Undersøkelser ombord vedrørende innfestning av sensorfisk*

Det ble tatt med 18 sensorfisker ombord på fangstfartøyet, samt seks "dummy"-fisker (disse logget ikke). Mens fartøyet fremdeles lå til kai, ble disse "dummy"-fiskene brukt for å teste ut hvordan sensorfiskene kunne festes. For å gjennomføre forsøkene måtte sensorfiskene plasseres inn i pumpen før pumpen ble senket ned i pumpen. Ulike metoder ble testet ut mht hvordan sensorfiskene skulle festes til pumpen. En metode gikk ut på å knyte fast sensoren til pumpen i håp om at pumpen ville være strek nok til å slite hyssingen sensoren satt i under selve pumpingen. Det ble også testet å teipe fast "dummy"-fisk på tre forskjellige måte. Den eneste metoden som fungerte var å teipe fisken på innsiden av pumpen før den ble senket ned i vannet. I samråd med mannskap og fiskeridirektoratet ble det bestemt at denne metoden ble benyttet. Ulempen med denne metoden var at det ikke var plass til mer enn tre sensorfisk om gangen. Det var i utgangspunktet meningen å bruke seks sensorfisker per pumping, men det ble bestemt at kun tre fisker var det som var mulig å få til. Det tok ca 20 min å montere sensorfiskene, dvs. å få pumpen opp på dekk og montere sensorfiskene og føre pumpen ned i nota igjen.

### *Gjennomføring på sjøen*

På vei ut til fiskefeltet ble sensorfisken nøye sjekket for å sikre at de fungerte tilfredsstillende. Det ble sjekket at de var helt tomme og klar for armering. Da vi var kommet ut på fiskefeltet ble sensorfisken armert. Da fangsten var ved skutesiden og fartøyet var klar for å begynne pumpingen ble sensorene festet. For å aktivere dem ble de slått hardt i alle aksene. Det hadde sannsynligvis vært en fordel at sensorfiskene hadde vært festet til pumpen før fisken var ved skutesiden grunnet tidsaspektet (20 min forsinkelse med festing av sensorene), men pga at det var en fare for at teipen løsnet ønsket man å vente med å feste sensorfiskene til rett før pumpingen skulle starte.

Det ble festet tre sensorfisker for å dokumentere kreftene fisken blir utsatt for ved ombord pumping. Det ble observert at den ene sensorfisken ble pumpet om bord, mens de to andre ble funnet i lasterommet ved lossing.

Da omtrent halve fangsten var pumpet om bord ble det gjort klart for overpumping. Mens mannskapet jobbet med å koble opp overpumpingsslangen ble pumpen tørket innvendig med klut og gassbluss. Det ble ikke helt tørt – men det var mulig å feste sensorene noenlunde. Fire sensorer ble festet denne gangen. Pumpen ble løftet rolig over ripen på fartøyet og senket ned i noten. Det ble da observert at en av sensorfiskene løsnet og forsvant ut på havet. Tre sensorfisker ble pumpet til overpumpingsfartøyet.

Siden sensorfiskene var godt blandet med resten av fisken var det ikke mulig å plukke den ut før lossingen begynte (dog det var en sensorfisk fra overpumpingsfartøyet som ble funnet og plukket ut av sil-kassen under overpumping).

Da pumping og overpumping var unnagjort ble det aktivert ytterligere fire sensorfisker. Det ble plassert to sensorfisker i hver av lagringstankene ombord på fangstfartøyet.

### *Lossing av fangsten*

Da det ikke var mulig å feste mer enn tre sensorfisker under pumping (per forsøk) var det fremdeles igjen noen ubrukte sensorfisker. Disse ble tatt i bruk under lossingen. To sensorfisker ble armert og aktivert, og sluppet ned i lagringstankene sammen med fisken. Både sensorfiskene som ble benyttet under ombordpumping, i lagringstankene, samt under lossing; ble alle sammen plukket ut av mottakskaret hos landanlegget.

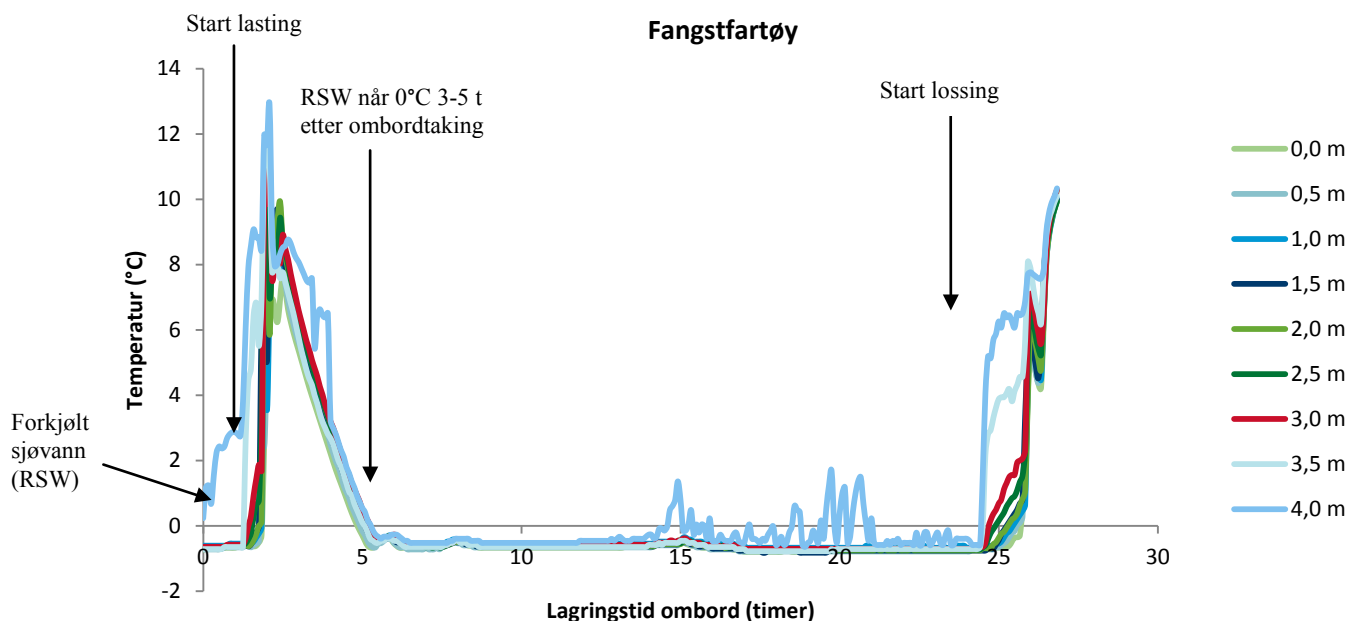
### 3 Resultater

#### 3.1 RSW-kjøling av fangsten

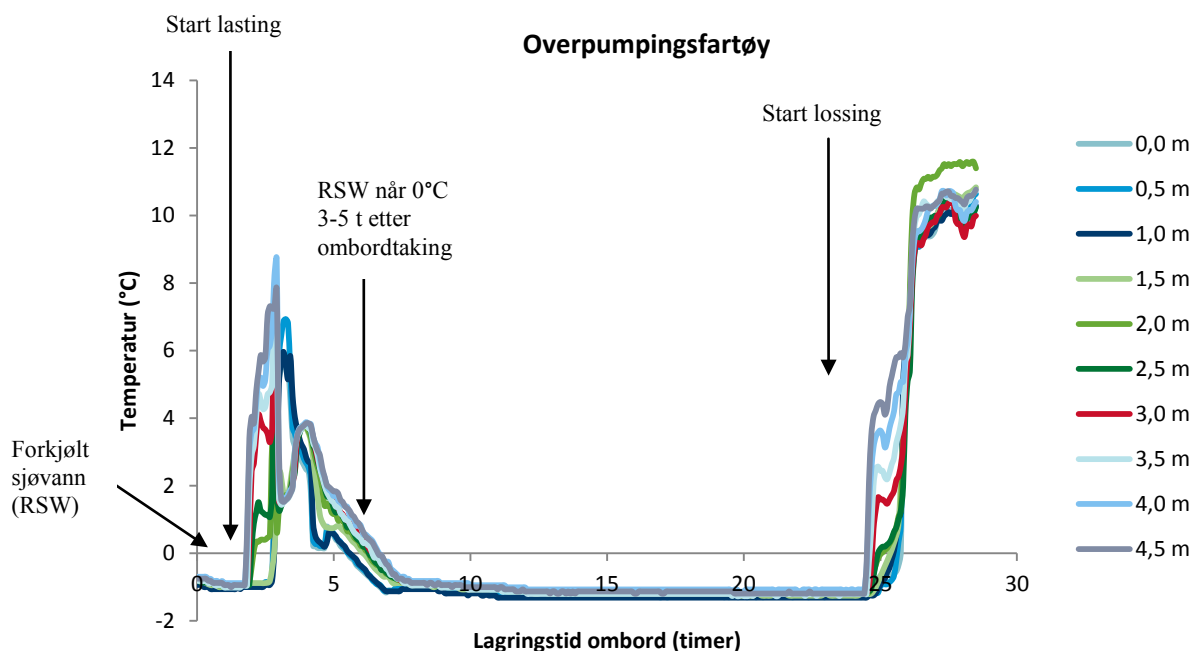
Temperaturer ble logget i forskjellige sjikt, med 0,5 meters mellomrom, i en RSW-tank ombord på hvert av fartøyene under hele forskningstoktet (Figur 13 og Figur 14). Det tok mellom 3 og 4 timer før temperaturen i lagringstankene hos fangstfartøy og overpumpingsfartøy var 0°C eller lavere etter at fisken var lastet ombord. Det tok ca like lang tid å kjøle ned fisken til 0°C på begge fartøyene.

Dersom en ser bort ifra den øverste temperaturloggeren hos fangstfartøyet (4 m) tok det ca like lang tid å senke temperaturen i bunnen som i toppen av lagringstanken. Den øverste temperaturloggeren på 4,0 m ser ut til å vippe mellom sjiktet med fisk og vann og sjiktet med luft, og holder en mer ustabil temperatur. Hos overpumpingsfartøyet var derimot alle temperaturloggerne dekket med vann og fisk, og som hos fangstfartøyet tok det like lang tid å senke temperaturen i bunnen som i toppen av lagringstanken.

Lagringsbetingelsene hos de to fartøyene var ulike. Ser en bort i fra den øverste loggeren hos fangstfartøyet holdt fremre babord tank en gjennomsnittlig temperatur på rundt -0,6°C etter nedkjøling. Andre styrbord tank hos overpumpingsfartøyet holdt derimot en noe lavere temperatur på rundt -1,13°C. Forskjellen i kjøletemperatur henger sammen med forskjellen i fyllingsgrad hos de to tankene, der fangstfartøyet hadde en mye høyere fyllingsgrad sammenlignet med overpumpingsfartøyet (80 % mot 40 %). Loggen fra fartøyenes egne temperatursensorer er gitt i Vedlegg 4 og 5.



**Figur 13.** Temperaturloggere fra fremre babord tank (80 % fyllingsgrad) ombord på fangstfartøyet. Hvert av plottene i figuren representerer en temperaturlogger plassert langs vaieren fra bunnen (0m) til toppen (4m) av lagringstanken med 0,5 m mellom hver av loggerne.



**Figur 14.** Temperaturloggere fra 2 styrbord tank (40 % fyllingsgrad) ombord på overpumpingsfartøyet. Hvert av plottene i figuren representerer en temperaturlogger plassert langs vaieren fra bunnen (0 m) til toppen (4,5 m) av lagringstanken med 0,5 m mellom hver av loggerne.

### 3.2 Fiskevekt

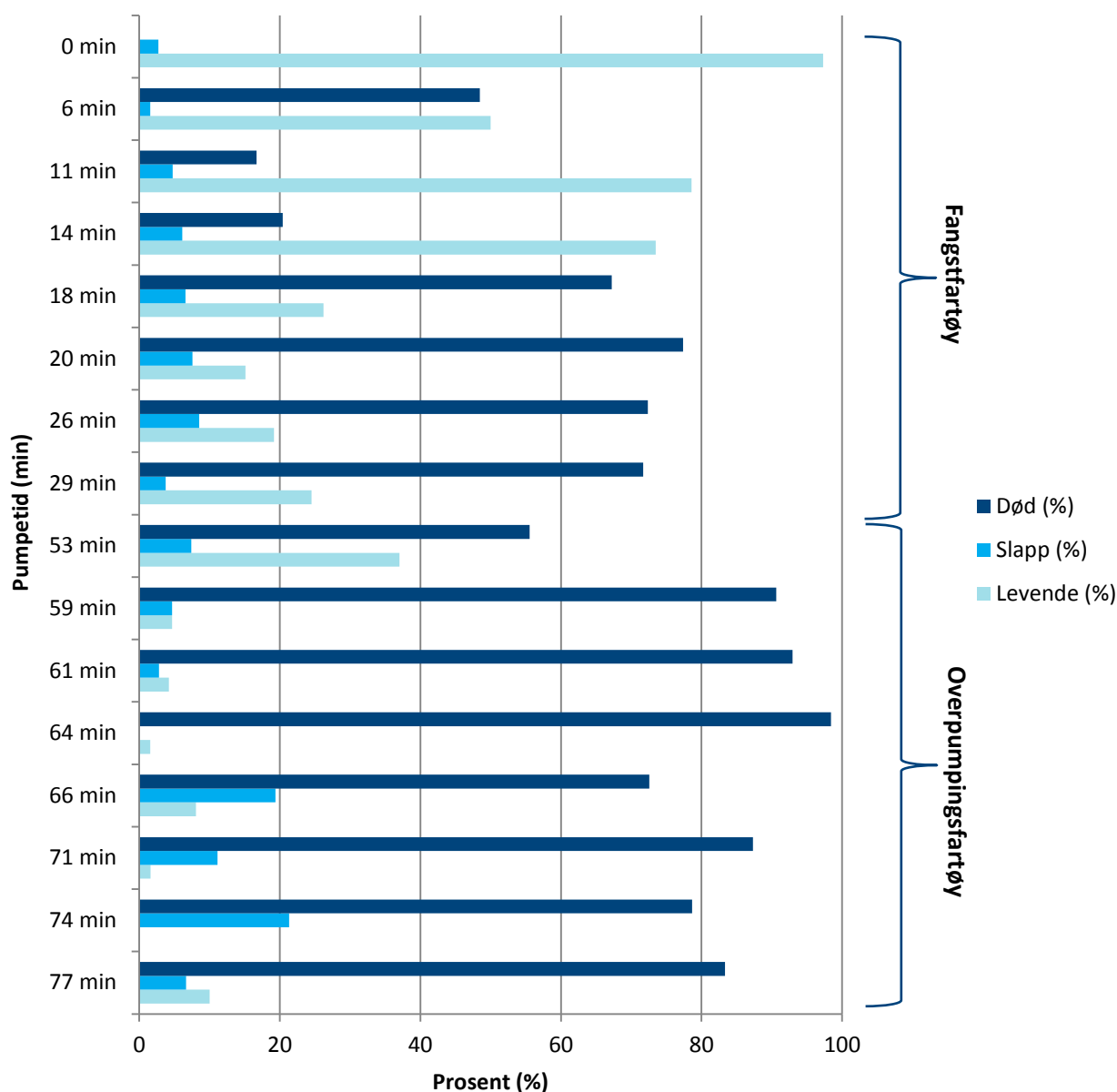
På sluttsedlene ble det oppgitt at makrellen hadde en gjennomsnittlig rundvekt på 370 og 367 gram landet av henholdsvis fangstfartøyet og overpumpingsfartøyet. Overpumpingsfartøyet hadde makrell med en noe lavere gjennomsnittsvekt enn det som ble lastet ombord på fangstfartøyet. Et utvalg av vektprøver som er tatt av mannskapet er gitt nedenfor.

**Tabell 5.** Vektfordelingen av fangsten hos fangstfartøy og overpumpingsfartøy med tidspunkt for prøvetaking i avsilingssonen, antall prøver, totalvekt og gjennomsnittsvekt.

Fangstfartøy			
Tidspunkt	Antall	Vekt (kg)	Gjennomsnittsvekt (kg)
19:39	55	20,072	0,365
19:53	54	20,054	0,371
19:58	53	20,116	0,380
20:05	17	5,98	0,352
<b>Sum</b>	<b>179</b>	<b>66,222</b>	<b>Gjennomsnitt 0,367</b>
Overpumpingsfartøy			
20:47	44	15,975	0,355
20:54	66	23,5	0,351
21:00	68	23,805	0,345
<b>Sum</b>	<b>178</b>	<b>63,28</b>	<b>Gjennomsnitt 0,350</b>

### 3.3 Overlevelsesrate

Overlevelsesraten avhenger trolig av flere faktorer som værforhold, størrelse på kastet, tid i nota før ombordtaking og hvor skånsom ombordtakingen er. Overlevelsesraten til makrell er presentert i Figur 15 og viser at overlevelsesraten til makrellen forandret seg avhengig av tid etter ombordtaking. Figuren viser også at fisken begynte å dø ut 6 minutter etter pumping for deretter å øke med tiden (gjelder ikke de 14 første minuttene). Etter 18 minutter var over 60 % eller mer av fisken død. Ved pumping ombord til overpumpingsfartøyet var det meste av fisken død (>80 %). Dødeligheten øker med tida fisken står i nota. Lignende resultater er vist for makrell pumpet fra ringnot (Digre et al 2004) og tidligere forsøk med overpumping av makrell fra kystnot (Digre og Aursand, 2013, Aursand et al, 2014).



**Figur 15.** Overlevelsesraten til makrell ombord på fangstfartøy (0-29 minutter etter pumpestart, n=30-75) og overpumpingsfartøy (53-77 minutter etter pumpestart, n=30-75). Uttakene er tatt fra toppen av silkassen i avsilingssonen. Prøvene ble tatt ut under ombordtaking av fisk.

### 3.4 Fangstskader og vurdering av rigor på rund makrell

#### 3.4.1 Fangstskader og rigor etter pumping

Oversikt over fangstskader og prosentvis antall fisk i rigor for rund makrell fra fangstfartøy og overpumpingsfartøy rett etter pumping er vist i Tabell 6. En til to timer etter ombordpumping var de fleste fiskene hos både fangstfartøyet og overpumpingsfartøyet i rigor (hhv. 73 % og 80 %).

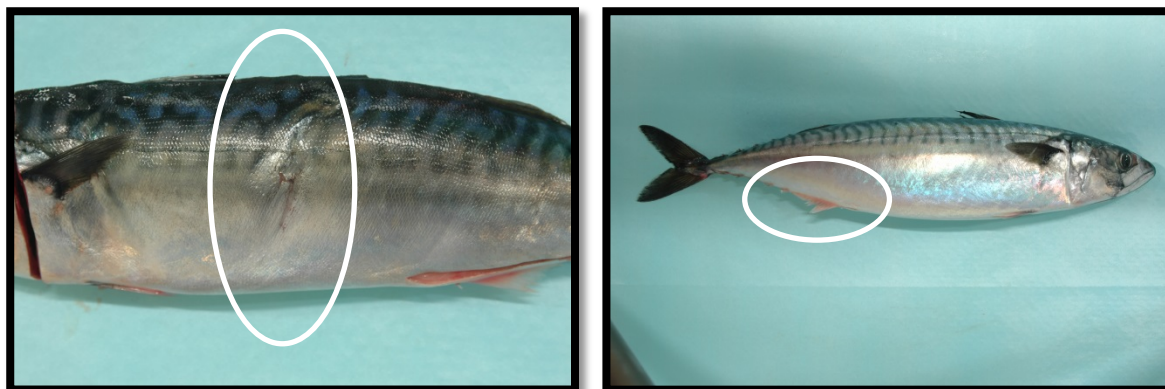
**Tabell 6.** Oversikt over fangstskader og %-vis antall fisk i rigor for rund makrell sensorisk vurdert etter ombordtaking på fangstfartøy (uttak 0-29 min etter at pumpingen startet, n=30-71) og på overpumpings-fartøy (uttak 53-77 min etter at pumpingen startet, n=39-62).

Pumpetid	Skader skinn (%)	Skader finner (%)	Liten klemskade (%)	Blod på skinn (%)	Blod på øyne (%)	Blod på gjellelokk (%)	Blod på finner (%)	Rigor (%)
<b>Fangstfartøy</b>								
19:44	8	92	5	3	13	8	97	51
19:50	3	79	9	6	15	18	97	81
19:55	14	69	5	0	7	19	90	79
19:58	6	84	4	0	12	16	100	78
20:02	10	89	5	2	11	13	95	75
20:04	6	94	4	0	9	19	83	70
20:10	4	89	0	4	11	21	77	81
20:13	6	89	2	6	15	28	100	70
<b>Gjennomsnitt (%)</b>	<b>7,0</b>	<b>85,7</b>	<b>4,2</b>	<b>2,5</b>	<b>11,7</b>	<b>17,8</b>	<b>92,5</b>	<b>73,0</b>
<b>Overpumpingsfartøy</b>								
20:37	39	94	2	20	30	80	100	61
20:43	55	100	6	31	34	92	94	86
20:45	52	97	14	68	42	92	92	70
20:48	50	97	3	48	19	91	89	77
20:50	35	97	10	74	47	100	100	48
20:55	44	87	6	60	41	90	95	67
20:58	35	96	21	45	53	92	92	55
21:01	43	97	13	67	53	93	93	80
<b>Gjennomsnitt (%)</b>	<b>44,2</b>	<b>95,7</b>	<b>9,5</b>	<b>51,8</b>	<b>40,0</b>	<b>91,2</b>	<b>94,4</b>	<b>68,0</b>

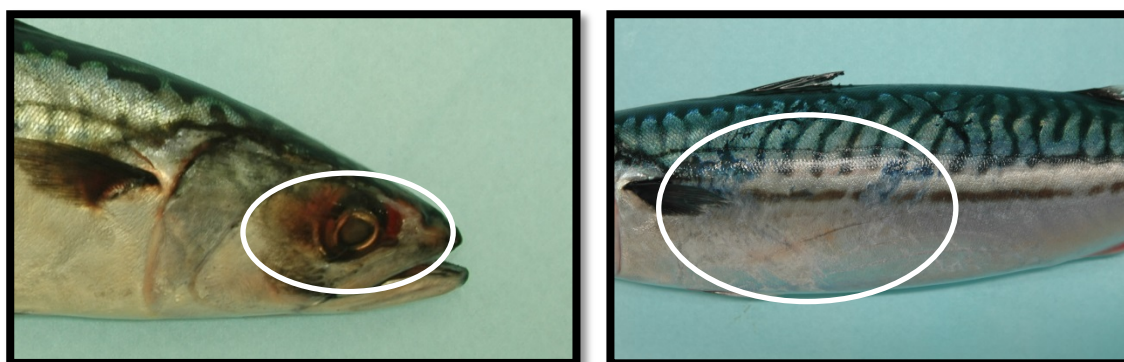
Det var forskjeller i andelen fangstskader hos de to fartøyene og overpumpingsfartøyet ble funnet å ha en høyere andel skader. Spesielt gjaldt dette parameterne: skader på skinn, blod på skinn, blod på øyne og blod på gjellelokk, hvor en mye høyere andel hos overpumpingsfartøyet var skadet. Disse forskjellene var såpass store at det sannsynligvis ikke skyldes subjektive forskjeller mellom personene som evaluerte skadene. Nedenfor vises bilder av ulike skader hos makrell (Figur 16 og Figur 17).

Grunnen til at fiskene fra overpumpingsfartøyet hadde en høyere andel skader kan være flere. Fisken ble liggende lenge i nota før den ble pumpet ombord på overpumpingsfartøyet (1 time og 15 min før overpumpingen startet, mot 25 min før fisken ble pumpet ombord på fangstfartøyet – tida beregnet fra fisken lå ved skutesiden). I tillegg ble pumpeprosessen gjennomført raskere for den overpumpa fisken (pumpehastighet 8,6 tonn/min) enn for fisk pumpet ombord på fangstfartøyet (pumpehastighet 6,7 tonn/

minutt). Videre viser resultatene fra G-kraftloggerne (se kap. 4.7) at overpumping gir en økt påkjenning på fisken, samt et noe "berg- og dalbane" forløp for den overpumpet fisken (illustrert i Figur 5). Dette vil kunne påføre fisken mer skader.



**Figur 16.** Eksempler på redskapsskader; venstre bilde - makrell med klemskade (score 1 vedlegg 1), høyre bilde – makrell med blod på finner (foto: SINTEF Fiskeri og havbruk).



**Figur 17.** Eksempler på redskapsskader; venstre bilde - makrell med blod på øyne, høyre bilde – makrell med skader på skinn (foto: SINTEF Fiskeri og havbruk).

### 3.4.2 Fangstskader etter lagring

Oversikt over fangstskader for rund makrell fra fangstfartøy og overpumpingsfartøy etter lagring i RSW-tanker i ca. 22-39 timer før lossing er vist i Tabell 6. Det ble observert en del fangstskader på begge fartøyene, hvor overpumpingsfartøyet ble funnet å ha en høyere andel skader på følgende parameter: skader på skinn, blod på skinn, blod på gjellelokk og blod på finner. For parameterne skader på finner, liten klemskade, stor klemskade og blod på øyne ble det ikke observert store forskjeller i skader mellom fartøyene. Den høyere andelen av fangstskader hos overpumpingsfartøyet ved lossing av fangsten samsvarer også med de observerte fangstskadene ved ombordpumping av fangsten.

Bloduttredelser på øyne økte etter lagring i RSW for fisk fra fangstfartøyet (fra 12 % til 25 %), noe som stemmer overens med resultater fra tidligere forsøk med overpumping med makrell (Digre og Aursand, 2013) og forsøk med NVG-sild (Aursand et.al 2011). For overpumpingsfartøyet ble dette derimot noe redusert fra 40 % til 28 %.

Det ble funnet en høyere andel fisk med fangstskader hos overpumpingsfartøyet enn ved tidligere forsøk med overpumping av makrell (Digre og Aursand 2013, Aursand et.al 2014). Dette gjelder blant annet skade på skinn, blod på skinn, blod på øyne, blod på gjellelokk og blod på finner. Andelen skader på skinn ble funnet å være hele 5-15 ganger høyere enn ved tidligere undersøkelser av fangstskader ved landing.

**Tabell 7.** Oversikt over fangstskader for rund makrell ved lossing. Fangsten var lagret i RSW-tanker i ca. 22-39 timer før sensorisk vurdering hos fangstfartøy (n=44-70) og overpumpingsfartøy (n=56-65). Lossing av tank 1B og lossing 1 ble gjennomført den 21.09 og de resterende den 22.09 hos begge fartøyene.

Lagringstank Tid ved evaluering	Skader skinn (%)	Skader finner (%)	Liten klemskade (%)	Stor klemskade (vrak) (%)	Blod på skinn (%)	Blod på øyne (%)	Blod på gjellelokk (%)	Blod på finner (%)
<b>Fangstfartøy</b>								
21.09, 18:30	3	91	4	1	1	16	10	43
21.09, 19:25	3	84	0	0	0	30	8	57
21.09, 19:52	6	66	4	0	0	21	6	36
22.09, 08:49	7	80	0	0	0	16	2	39
22.09, 09:50	2	85	0	2	0	27	4	31
22.09, 10:55	4	84	7	2	0	39	5	39
<b>Gjennomsnitt (%)</b>	<b>4,1</b>	<b>81,8</b>	<b>2,6</b>	<b>0,9</b>	<b>0,2</b>	<b>24,8</b>	<b>6,0</b>	<b>40,8</b>
<b>Overpumpingsfartøy</b>								
21.09, 18:35	54	100	7	0	16	9	70	71
21.09, 19:40	53	98	3	0	25	29	73	86
21.09, 21:15	42	100	0	0	14	24	68	88
22.09, 07:30	37	100	3	0	15	31	48	68
22.09, 08:40	33	100	8	0	20	38	57	63
22.09, 10:15	43	100	10	0	22	38	58	67
<b>Gjennomsnitt (%)</b>	<b>43,6</b>	<b>99,7</b>	<b>5,3</b>	<b>0,0</b>	<b>18,8</b>	<b>28,2</b>	<b>62,2</b>	<b>73,9</b>

### 3.5 Åteinhold og enzymaktivitet

Kvalitetsforringelse av fisken som oppstår i perioder med rikelig tilgang til åte, spesielt tidlig i sesongen, kalles buksprenging. Det er et komplisert fenomen forårsaket av stor enzymaktivitet som bryter ned fiskens proteiner (bukhinna, magemuskulatur, tarmen, osv.). Intensiteten på enzymaktiviteten påvirkes av mengde og type av åte, temperatur i sjøen og på båten, fangstbehandling, lagringstid og i stor grad enzymatisk aktivitet i fiskens magesekk, tarm og magemuskulatur samt åte (Slizyte et al., 2013).

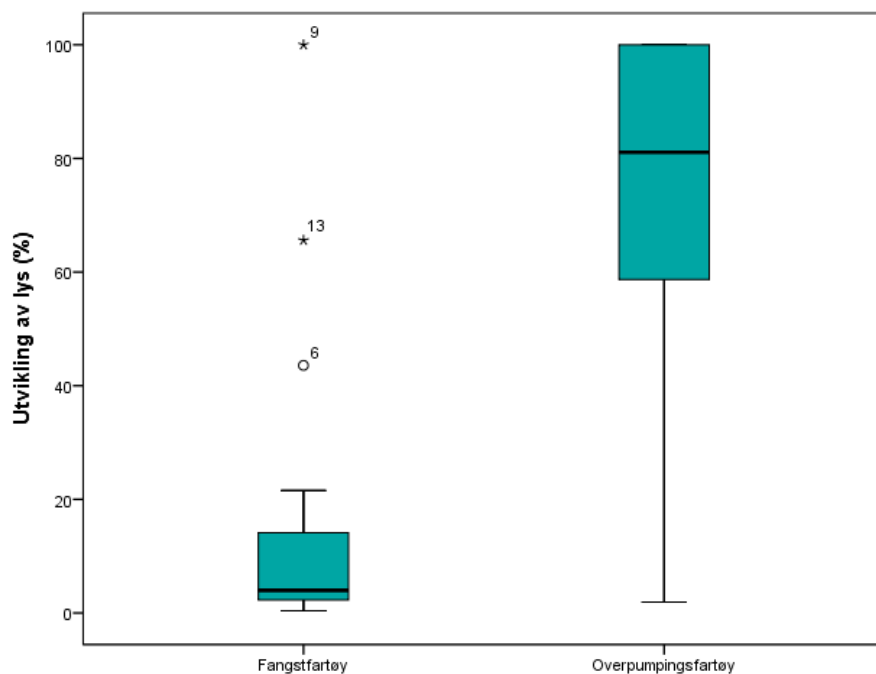
Åteinhold ble vurdert av forskerne ombord på de ulike fartøyene. For å være på den sikre siden ble det meldt inn på sildelaget sin auksjon et åteinhold på 2 for overpumpingsfartøy og 3 for fangstfartøy, dvs at fisken hadde bra med åte. Det ble imidlertid ikke observert noe særlig med åte i fisken av verken forskere eller mannskap.



Det ble funnet åte i magen hos alle fiskene som ble vurdert, med unntak av to fisk fra overpumpingsfartøyet. Ved vurdering av åte i tarm ble fangsten hos fangstfartøyet og overpumpingsfartøyet vurdert til å ha gjennomsnitt karakterer på henholdsvis 1,2 (n=80) og 1,5 (n=15), noe som tilsier at fisken var ca. halvfull med åte.

Mengden åte alene gir ikke en direkte indikasjon på sannsynligheten for buksprenging hos fisken, da det er fiskens fordøyelsesenzym som lekker ut i buken, og ikke åten selv som forårsaker buksprenging. Ved å benytte en objektiv målemetode for å estimere enzymlekkasje sammen med dagens subjektive skala som beskriver åte vil en få en mer nøyaktig informasjon om faren for buksprenging. En hurtigmetode, hvor man bruker et ATP-luminometer for deteksjon av enzymaktivitet av proteolytiske enzym i buken hos fisk, ble benyttet. Prinsippet for teknikken er at mengde adenosintrifosfat (ATP) i prøven blir målt ved hjelp av enzymet luciferase som produserer en lysenhet (et foton) per ATP molekyl. Ved høy enzymaktivitet vil enzymer fra fiskens fordøyelsessystem bryte ned luciferasen og hemme lysproduksjonen (Slizyte et al, 2013).

Ved måling av enzymaktivitet ble det funnet å være en høyere aktivitet i buken hos fisken fra fangstfartøyet enn hos overpumpingsfartøyet (se Figur 18). Av fisken hos overpumpingsfartøyet ble kun to fisk funnet å ha en stor sannsynlighet for buksprenging ved lagring. Til forskjell ble rundt halvparten av fisken hos fangstfartøyet funnet å ha det samme. De gjennomsnittlige verdiene for enzymaktivitet hos fartøyene antyder at fangsten var av god kvalitet, men med muligens en større sannsynlighet for buksprenging hos fisk fra fangstfartøyet under lagring. Metoden er fremdeles under utvikling, og resultatene er derfor noe usikre. Metoden er ønskelig å implementere som en objektiv metode for estimering av fare for buksprenging i pelagisk fisk i fremtiden.



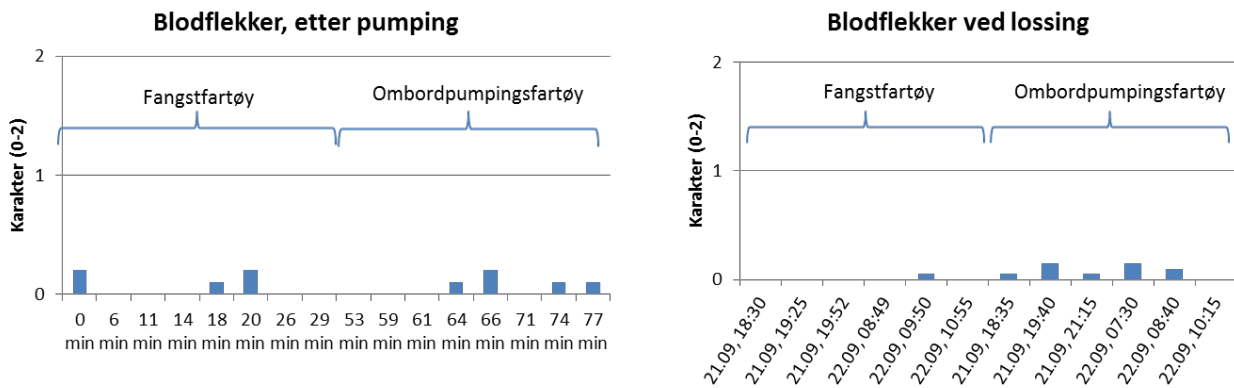
**Figur 18.** Box plott av enzymatisk aktivitet i makrell ca. 4 timer etter ombordtaking (n=15). Inkubasjonstid i prøverøret var en 1,5 time og 1 time for henholdsvis fangstfartøy og overpumpingsfartøy. Uteliggere er markert med \* og °.

### 3.6 Filetkvalitet makrell

Filetkvaliteten til håndfiletert makrell ble vurdert sensorisk ved to uttakspunkt; under ombordpumping og ved lossing. For at sammenligningen av kvaliteten skulle bli mest mulig korrekt ble også 20 fisk fra hvert av de to fartøyene transportert til SINTEF fiskeri og havbruk og vurdert etter islagring. En oppsummering er gitt under.

#### 3.6.1 Blodflekker

Ved sensorisk vurdering av blodflekker hos 160 håndfiletert fileter (80 på hvert fartøy) etter ombordpumping, ble det kun funnet tre fileter med blodflekker hos fangstfartøyet og fem fileter hos overpumpingsfartøyet (Figur 19). Ved sensorisk vurdering ved lossing av fangsten fra de ulike lagringstankene, 22-39 timer etter ombordpumping, var det også svært få blodflekker på filetene hos fartøyene. Dette må sies å være en ubetydelig andel blodflekker på fisken hos begge fartøyene, både ved ombordtaking, og etter lagring i RSW (ved lossing).



**Figur 19.** Sensorisk vurdering av blodflekker på håndfiletert makrell etter ombordpumping og lagring i RSW på fangstfartøy og ombordpumpingsfartøy.

#### 3.6.2 Konsistens

Ved sensorisk vurdering av konsistensen til makrellfiletene ble det observert en noe bløtere konsistens på filetene hos fangstfartøyet enn hos overpumpingsfartøyet. Den gjennomsnittlige konsistenskarakteren på de 200 filetene evaluert ved både pumping og lossing på fangstfartøyet var 0,4 mens den var 0,2 på overpumpingsfartøyet. Dette indikerer at fisken hadde god konsistens i begge tilfeller. Imidlertid kan forklaringen på forskjellene mellom fartøyene skyldes lagringsbetingelsene ombord som var ulik for de to fartøyene; 80% fyllingsgrad og gjennomsnittlig lagringstemperatur på  $-0,6^{\circ}\text{C}$  for fangstfartøyet og 40% fyllingsgrad og gjennomsnittlig lagringstemperatur på  $-1,13^{\circ}\text{C}$  for overpumpingsfartøyet. Forskjeller i lagringstemperatur kan ha bidratt til en raskere kvalitetsreduksjon, og bløtere fisk.

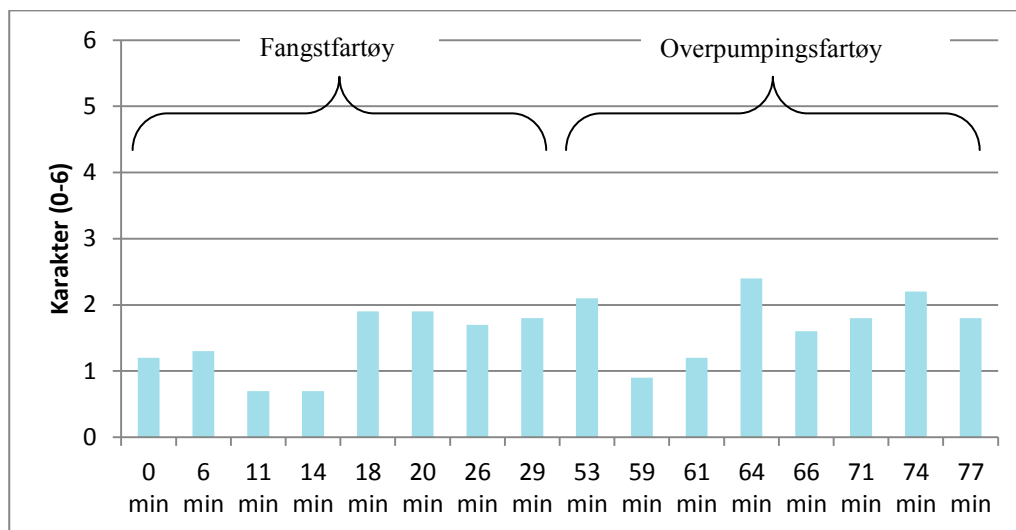
En annen faktor som vil ha betydning er at fisken ble evaluert av to forskjellige personer uten mulighet til å konferere med hverandre. Til tross for at personene som evaluerte fisken var "kalibrert" med hverandre, er det vanskelig å unngå forskjeller mellom personer ved subjektive vurderinger, spesielt ved vurdering av konsistens. Siden det ble benyttet objektive målinger av teksturen til fileten bør disse legges mer vekt på enn subjektiv vurdering av konsistensen.

### 3.6.3 Filetspalting

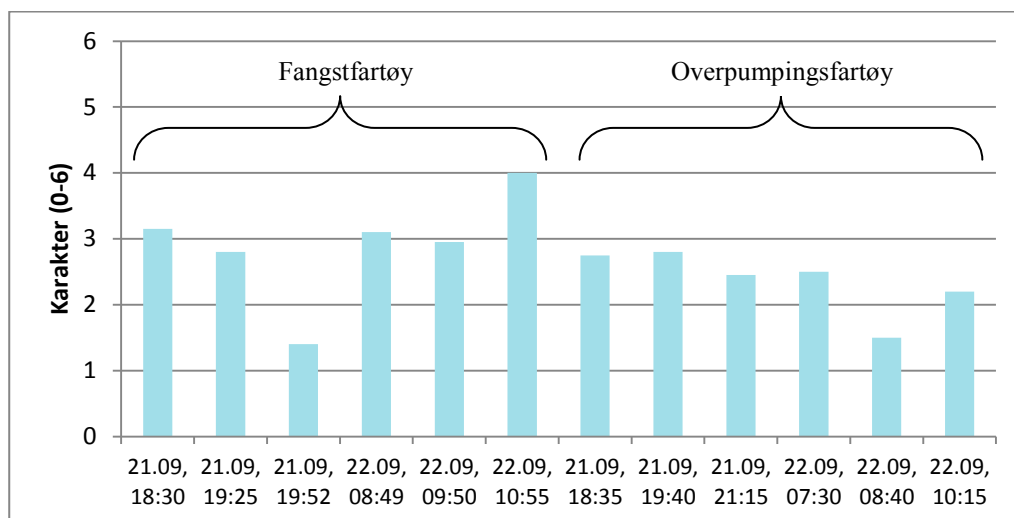
Høyrefiletten av ti fisk ble kvalitetsvurdert like etter filetering. Sensorisk vurdering av filetspalting (gaping) i håndfiletert makrell etter ombordpumping og etter lagring på RSW-tanker (ved lossing) er vist Figur 20 og Figur 21.

Sensorisk vurdering av fileter etter ombordpumping viser at utpreget eller ekstrem spalting (gaping score > 4) var så godt som fraværende i fangsten. En større andel av fangsten hadde imidlertid små spalter (gaping score 1 og 2). Det var ikke nevneverdige forskjeller mellom fisk som var pumpet direkte ombord på fangstfartøyet (gjennomsnittlig gaping score 1,4) og fisk som var overpumpet (gjennomsnittlig gaping score 1,8) når det gjelder filetspalting (Figur 20).

Resultatene fra sensorisk vurdering av filetspalting i håndfiletert makrell etter lagring i RSW-tanker viser at det var mer filetspalting etter lagring sammenlignet med rett etter pumping. Dette samsvarer med tidligere observasjoner fra forsøk med overpumping hvor filetspaltingen økte fra en gjennomsnittlig score på mellom 1 og 2 ved ombordpumping til mellom 2-4 ved lossing (Digre og Aursand, 2013). Ved lossing kan det se ut som filetene fra fangstfartøyet hadde en noe høyere andel spalting (gjennomsnittlig gaping score 2,9) sammenlignet med filet fra overpumpingsfartøyet (gjennomsnittlig gaping score 2,4, Figur 21). Dette skyldes sannsynligvis forskjellene i lagringstemperatur ombord (fangstfartøy -0,6°C, overpumpingsfartøyet -1,13°C). Bilder av fileter med ulike score for gaping er vist nedenfor (se Figur 22).



**Figur 20.** Sensorisk vurdering av filetspalting/gaping hos håndfiletert makrell vurdert etter ombordtaking for fangstfartøy og overpumpingsfartøy.



**Figur 21.** Sensorisk vurdering av filetspalting/gaping hos håndfiletert makrell ved lossing 21.09 og 22.09 for fangstfartøy og overpumpingsfartøy.



**Figur 22.** Gaping/spalting av makrell fileter med ulik score (0-6)

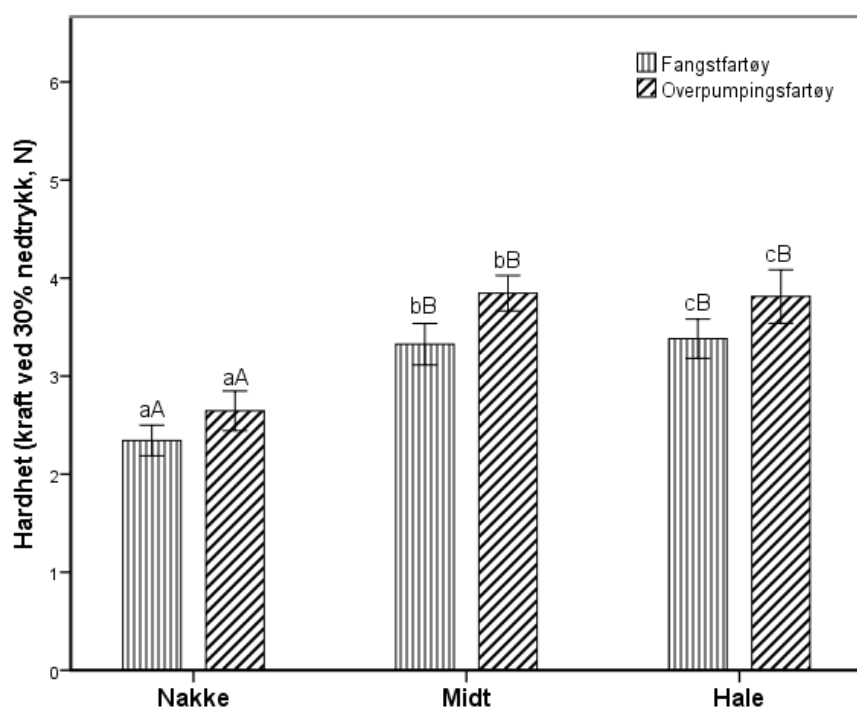
### 3.6.4 Tekstur, gaping og blodflekker på kjølelagret filet

Det ble gjennomført teksturanalyse av høyrefiletten til tyve fisk like etter filetering. Resultatene for hardheten til makrellfileter fra fangst- og overpumpingsfartøy med nedtrykk i hhv nakke-, midt- og haleparti er gitt i Figur 16.

Tykkelsen på fileten er i følge Hultmann og Rustad (2002) en viktig faktor i teksturmålingene. I deres studie ble det funnet at jo tynnere fisken var, desto hardere var den. Våre resultater stemmer overens med dette. Filetene fra overpumpingsfartøyet var gjennomsnittlig hardere (gjennomsnittlig hardhet 3,4 N) og tynnere (gjennomsnittlig filettykkelse 5,05 cm) enn filetene fra fangstfartøyet (tilsvarende verdier; gjennomsnittlig hardhet 3,0 N, gjennomsnittlig filettykkelse 5,46 cm). Forskjellene var signifikante ( $p=0,031$ ).

Gjennomsnittlig hardhet varierte fra 2,3 N (nakke), 3,3 (midt) og 3,4 N (hale) på filetene fra fangstfartøyet. Tilsvarende verdier for fileter fra overpumpingsfartøyet var henholdsvis 2,6 N, 3,9 N og 3,8 N. Disse verdiene ligger i samme område som tidligere studier av overpumping av makrell (Aursand et al., 2014). Det var ingen signifikante forskjeller mellom filetene fra fartøyene ved de ulike lokaliseringene, men nakkepartiet hadde signifikant laveste gjennomsnittlige hardheten ( $p < 0,05$ ) sammenlignet med midten og halepartiet av fisken hos både fisk fra fangst- og overpumpingsfartøyet. Det ble ikke funnet noen forskjeller mellom hardheten på midten og halepartiet av filetene.

Evaluerings av gaping/filetspalting og blodflekker på kjølelagret filet ( $n=20$ ) ga følgende resultater: Filetene fra fangstfartøyet hadde kun en blodflekk, mens 3 fileter fra overpumpingsfartøyet hadde en blodflekk hver. Gjennomsnittlig spalting/gaping score var 3,2 for filetene fra begge fartøyene.



**Figur 23.** Tekstur målt som hardhet av makrellfilet ved nedtrykk til 30 % av prøvetykkelsen. Sammenlikning mellom ulike steder på fileten mellom fisk fra fangstfartøyet og overpumpingsfartøyet. Gjennomsnitt  $\pm$  standardfeil ( $n=20$ ),  $p < 0,05$ .

### 3.7 Evaluering av fangsthåndtering med G-kraftloggerne

Data fra MSR 145-loggerne ble hentet inn via MSR's medfølgende programvare og ved hjelp av forsøkslogg og videoopptak ble de interessante hendelsene i dataseriene identifisert. Loggerne registrerte fire parametere: Akselerasjon i x, y og z-retning, samt temperatur.

Akselerasjonen blir i disse loggerne registrert med fortegn, altså med +/-1G som nullområde, avhengig av loggerens posisjon relativt jordens gravitasjonsfelt, som gir et maksimalt utslag på 1G.

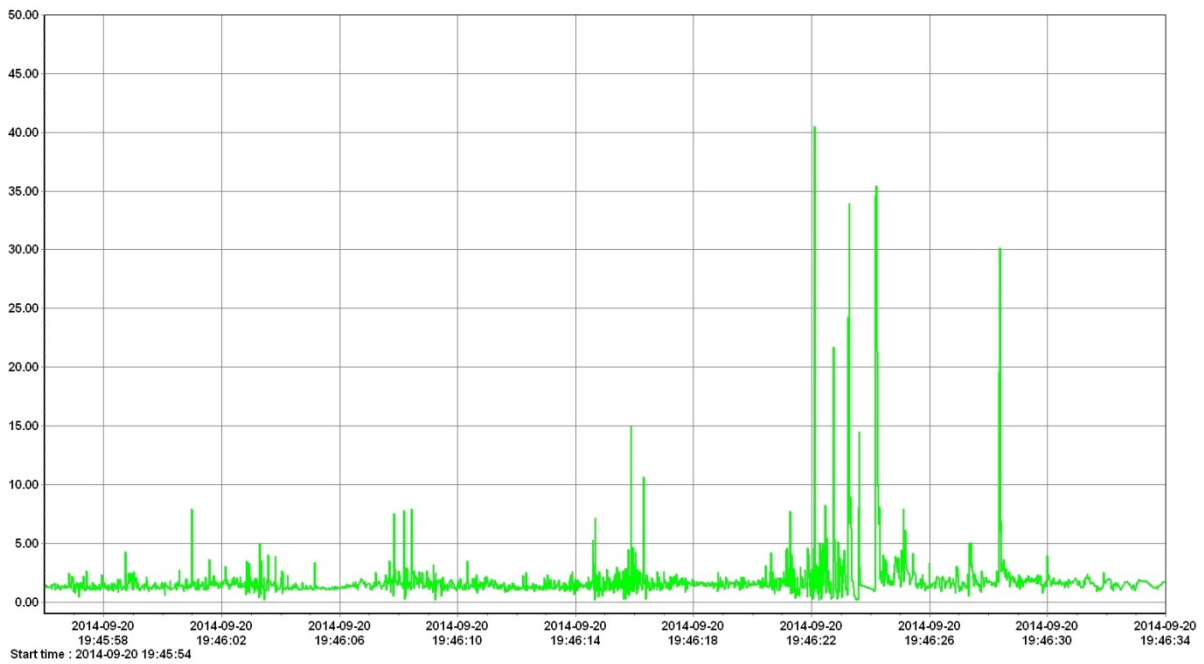
For alle figurer med akselerasjonsdataene følger det at hver akse er gjort om til absoluttverdier, for deretter å summeres. Dette gjøres for å finne ut hvor mye absolutte krefter sensoren har vært utsatt for. Det er derfor summen av akselerasjonskreftene, fra sensorens alle tre akser, som er vist i plottene nedenfor (Figur 23 - Figur 32). Det er ikke mulig å vite hvilken orientering sensorfiskene har hatt ved et hvert tidspunkt, noe som betyr at man ikke kan si hvilken av aksene som er gravitasjon om alle aksene registrere 1G. Så hvilke akser som er mest interessant er svært vanskelig å analysere. Men det er faktisk ikke så interessant – det som forteller oss mer er at sensorfiskene på det tidspunkt faktisk var påført til sammen 3G. Summen av alle tre aksene vil uansett være en bedre indikator for hvilke krefter fiskene blir utsatt for i realiteten gjennom transportsystemet.

2 sensorfisker ble brukt og gjenfunnet for hver av de fire forskjellige scenarioene:

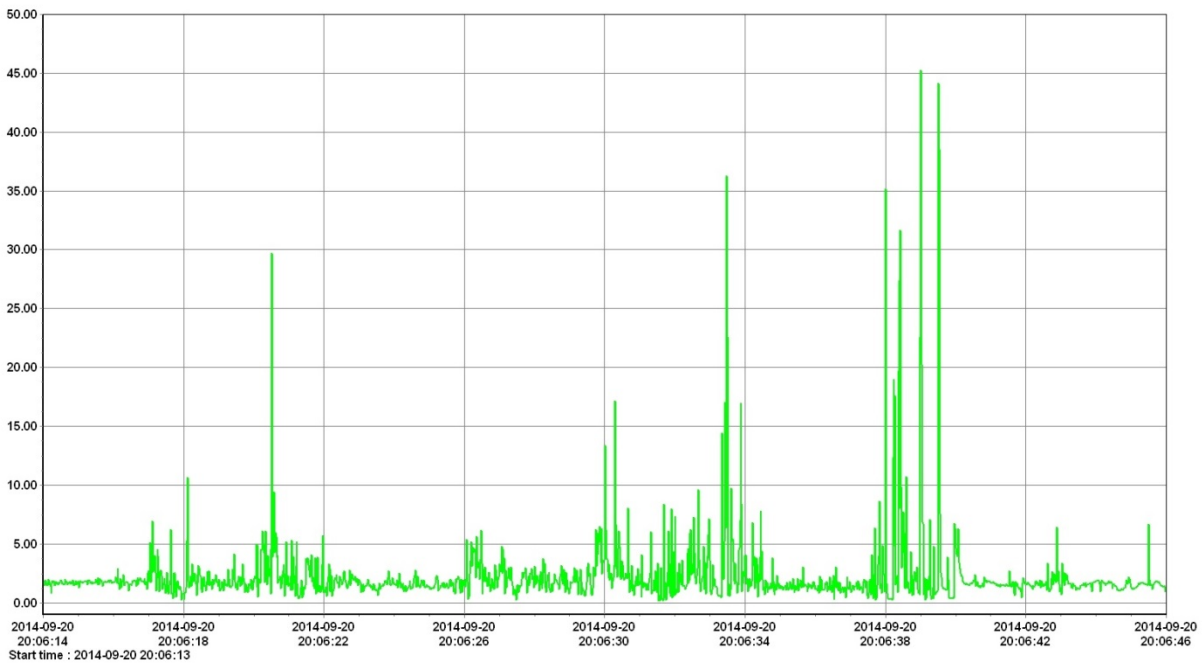
- a) Pumping fangstfartøy (se Figur 23 og Figur 24)
- b) Overpumping (se Figur 25 og Figur 26)
- c) Lossing (se Figur 27 og Figur 28)
- d) Transport (2 sensorfisker i hver transporttank – totalt 4, se Figur 29 - Figur 32)

I scenario a, b og c ble loggerne benyttet med høyeste loggefrekvens: 50Hz. Ved logging av transport (scenario d) ble det nødvendig, på grunn av batteri- og minnekapasitet, å gå ned til 10Hz. Dette er uansett uproblematisk med tanke på at transport/langtidsloggingen har et relevant tidsspenn på flere timer, mens pumpesekvensene kun har tilsvarende tidsspenn på sekunder/minutter. I tillegg vil sensoren akkumulere kreftene den blir utsatt for inntil den lagrer tallet i loggerens minne, slik at summen av kreftene fortsatt er korrekt, men tidsdiskretiseringen blir grovere. Denne informasjonen er imidlertid ikke tilgjengelig i loggerens datablad.

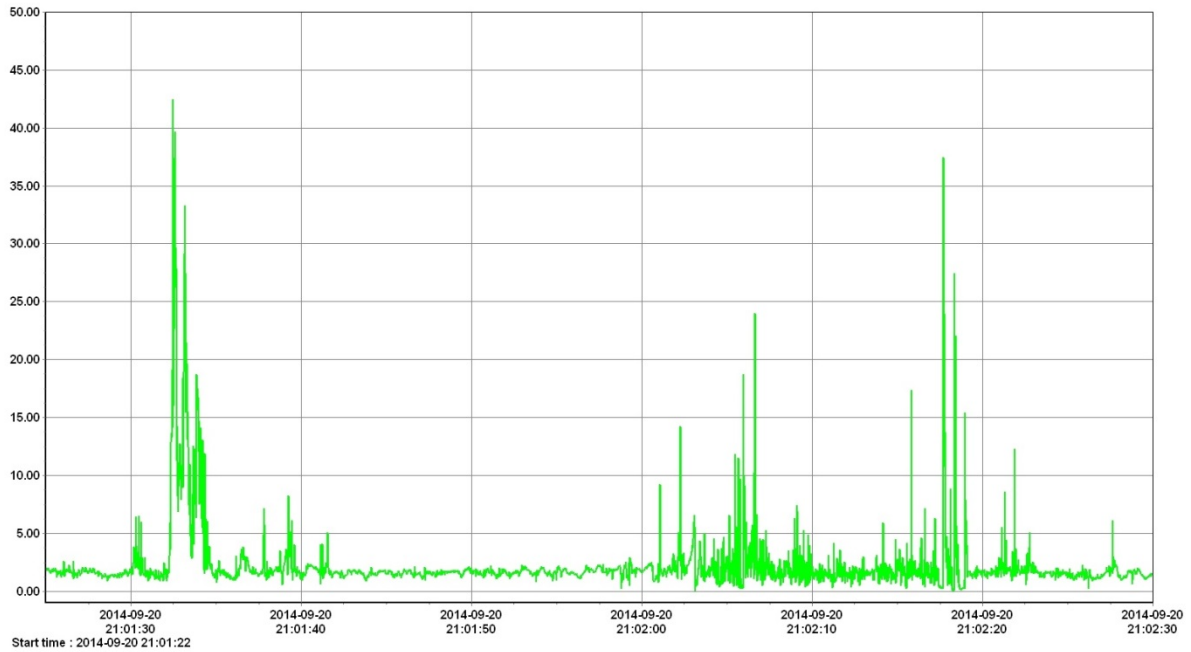
Resterende sensorfisker (8 stk.), ble enten ikke benyttet eller ble ikke gjenfunnet.



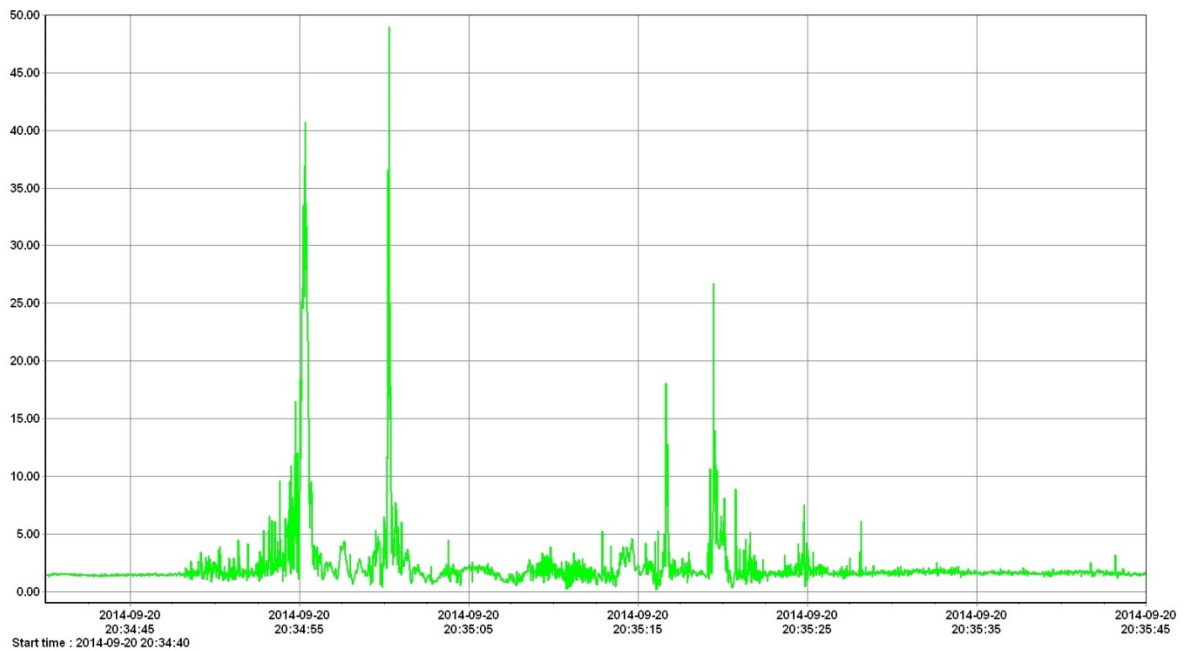
**Figur 24.** Pumping til fangstfartøy #1 (y-aksen: G-kraft, x-aksen: YEAR-MM-DD HH-MM-SS)



**Figur 25.** Pumping til fangstfartøy #2 (y-aksen: G-kraft, x-aksen: YEAR-MM-DD HH-MM-SS)

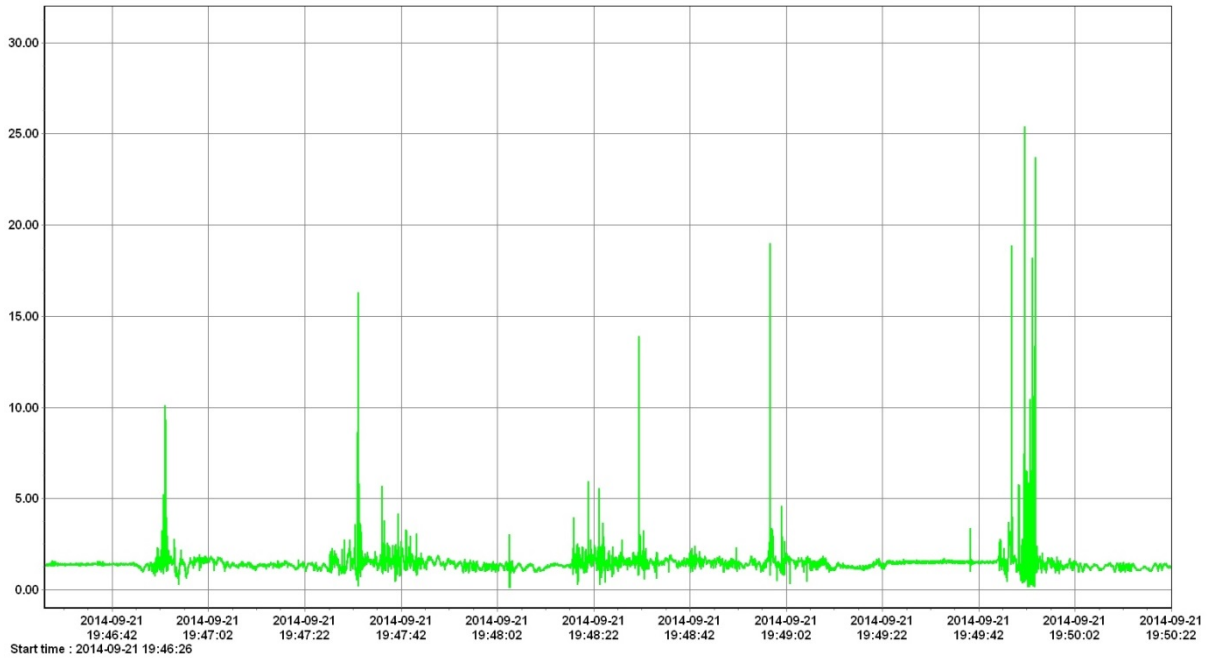


**Figur 26.** Overpumping #1 (y-aksen: G-kraft, x-aksen: YEAR-MM-DD HH-MM-SS)

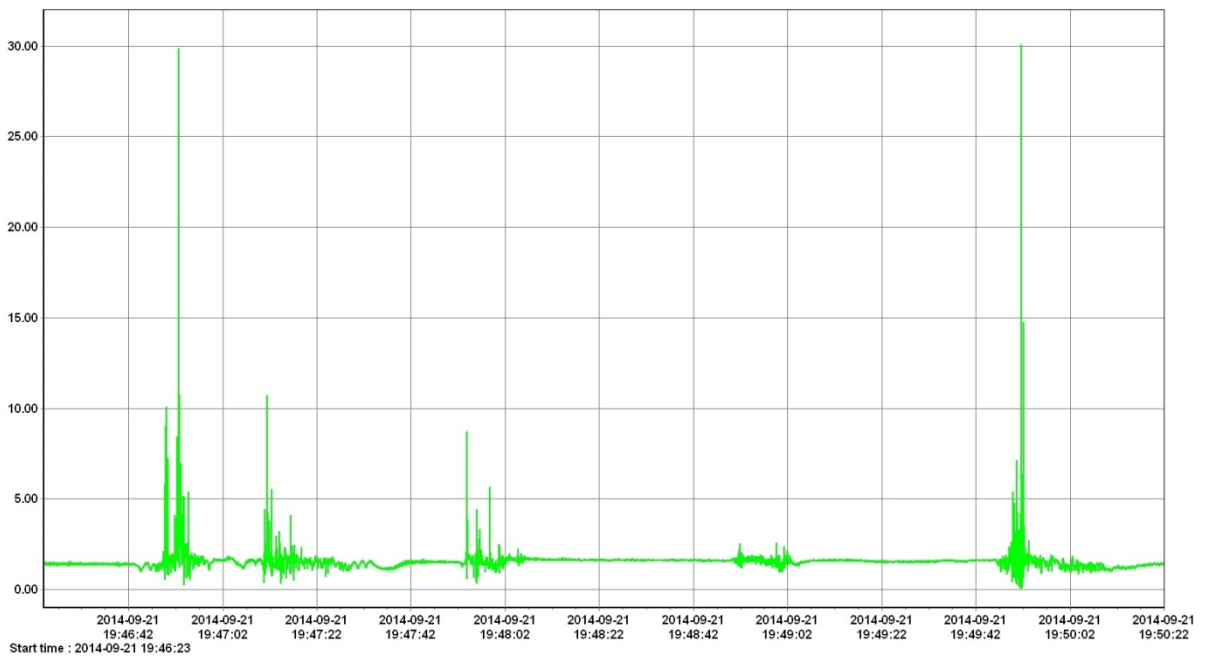


**Figur 27.** Overpumping #2 (y-aksen: G-kraft, x-aksen: YEAR-MM-DD HH-MM-SS)

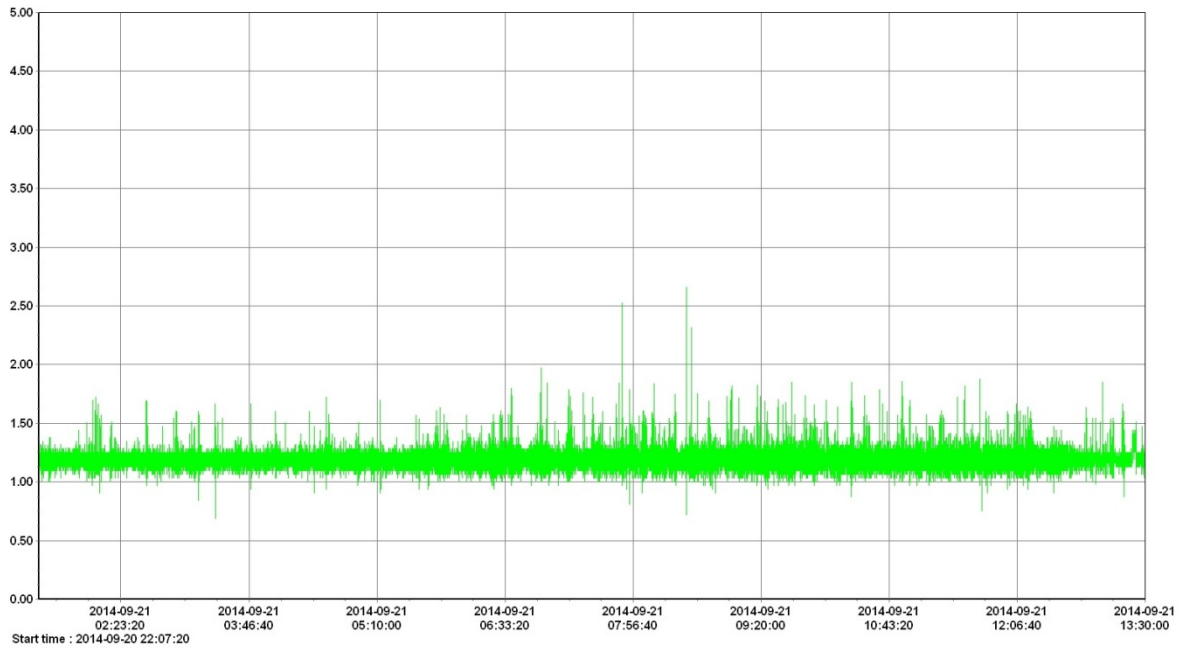




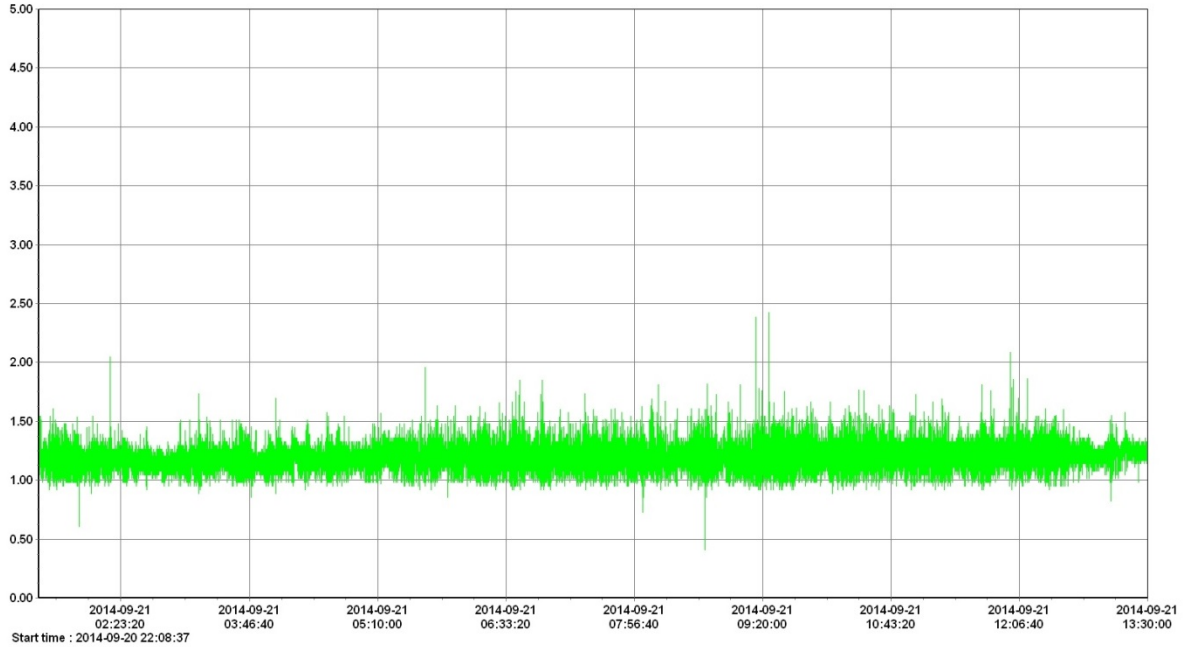
**Figur 28.** Lossing #1 (y-aksen: G-kraft, x-aksen: YEAR-MM-DD HH-MM-SS)



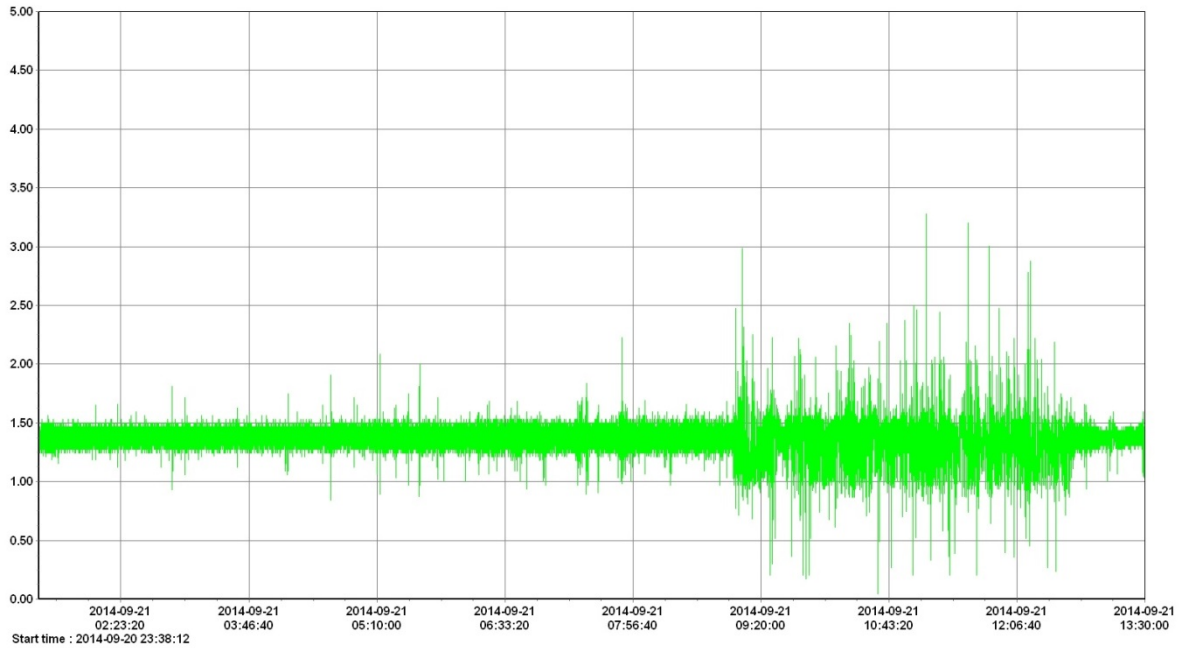
**Figur 29.** Lossing #2 (y-aksen: G-kraft, x-aksen: YEAR-MM-DD HH-MM-SS)



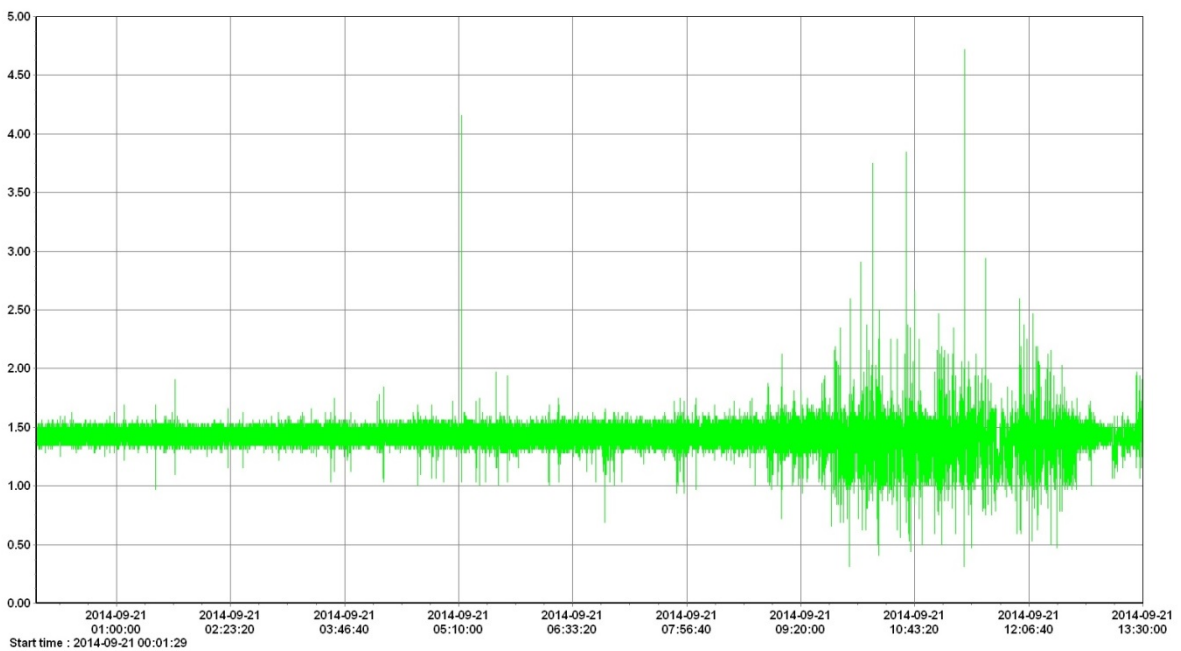
**Figur 30.** Transport, babord tank #1 (y-aksen: G-kraft, x-aksen: YEAR-MM-DD HH-MM-SS)



**Figur 31.** Transport, babord tank #2 (y-aksen: G-kraft, x-aksen: YEAR-MM-DD HH-MM-SS)



**Figur 32.** Transport, styrbord tank #1 (y-aksen: G-kraft, x-aksen: YEAR-MM-DD HH-MM-SS)



**Figur 33.** Transport, styrbord tank #2 (y-aksen: G-kraft, x-aksen: YEAR-MM-DD HH-MM-SS)

### **Pumping til fangstfartøy**

Akselerasjonskreftene (eller G-kreftene) registrert ved pumping til fangstfartøyet gikk over et tidsspenn på 24 – 28 sekunder (Figur 23 og Figur 24). Hoveddelen av denne perioden er summen av G-kreftene mindre enn 2G. Noen få "spikre", som synes på kurvene, kommer helt opp til 40 – 45G. Disse har en varighet på typisk ett til to datapunkt (tilsvarer 20 – 40ms). Det er maksimalt seks datapunkt (tilsvarer 120ms) som overstiger 3G. Kurvene har en gjenkjennbar signatur, selv om de naturlig nok ikke er helt like.

### **Overpumping**

G-kreftene assosiert med overpumping til overpumpingsfartøyet ser ut til å ha et tidsspenn på cirka 40 – 50 sekunder. Dette korresponderer trolig med den ekstra slangelengden på omtrent 50 meter. Varigheten er altså omtrent dobbelt så lang som for pumping til fangstfartøyet. Også disse kurvene (Figur 25 og Figur 26) har signaturer med en viss likhet. Figurene viser, slik som for pumping til fangstfartøyet, en kraftig oppstartspuls; et rolig mellomparti og tilslutt et parti hvor fisken utsettes for store krefter og mye uroligheter. Oppstartspulsen på over 5G er av betydelig varighet – fra omtrent 0,75s til 1,0s. Årsaken til dette er ikke helt intuitiv, spesielt siden det benyttes samme pumpe og fremre rørsystem ved overpumpingen som ved pumping til fangstfartøyet. Antallet spikre over basislinja på omtrent 3G relativt få også her ved overpumpingen. Bare noen få topper når opp til metningspunktet på sensoren, som er 45G (15G i alle tre akser).

### **Lossing**

Lossingen har også en tydelig gjenkjennbar signatur som går igjen i begge loggingene (Figur 27 og Figur 28). Signalet ligger jevnt på grunnlinjen på i underkant av 2G, inntil en distinkt spiker – markerer starten på lossesekvensen. Etter start-spikeren følger det tre nye markante hendelser, inntil sekvensen avsluttes med et noe kraftigere signal. Hele sekvensen tar ganske nøyaktig tre minutter og er altså av betydelig lengre varighet enn pumping og overpumpingen. Samtidig er ikke de største påkjenningene kraftigere enn 25 – 30G, noe som er lavere enn pumpesekvensene.

Siden plottene av lossesekvensene går over en lengre tidsperiode er de vanskeligere og visuelt sammenligne med pumpesekvensene. Når man zoomer inn på sekvensene med mest utslag blir det imidlertid tydelig at toppene over 5 – 10G kun består av 1-2 datapunkt (20-40ms varighet.) På tross av en lengre total varighet av sekvensen ser det ut til at lossingen utsetter fisken for mindre akselerasjonskrefter enn både pumping og overpumping.

### **Transport**

Transporten foregikk over omtrent 15 timer, men 12 timer fra kl. 01.30 den 21.09. til kl. 13.30 er plottet i Figur 29, Figur 30, Figur 31 og Figur 32. Tre av disse plottene viser at summen av akselerasjonskreftene ligger fra cirka 1,3 – 1,6G mesteparten av tiden, med noen få spikre opp til omtrent 2G. Dette må betraktes som en svært lav belastning, til ingen belastning – da plottene viser en absolutt verdi av kreften som påføres sensorfisken. Med slik data tyder det på at fisken har vært så og si i ro, men med noe rull da vi kan se at det er bevegelse utfra at målingene ikke er uten støy. I styrbord tank skjer det noe rundt kl. 09.00 som hever akselerasjonskreftene til nesten det dobbelte fram til omtrent kl. 12.40. Dette kan forklares ved at fartøyet var kommet nærmere land og det ble mer sjøgang, det kan også skyldes at fartøyet ble liggende med vinkel til bølgene. Alt i alt kan man ikke si at dette var urovekkende høy verdier da spikerne holder seg rundt 3G.

For å tilnærme en kvantitativ sammenligning av pumping, overpumping og lossing ble de registrerte akselerasjonskreftene summert for hver av disse tre scenarioene (se Tabell 8). Avgrensningen av tallmaterialet ble foretatt ut fra vurderinger av plottene. Summen ble så justert for jordas gravitasjon – korte datasett vil få en relativt større påvirkning fra denne, som er 1G pr datapunkt. Deretter ble gjennomsnittlig sum for akselerasjonskrefter, samt standardavvik, beregnet:

Tabell 8. Kvantitativ analyse

	Pumping	Overpumping	Lossing
G (snitt)	1549	3531	5428
Standardavvik	287	267	824
Varighet (snitt)	1359	2398	9802
G / varighet	1,14	1,47	0,55

[G / varighet] er gjennomsnittlig akselerasjonskraft per gjennomsnittlig varighet for hvert scenario. Dersom varigheten er tolket korrekt ut fra dataene, gir denne faktoren forventet G per datapunkt for det aktuelle scenariet. Denne faktoren gjenspeiler det som kan leses kvalitativt ut fra plottene: Sammenlignet med pumping til fangstfartøyet gir overpumping en økt påkjenning på fisken (129%), mens losseprosessen gir en lavere påkjenning (48%). I figurene kan en se at for eksempel kreftene for overpumping har lengre varighet / mer areal under kurven, men plottene er vanskeligere å sammenligne på grunn av ulik oppløsning på tidsaksen. Derfor er det gjort et forsøk på å tallfeste dette her. De forskjellige enkeltårsakenes innvirkning på dette er vanskelig å vurdere kvantitativt uten spesifikke undersøkelser, men to åpenbare ting som bør bidra til dette er den lengre transportveien ved overpumping, samt bruk av større pumpehastighet (8,6 t/min ved overpumping mot 6,7 t/min ved pumping).

En skal være forsiktig med å sette tall på dette materialet, da det er flere feilfaktorer: Vi har ingen 100% nøyaktige målinger på nøyaktig når et av scenarioene starter og slutter; dette er vurdert ut fra forsøkslogg og vurdering av plottene. Antall replikater er også lavt; bare to stk. pr scenario. Til tross for disse usikkerhetene kan forskjellene vi ser i fangstskader mellom fisk fra fangstfartøyet og overpumpingsfartøyet sannsynligvis forklares ut fra denne økte påkjenningen overpumpingen påføres fisken.

Sammenlignet med måledataene fra SINTEF rapport A22610 fra M/S Christina E, 2012, (figur 6-8), ser det ut som at hele lasteprosessen tar ca. 40 sekunder (Aursand et al., 2012). Dette er sammenlignbart med målingene fra fangstfartøyet, selv om disse er av noe kortere varighet (ca 25 sekunder). Til gjengjeld ser det ut til at målingene fra pumpingen til fangstfartøyet har litt flere, høye toppe i plottene. Det må imidlertid tas med i betraktningen at det er snakk om forskjellige fartøy med ulike pumpesystemer og –kapasitet, og ikke minst at sensorfiskene var utformet på forskjellige måter mellom disse to forsøkene. Ellers er forsøkene utført på såpass forskjellige måter at de resterende resultater blir vanskelig å sammenligne.

Som forbedringspotensialet for eventuelle nye forsøk bør det vektlegges å få til en introduksjonsmetode for sensorfiskene som gir muligheten for å velge tidspunktet de skal slippes på, samt å få flere sensorer inn i pumpa samtidig. Dette kan muligens løses ved å bore små hull i pumpens ytre flens (se Figur 12) der en form for mekanisk eller magnetisk festeordning monteres, med mulighet for fjernutløser fra dekket, for eksempel via en tynn wire. Slippene av sensorfiskene kan dermed også korreleres mot prøvetakingen av fisk for kjemisk analyse, dersom det er ønskelig.

I tillegg representerer usikkerheten rundt korrelasjon av loggedataene med loggerens posisjon i systemet et problem. Dette kan trolig løses ved å inkludere et RFIT-system i sensorfiskene, med to eller flere antenner, for eksempel den første montert i slangen rett ovenfor pumpehodet, den siste etter silkassen, før

sensorfiskene faller i tanken. På denne måten kan en i ettertid være 100% sikre på posisjonen dataene tilsvarer i pumpe- og rørsystemet.

Det er også vanskelig å være tydelig mht hvordan de ulike G-kreftene påvirker fiskekjøttet og kvaliteten. Hvilke G-krefter som forårsaker hvilke endringer i kjøttkvaliteten, og på hvilke tidspunkt i prosessen har vi foreløpig ingen kunnskap om. For å skaffe frem slike data bør det gjennomføres kontrollerte labtester med dette som formål.

## 4 Konklusjon

Kort oppsummert viser resultatene fra forsøket følgende:

- Nedkjøling av fangsten til 0°C etter lastning tok 3-4 timer for begge fartøyene.
- Kjølningen av fangsten var god på overpumpingsfartøyet med en jevn lav temperatur (-1,13°C). Ombord på fangstfartøyet var gjennomsnittstemperaturen noe høyere (-0,6°C). Forskjellen i kjøletemperatur henger sammen med forskjellen i fyllingsgrad hos de to tankene, der fangstfartøyet hadde en høyere fyllingsgrad sammenlignet med overpumpingsfartøyet (80 % mot 40 %).
- Overlevelseshraten forandret seg avhengig av tid fisken står i nota. Fra nota ble satt til fisken var ved skutesiden gikk det 1 time og 35 min. Fisken begynte å dø ut etter 6 minutters pumpetid for deretter å øke med tiden. Etter 18 minutter var 60% eller mer av fisken død. Når fisken ble pumpet ombord på overpumpingsfartøyet var rundt 80% av fisken død.
- Fisk fra overpumpingsfartøyet hadde en høyere andel fangstskader enn fisk fra fangstfartøyet evaluert rett etter ombordtaking og ved lossing.
- Ingen forskjeller i filetspalting mellom fisk fra de to fartøyene etter ombordtaking, men etter lagring i RSW-tanker kan det se ut som fileter fra fangstfartøyet hadde en noe høyere andel filetspalting. Dette kan skyldes forskjellene i lagringstemperatur ombord.
- Det var mer filetspalting etter lagring (gjennomsnittlig score 2-4) sammenlignet med rett etter pumping (gjennomsnittlig score 1-2).
- Det var lite blodflekker i filetene.
- Ved hjelp av teksturmålinger ble det ikke funnet noen signifikante forskjeller i hardheten til makrellfiletene fra henholdsvis fangstfartøy og overpumpingsfartøy, men det ble funnet en sammenheng mellom filettykkelse og hardhet. Jo tynnere filet jo hardere var den.
- Sammenlignet med pumping til fangstfartøyet gir overpumping en økt påkjenning på fisken (129%), mens losseprosessen gir en lavere påkjenning (48%).

Resultatene viser at det var forskjeller med hensyn til skader og filetkvalitet mellom fisk som var pumpet direkte ombord på fangstfartøyet og fisk som ble overpumpet til et annet fartøy. Forskjellene som ble funnet med hensyn til skader skyldes sannsynligvis at fisken ble liggende i noten lengre enn ønsket før den ble overpumpet. I tillegg viser resultatene fra G-kraftloggerne at overpumping gir en økt påkjenning på fisken, samt et noe "berg- og dalbane" forløp for den overpumpet fisken, illustrert i Figur 5. Filetene ombord på fangstfartøyet hadde en noe bløtere konsistens og en noe høyere andel filetspalting etter lagring, noe som kan skyldes forskjellene i lagringstemperatur ombord på de to fartøyene (-0,6 vs -1,1°C).

Hos mottaksanlegget ble overpumpet makrell nedklassifisert grunnet slagskader. Fisken ble ikke godkjent for salg til Japan og Korea. Fisk fra fangstfartøyet ble rapportert å være av god kvalitet, men noe bløt ved lossing dag 2.

## Referanser

- Aursand, I. G., Mathiassen, J. R., Bondø, M., Toldnes, B. (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 F18949 – Fortrolig.
- Aursand, I. G., Bondø M, Fossum JA, Mathiassen, J. R. (2012). Evaluering av laste- og losse- og kjølesystem ombord på pelagisk fartøy. Effekt på fangstkvalitet. SINTEF rapport A22610 – åpen.
- Aursand, I.G., Digre, H., Schei, M. (2014). Overpumping av makrell (II) – Effekt på fangstkvalitet. SINTEF rapport A25816 – 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., og Aursand, I. G., (2013). Overpumping av makrell – Effekt på fangstkvalitet. SINTEF rapport A23827 – Åpen.
- Einen O. & Thomassen M. S., 1998, Starvation prior to slaughter in Atlantic salmon (*Salmo salar*) II. White muscle composition and evaluation of freshness, texture and colour characteristics in raw and cooked fillets. *Aquaculture* **169**: 37-53.
- Hultmann L. & Rustad T., 2002, Texture and properties of muscle proteins of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) – the importance of size. *WEFTA, 32 nd Meeting, Galway, Ireland*.
- Slizyte, R., Mozuraityte, R., og Martinez, I. (2013). Sluttrapport: hurtig metode for å estimere buksprenning i pelagisk fisk ombord. SINTEF rapport A24739 – Åpen.
- SINTEF, NIFES, Møreforskning & FHL (2006). *Kvalitetshåndbok for pelagisk fisk*. Tilgjengelig fra [www.fhl.no/book/](http://www.fhl.no/book/).



## Vedlegg 1:Kvalitetskontroll rund makrell

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

## Vedlegg 2:Kvalitetskontroll makrell filet

<b>Parameter</b>	<b>Beskrivelse</b>	<b>Kvalitet</b>	<b>Antall</b>
<b>Gaping</b>	<i>Muskelspalter, vurderes visuelt (se bilde nedenfor)</i>	0: Ingen gaping	
		1: 1-2 små spalter	
		2: 3-4 små og 1 stor spalte	
		3: 5-6 små og 2 store spalter	
		4: 7 små og 3 store spalter	
		5: 8-9 små og 4 store spalter	
		6: > 9 små og > 5store spalter	
		Bløt: Ekstrem gaping fileten faller fra hverandre/angrepet av parasitt	
<b>Blodflekker</b>	<i>Vurderes visuelt</i>	0: Ingen blodflekker	
		1: Noen få, små blodflekker (<5)	
		2: Store blodflekker eller mange små (<5)	
<b>Konsistens</b>	<i>Vurderes ved fingertrykk</i>	0: Naturlig konsistens	
		1: Fileten er bløt	
		2: Fileten går i oppløsning/angrepet av parasitt	

## Vedlegg 3: Prosedyre for måling av enzymaktivitet i pelagisk fisk

### Forberedelse av utstyret – Luminometer Hygiena Pi-102 og PC til "online" måling

Slår på Pi-102 utstyret ved trykk knappen "on".

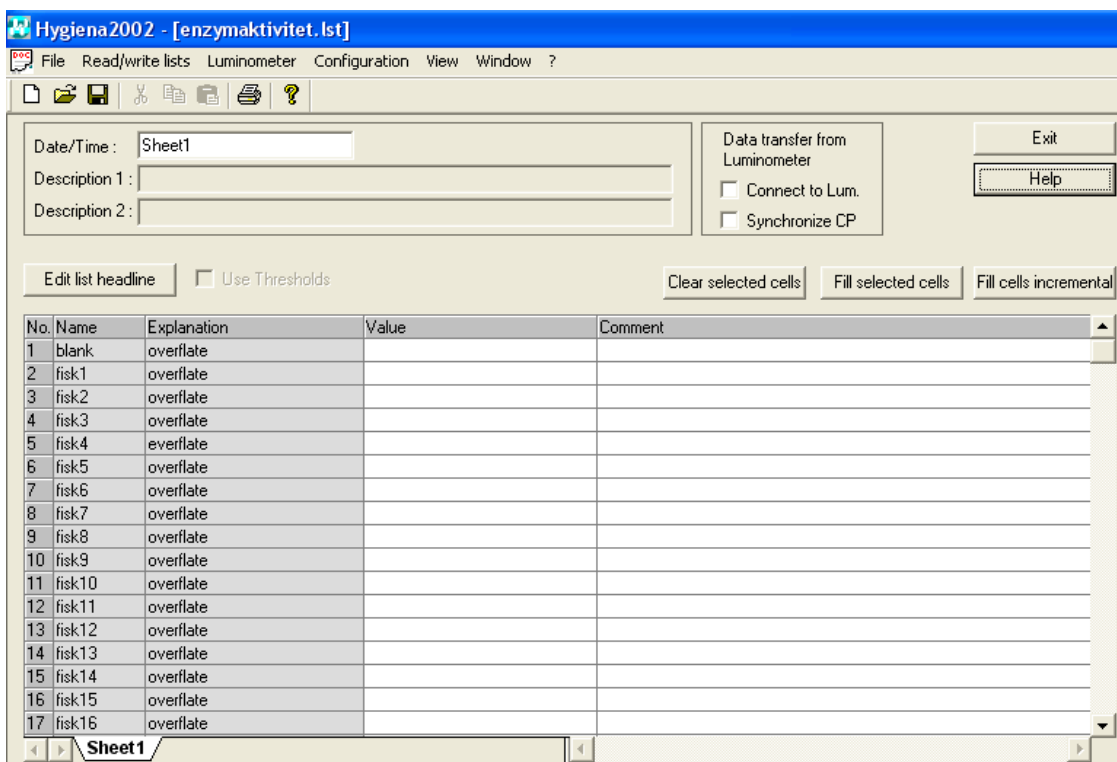
Press ← for "ok". Vent til apparatet er ferdig med å blinke "Warm up".

Press ← for "lists"

Press ← for "list 01" eller velg en annen list med

Press ← for "new"

Slå på PC og velg programma **Hygiena2002**, åpne filen "**enzymaktivitet**" og den bør se ut som vist i Figur 2.1



Figur 2.1 "Enzymaktivitet" i Hygiena 2002.

Da velg du **File Save as** og skriv nytt filnavn som for eksempel: dato og fiskeart: 20.11.2011NVGside

Trykk **Save**

Lukk filen med **File close**

Da velger du **File open** og velger den nylagrede filen

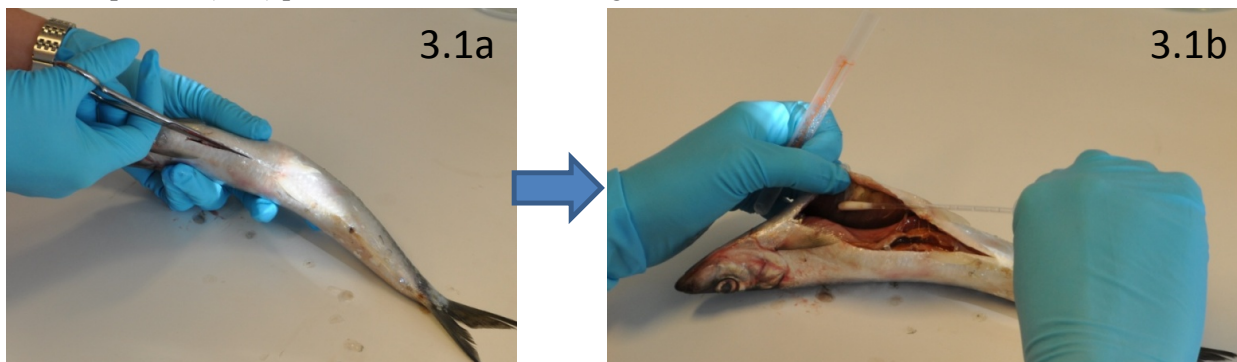
Skriv på felte Date/Time - dato, på description felte: navn på båt, fiskeområde

På samme siden til høyre **Husk å krysse av "Connect to Lum" og "Synchronize CP"**

**Nå er utstyret klar til å måle står det "online"**

Fisk (Nr1) åpnes ved bruk av saks (Figur 3.1(3.1a)).

Klistrelapp med nummer av fisk limes på overflatepinen (oransje). Ta prøve ved å stryke med overflatepinen, (3.1b) på fisk i buken som vist i Figur 3.1.

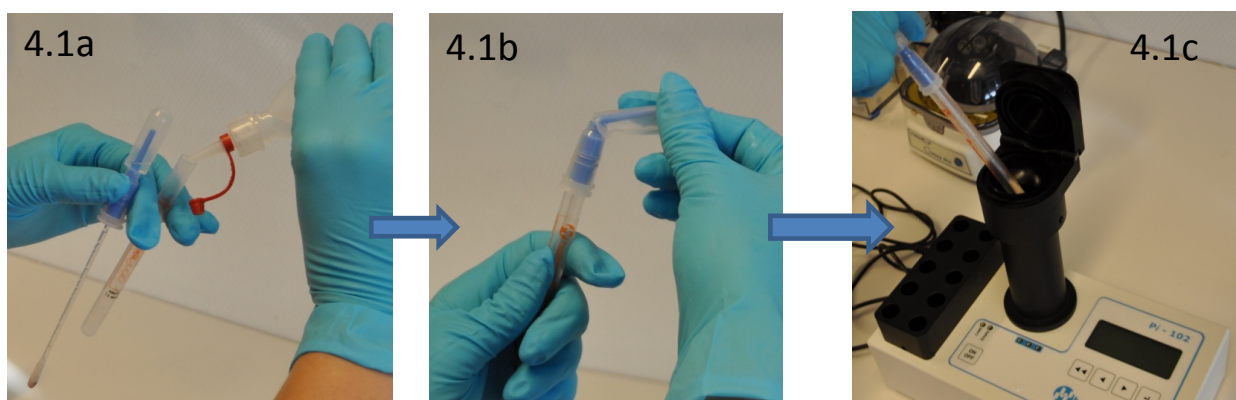


Figur 3.1. Prøveuttaket med overflatepinne

### Måling av enzym aktivitet

#### Blank test

- Ta en ny overflatepinne, klistre på lapp som viser "blank"
- Ta av toppen på pinen og tilsett 2 dråper ATP-løsning i testrøret som vist i figur 4.1a (Figur 4.1). Sett på toppen.
- Knekk hodet på testrøret som vist i 4.1b (Figur 4.1) NB! du bør høre et knekk og klemme ut væsken.
- Røret ristes og settes i luminometeret (4.1c i Figur 4.1)
- trykk **enter** på **Pi-102** to ganger for å starte måling. Melding der det står "Measuring" dukker opp.
- Måleverdien dukker opp under "**value**" i programmet på r på **PC**, i spalten "**name**" skal det stå "**blank**", i spalten "comments" skal tiden for prøvemålingen skrives.
- Sett pin på stativet, den skal testes igjen om ca. 1time
- Fortsett med fiskeprøvene



Figur 4.1 Måling av enzymaktivitet på overflatepinne

#### Fiskeprøvene:

- Ta overflate pin med klistrelapp **fisk1**
- Ta av toppen på pinen og tilsett 2 dråper ATP-løsning i testrøret som vist i figur 4.1a (Figur 4.1). Sett på toppen.
- Knekk hode på testrøret som vist i 4.1b (Figur 4.1) NB! du bør høre et knekk og klemme ut væsken.

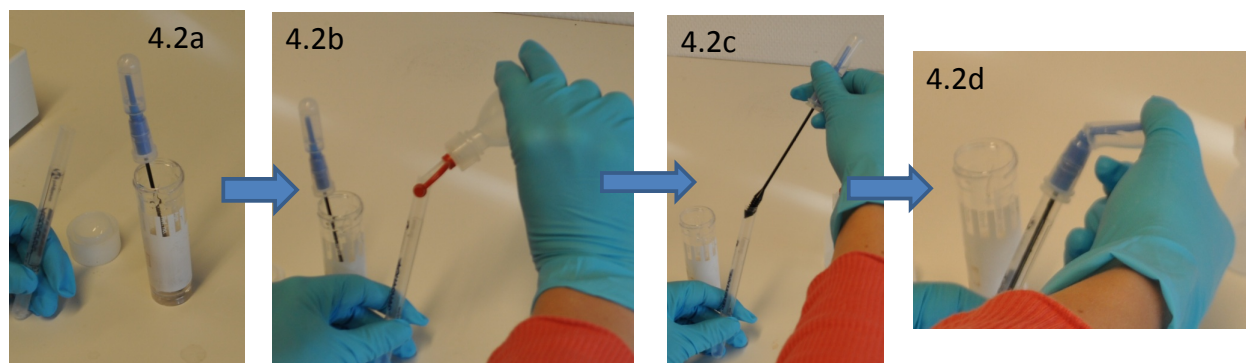
- Røret ristes og settes i luminometeret (4.1c i Figur 4.1)
- Trykk **enter** på **Pi-102 to ganger** for å starte måling. Melding der det står "Measuring" dukker opp.
- Måleverdien dukker opp på PI-102 skjermnet og under "**value**" i programmet på **PC**, i spalten "**name**" skal det stå "**blank**", i spalten "comments" skal tiden for prøvemålingen skrives.
- Sett pin på stativet, den skal testes igjen om ca. 1time,
- Fortsett med de 9 andre overflatepinene som er merket med fisk 2 til 10.

Når du er ferdig med overflatepinnene skal du befinne deg i linjen hvor det i spalten "**explanation**" står "**ekstrakt**". Da er du klar til å starte å jobbe med bufferekstrakt-pin.

### Bufferekstrakt-pin

#### *Blank test*

- Ta en ny bufferekstrakt-pin, klistre på lapp som viser "blank"
- Ta av toppen på pinen og tilsett 2 dråper ATP-løsning i testrøret som vist i figur 4.2b (Figur 4.2). Sett på toppen.
- Knekk hodet på testrøret som vist i 4.1b (Figur 4.1) NB! Du bør høre et knekk og klemme ut væsken. røret ristes og settes i luminometer
- Trykk **enter** på **Pi-102 to ganger** for å starte måling. Melding der det står "Measuring" dukker opp.
- Måleverdien dukker opp under nr. 12 i programmet på **PC**, i spalten "**name**" skal det stå "**blank**", i spalten "comments" skal tiden for prøvemålingen skrives.
- Sett pin på stativet, den skal testes igjen om ca. 1time,
- Fortsett med fiskeprøvene



Figur 4.2 Måling av enzymaktivitet på bufferekstraktpinne

#### *Fiskeprøver*

- Toppen i buffereskrakt-pinen dyppes i **ekstraheringsrør** med fiskeprøve (Figur 4.2 bilde 4.2a)
- Tilsett 2 dråper ATP-løsning i testrøret som vist i figur 4.2b (Figur 4.2).
- Pin toppen fra ekstraheringsrøret settes tilbake på testrøret (4.2c i Figur 4.2) .
- Knekk hodet på testrøret som vist i 4.1b (Figur 4.1) NB! Du bør høre et knekk og klemme ut væsken. røret ristes og settes i luminometer
- Trykk **enter** på **Pi-102 to ganger** for å starte måling. Melding der det står "Measuring" dukker opp.
- Måleverdien dukker opp på Pi-102 skjermnet og under "**value**" i programmet på **PC**, i spalten "**name**" skal det stå "**fisk1**", i spalten "comments" skal tiden for prøvemålingen skrives.
- Sett pin på stativet, den skal testes igjen om ca. 1time,
- Fortsett med de 9 andre overflatepinene som er merket med fisk 2 til 10.

- Når du er ferdig med første runde av målinger, sjekk tiden på den første prøven som ble testet (blank av overflatepinne). Hvis det har gått 1 time fra testen ble kjørt, så kan du starte med andre runde av målinger. Hvis ikke, så venter du til det har gått 1 time fra første testen ble kjørt.

### 1 time etter første måling

#### *Overflatepinne*

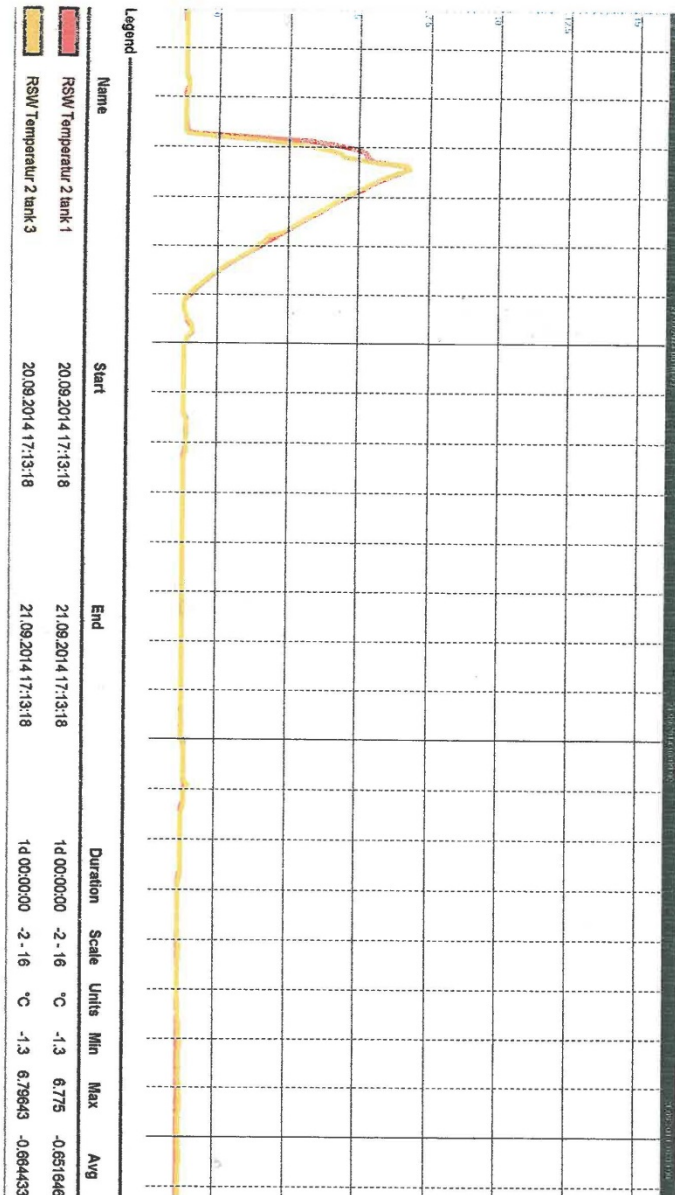
- Ta overflatepinne merket med "**blank**"
- Åpne testrøret og tilsett 2 dråpe ATP-løsning til røret. Lukk igjen røret.
- Røret ristes og settes i luminometer
- Trykk **enter** på **Pi-102 to ganger** for å starte måling. Melding der det står "Measuring" dukker opp.
- Måleverdien dukker opp under nr. 23 i programmet på **PC**, i spalten "**comments**" skal tiden for prøvemålingen skrives
- Ta overflatepinnen merket med "**fisk1**"
- Åpne testrøret og tilsett 2 dråpe ATP-løsning til røret. Lukk igjen røret.
- Røret ristes og settes i luminometer
- Trykk **enter** på **Pi-102 to ganger** for å starte måling. Melding der det står "Measuring" dukker opp.
- Måleverdien dukker opp under "**value**" i programmet på **PC**, i spalten "**comments**" skal tiden for prøvemålingen skrives
- Fortsett med samme måleprosedyre på de 9 andre overflatepinene som er merket med fisk2 til fisk10.

**Beskrivelse av tarminnhold**

Tarminnhold skal tas ved press av fiskens mage. Bilde av tarminnhold tas. I tillegg beskrives tarminnhold, se tabell.

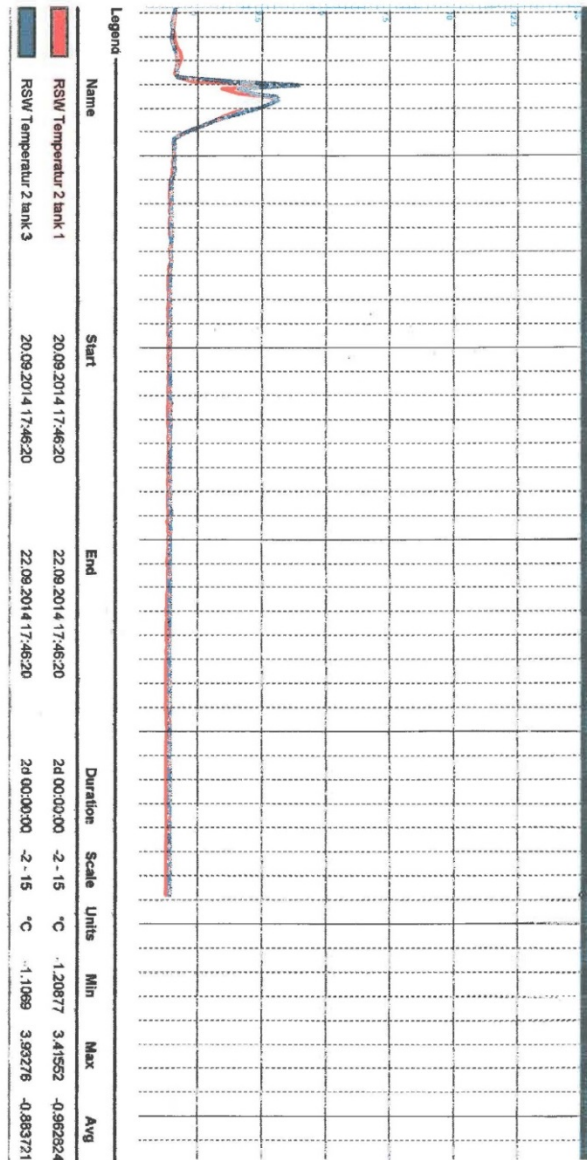
Fisk nr.	Farge (rå, svart, gull, etc)	Konsistens (sandpapir, glatt, etc)	Mengde tarminnhold	Annen viktig info

## Vedlegg 4 - Temperaturlogg fra fangstfartøyet





## Vedlegg 5 - Temperaturlogg fra overpumpingsfartøyet



Page 1



Teknologi for et bedre samfunn

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