

## **Slakting av oppdrettslaks på båt, direkte fra oppdrettsmerd**

Kjell Ø. Midling, Cecilie Mejdell, Stein H. Olsen, Torbjørn Tobiassen, Øyvind Aas-Hansen, Kåre Aas, Stephen Harris, Kurt Oppedal og Åsmund Femsteinevik





Nofima er et næringsrettet forsknings-konsern som skal øke konkurranse-kraften for matvareindustrien, herunder akvakulturnæringen, fiskerinæringen og landbruksnæringen. Konsernet omfatter tidligere Akvaforsk, Fiskeriforskning, Matforsk og Norconserv, og har ca. 430 ansatte. Virksomheten er organisert i fire forretningsområder; Marin, Mat, Ingrediens og Marked. Konsernet har hovedkontor i Tromsø og virksomhet i Ås, Stavanger, Bergen, Sunndalsøra og Averøy

Hovedkontor Tromsø  
Muninbakken 9-13  
Postboks 6122  
N-9291 Tromsø  
Telefon: 77 62 90 00  
Telefaks: 77 62 91 00  
E-post: [post@nofima.no](mailto:post@nofima.no)

Internett: [www.nofima.no](http://www.nofima.no)



Vi driver forskning, utvikling, nyskaping og kunnskapsoverføring for den nasjonale og internasjonale fiskeri- og havbruksnæringa. Kjerneområdene er avl og genetikk, fôr og ernæring, fiskehelse, bærekraftig og effektiv produksjon samt fangst, slakting og primærprosessering.

Nofima Marin  
Muninbakken 9-13  
Postboks 6122  
N-9291 Tromsø  
Telefon: 77 62 90 00  
Telefaks: 77 62 91 00  
E-post: [post.marin@nofima.no](mailto:post.marin@nofima.no)

Internett: [www.nofima.no](http://www.nofima.no)

## Rapport

	<i>ISBN:</i> 978-82-7251-637-5	<i>Rapportnr.:</i> 6/2008	<i>Tilgjengelighet:</i> <b>Åpen</b>
<i>Tittel:</i> <b>Slakting av oppdrettslaks på båt, direkte fra oppdrettsmerd</b>	<i>Dato:</i> 10. april 2008  <i>Antall sider og bilag:</i> 59		
<i>Forfatter(e):</i> Kjell Ø. Midling <sup>1</sup> , Cecilie Mejdell <sup>2</sup> , Stein H. Olsen <sup>3</sup> , Torbjørn Tobiassen <sup>1</sup> , Øyvind Aas-Hansen <sup>1</sup> , Kåre Aas <sup>1</sup> , Stephen Harris <sup>4</sup> , Kurt Oppedal <sup>4</sup> og Åsmund Femsteinevik <sup>4</sup>	<i>Prosjektnr.:</i> 20401		
<i>Oppdragsgiver:</i> Marine Harvest Norge og FHL	<i>Oppdragsgivers ref.:</i> 200700083-/449IB FHF-nr.: 573024		
<i>Tre stikkord:</i> Slakting, brønnbåt, velferd, kvalitet			
<i>Sammendrag: (maks 200 ord)</i> <p>Hovedmålet med prosjektet var å teste avliving og bløgging på båt, direkte fra oppdrettsmerd, i nær full industriell skala og danne grunnlag for omlegging av all slakting ved Marine Harvest, region sør. Del 1 av dette prosjektet ble gjennomført i februar 2007 på brønnbåten "B/B Tauranga". Hovedmålet var å evaluere bruk av mammutpumpe, bedøving, bløgging, avliving og transport av oppdrettslaks direkte i brønnbåt som alternativ til brønnbåttransport av levende laks og landbasert slakting. Direkteslakting (engelsk: <i>Dead-haul</i>) er viktigst i perioder med høy temperatur (tidvis stor dødelighet) eller ved sykdomsutbrudd (reduserer smittefare). Forsøkene har gitt positive resultat og oppdragsgiver (Marine Harvest) ønsker nå å skalere aktiviteten slik at den omfatter hele region sør.</p> <p>Del 2 (september-desember 2007) ble gjennomført på ringnotfartøyet "M/K Sørfold", dels ved lokalitetene i Ryfylke i Rogaland, dels ved Marine Harvest sitt anlegg på Hærøy i Nordland. I alt har om lag 2000 tonn laks blitt slaktet om bord og de totale erfaringer er svært positive. Marine Harvest ønsker å legge om all sin slakting i Sør-Norge til denne metoden.</p> <p>Hovedkonklusjonene så langt er:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skånsom trenging og pumping, samt god bedøvelse påfulgt av bløgging og kjøling gir svært lang <i>pre rigor</i> tid og en fisk med bedre kvalitet (velferdsmessig og kvantitativt) og minst like lang holdbarhet (QIM, kimtall).</li> <li>• Atferdsbasert slakting (slagmaskin fra Seafood Innovation Ltd.) er effektiv og sikrer god velferd forutsatt at laksen ikke trenges hardt, at pumping eller håving er skånsom, at det ikke er for stor spredning i størrelse og at utstyret blir brukt av øvet personell.</li> <li>• Elektrisk bedøvelse reduserer <i>pre rigor</i> tiden med 40 til 50 % og kan derfor ikke brukes når transporten er lang.</li> </ul> <p>Atferdsbasert slakting blir nå skalert i et nytt prosjekt hvor målet er uttak av 250 tonn, bedøvd, bløgget og RSW-kjølt laks i løpet av fire timer.</p>			

<sup>1</sup> Nofima Marin

<sup>2</sup> Norsk Veterinærinstitutt

<sup>3</sup> Norges fiskerihøgskole

<sup>4</sup> Marine Harvest Norway AS

*English summary:*

The main objective of the project was to evaluate "Dead-haul" as a method and hence establish the knowledge needed to alter harvest procedures at Marine Harvest, Norway – region south.

Part 1 of this project was conducted during February-March 2007 onboard the well-boat "B/B Tauranga". The main objectives were to evaluate effects of crowding, the use of pumps (mammut), stunning method, bleeding, killing and the transport of dead salmon (dead-haul) as an alternative to live-haul. In the south of Norway, dead-haul will become increasingly important due to high summer temperatures and to reduce the spreading of pathogens. The results from the experiments have been positive and Marine Harvest now wants to use this method for all their harvest in the southern region.

Part 2 (September – December) was conducted onboard the purse-seiner "M/K Sørfold", partly in Ryfylke, partly at the Marine Harvest-site at Hærøy, Nordland County. A total of 2000 tons were harvested during the experiment.

The main conclusions are:

- Gentle crowding and pumping, stunning with non-penetrating bolt, bleeding and chilling give a very long *pre rigor* period and a fish with improved quality per se and with regards to fish welfare in addition to good storage capacity.
- Behaviour-based harvest (Seafood Innovation Ltd.) is an efficient system and ensures good welfare provided that crowding, pumping or brailing is done with low-stress restraint, that size-range is not too large and that the harvest is done by skilled employees.
- The use of electrical stunning method reduces the *pre rigor* time with 40 to 50 % and should not be used in connection with dead-haul if the post-mortem transportation is long.

Behaviour-based harvest is now being scaled in a new project, which aims at harvesting more than 250 tons during four hours.

# Innhold

<b>1</b>	<b>Bakgrunn</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Målsetting</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Materiale og metoder</b>	<b>5</b>
3.1	FASE 1 - gjennomføring februar 2007	5
3.2	Trenging og pumping	6
3.2.1	Mammutpumpe	8
3.2.2	Flytskjema over prosjektgjennomføringen	10
3.3	FASE 2 - gjennomføring juli – desember 2007	10
3.4	Måling av <i>rigor mortis</i> (dødsstivhet)	11
3.4.1	"Tail drop" eller "Dangle-angle"	11
3.4.2	Penetrometer eller veiecelle	12
3.5	Beskrivelse av kvalitet på fisken - Quality Index Method (QIM)	12
3.6	Elektrisk bedøvelse (Seaside as)	14
3.7	Manuell slagbedøvelse (Seafood Innovations Ltd.)	15
3.8	Automatisk og atferdsbasert slagbedøvelse (SI-5)	16
3.8.1	Rigging om bord på Sørfold – slagsystemet SI-5	17
3.9	Lagring av forsøksfisk	19
<b>4</b>	<b>Resultater og diskusjon</b>	<b>21</b>
4.1	Vurdering av pumper – måling av trykkpåvirkning på fisken	21
4.1.1	Mammut	21
4.1.2	Vakuum	24
4.1.3	Impellerpumpe	25
4.2	RSW på M/K Sørfold: nedkjølingens forløp	26
4.3	Bedøvelse: råstoffkvalitet og dyrevelferd	27
4.3.1	Elektrisk bedøvelse	27
4.3.2	Erfaringer med utstyr fra Seaside as	27
4.4	Avliving/bedøving ved slag: utstyr fra Seafood Innovations (SI-5)	27
4.4.1	Treffsikkerhet vurdert ut fra behov for ekstra slag	28
4.4.2	Treffsikkerhet vurdert ut fra posisjonering av slag og bløgging	29
4.5	Oversikt produksjonsresultater – Marine Harvest	32
4.6	Blodflekker i filet	33
4.7	Ny lovende metode for "on-line" telling av blodflekker (hyperspektral avbildning)	35
4.8	Farge i filet	37
4.9	pH i blod og muskel, fase 1 og 2	38
4.9.1	Utvikling i pH post mortem fra ventemerd	39
4.9.2	Sammenligning av bedøving med strøm og slag på fisk slaktet fra ventemerd	39
4.9.3	Sammenligning av bedøving med strøm og slag på fisk slaktet fra oppdrettsmerd	41
4.10	Rigor mortis, fase 1 og 2	41
4.10.1	Effekt av elektrisk bedøvelse	41
4.10.2	Utvikling i <i>rigor mortis</i> fra ventemerd	42
4.11	Fra oppdrettsmerd	43
4.11.1	Utvikling i rigor mortis hos laks slaktet fra oppdrettsmerd	43
4.11.2	Sammenligning mellom bedøving med strøm og slag	44
4.11.3	Utvikling i pH post-mortem	44
4.12	Mikrobiologisk analyse av islagret laks	45
4.13	Fase 2 – fullskala	47

4.14	pH, slakting på Hærøy .....	47
4.15	Rigor mortis - forløp og varighet.....	49
4.16	Rigor mortis vs. sløyning og filetering .....	50
4.17	QIM	51
<b>5</b>	<b>Hovedkonklusjoner fra prosjektet .....</b>	<b>55</b>
<b>6</b>	<b>Momenter spesielt vektlagt av Marine Harvest .....</b>	<b>57</b>
6.1	Hvorfor slakting direkte fra oppdrettsmerd? .....	57
6.2	Aktuelle problemstillinger før oppstart av prosjektet .....	57
6.3	Hva slags utstyr trenger vi.....	57
6.4	Resultater og responser.....	58
6.5	Økonomi i slakting direkte fra merd.....	58
<b>7</b>	<b>Sluttkommentar .....</b>	<b>59</b>

# 1 Bakgrunn

Norsk produksjon av oppdrettslaks er blitt svært effektiv og domineres i dag av store oppdrettskonsern. Eierkonsentrasjonen gjenspeiles også i at slakteriene er blitt færre og større og innen kort tid vil de største slakteriene slakte 3-500 tonn per dag. Dette medfører stadig større transporter av levende laks over stadig lengre avstander. Evalueringer av norsk oppdrettslaks viser også at den er mer eller mindre utmattet når den er klar for bedøvelse og avliving (Midling m.fl. 2007). Kontraherte brønnbåter er nå større enn 2500 m<sup>3</sup> med en transportkapasitet på mer enn 3-400 tonn per tur.

Nye slakteriforskrifter per 1. januar 2007 og stadig økende krav til bedre velferd fra store kunder har ført til at oppdrettsnæringen må utvikle nye slaktekonsepter hvor velferd, kvalitet og effektivitet søkes kombinert. 1. juli 2008 vil all bruk av CO<sub>2</sub> som bedøvelse være forbudt og valgte metoder må ha momentan virkning (bedøvelse oppnådd på mindre enn 0,5 sekunder). Evaluering av elektrisk bedøvelse viser at momentan bedøvelse kan oppnås, men dessverre ofte med kvalitetsforringelse i form av blødninger i filett ([http://coreweb.nhosp.no/fhl.no/html/files/Evaluering\\_av\\_elektrisk\\_bedoelse\\_FHL\\_2007\\_i\\_oppdretts\\_fisk.pdf](http://coreweb.nhosp.no/fhl.no/html/files/Evaluering_av_elektrisk_bedoelse_FHL_2007_i_oppdretts_fisk.pdf)).

Slakting direkte fra oppdrettsmerd har klare fordeler i forhold til laksens velferd og kvalitet. Det er sannsynlig at Mattilsynet vil bifalle denne metoden såfremt de hygieniske forholdene er gode nok.

All behandling av levende laks (trenging, håving, pumping, kjøling osv.) medfører risiko for dårlig velferd. I tillegg fører dette til gjentatte fysiske påkjenninger som kan resultere i utmattelse manifestert ved lav muskel-pH, tømning av svømmeblæren og tømning av laksens energilagre (ATP, glykogen og redusert bufferkapasitet post mortem). Til sammen fører en tradisjonell slaktelogistikk til en laks som er (mer eller mindre) utmattet og som går inn i *rigor mortis* (dødsstivhet; heretter omtalt som *rigor*) etter kort tid (5-10 timer). For laks slaktet skånsomt direkte fra oppdrettsmerd vil *pre rigor* tiden være om lag 30 timer. I tillegg vil *rigor mortis* være svak.

Marine Harvest sitt slakteanlegg i Ryfylke, Ryfisk på Hjelmeland, har i tillegg til de generelle endringer og krav i næringen, spesielle klimatiske utfordringer. Høy sjøtemperatur om sommeren fører tidvis til dødelighet under transport og i forbindelse med restitusjon i ventemerdene. Disse utfordringene har ført til en renessanse for slakting direkte fra oppdrettsmerd, men denne gangen under velferdsmessig forsvarlige og godt dokumenterte hygieniske forhold.

For å kunne anvende denne slakteprosessen i en industriell skala stilles det klare krav til prosessens og fiskens kvalitet:

1. Avliving må være skånsom og være mulig å skalere til 150 - 180 laks per minutt
2. Prosessen må tilfredsstillende alle krav til velferd, kvalitet og dokumentasjon av hygiene
3. Laksen må ha tilstrekkelig lang *pre rigor* tid til at fisken kan prosesseres ved nærmeste landanlegg
4. Produktene må ha minst like god kvalitet og holdbarhet som om den var ført levende til anlegget med brønnbåt





## **2 Målsetting**

Hovedmålet med fase 1 i prosjektet var å evaluere bruk av mammutpumpe, bedøving, bløgging, og avliving direkte i brønnbåt med påfølgende transport til slakteri, som alternativ til brønnbåttransport av levende laks og landbasert slakting. Evalueringen skulle gjennomføres i begrenset skala.

Hovedmålet med fase 2 var å teste samme konsept (avliving og bløgging på båt) i nær full industriell skala og danne grunnlag for omlegging av all slakting ved Marine Harvest, region sør.



### 3 Materiale og metoder

Arbeidet ble satt i gang kort tid etter at elektrisk bedøvelse av laks var evaluert for FHL. Siden dette er en metode som kan skaleres til industriformål (som CO<sub>2</sub>) ønsket Marine Harvest å teste dette tidlig i prosjektet. Elektrisk bedøvelse (utstyr fra Seaside as) ble vurdert mot slagsystemet (SI-5) som man visste ville gi lang *pre rigor* tid, men som hadde logistikk- og bemanningsutfordringer.

Dokumentasjonen (innsamling av data og observasjoner) skulle gi relevant informasjon om følgende forhold:

1. Velferd hos levende fisk vurdert i forhold til eksisterende regelverk
2. Kvalitet og holdbarhet på råstoffet (slaktet fisk)

En valgte å legge spesiell vekt på følgende faser i slakteprosessen:

1. Trenging og pumping av levende fisk
2. Bedøvelse og avliving
3. Transport og kjøling av avlivet fisk

Innsamlingen av data skulle fokusere på å dokumentere:

1. Grad av utmattelse hos levende fisk (fysiologiske parametere som blodgasser, samt pH i blod og muskel)
2. Utvikling av dødsstivhet (*Rigor mortis*) i avlivet fisk
3. Kvalitet på hel laks (avlivet) og filet ved bruk av Quality Index Method (QIM)

Siden avliving av fisk i båt direkte ved oppdrettsmerdene betyr at avlivet fisk må transporteres til slakteriet for videre prosessering var spørsmålet om varighet på *pre rigor* fasen, og hvilke muligheter en har for å forlenge denne, sentralt.

#### 3.1 FASE 1 - gjennomføring februar 2007

Første del av forsøket ble gjennomført i løpet av to uker i februar 2007 på Ryfisk AS, Marine Harvest, Hjelmeland i Rogaland. Første uke ble utstyr og metodikk testet ved ventemerdene på Ryfisk og alle relevante variabler ble testet. Uke to ble samme forsøk gjort ved oppdrettsmerdene.

I tillegg til de avgrensede periodene hvor slaktingen ble dokumentert av forskerne pågikk det også internt på Marine Harvest kontinuerlig utvikling av utstyr, montering og testing om bord på B/B Tauranga (modifisering av mammutpumpe, bygging av container, sikre forsvarlig og hygienisk behandling av blodvann, teste lossing av laks i RSW osv.).

### 3.2 Trenging og pumping

Det har vært utført lite eller ingen offentlig forskning innen trenging og pumping av oppdrettsfisk. Industrien har selvsagt utarbeidet rutiner og teknikker (avkast – forskjellige typer pumper osv.), men generelt er norsk industri ikke spesielt skånsom i sin behandling av slaktefisk. Enkelte land (Tasmania, Canada og Færøyene) og anlegg har utviklet rektangulære vente- eller slaktemerder som synes skånsomme. Laksen har da en pre rigor tid på mer enn 24 timer når den pumpes med mammutpumpe og avlives med slag. I disse tilfellene taues merdene inn til slakteriet og fisken ”svømmes” deretter skånsomt inn i ventemerden.

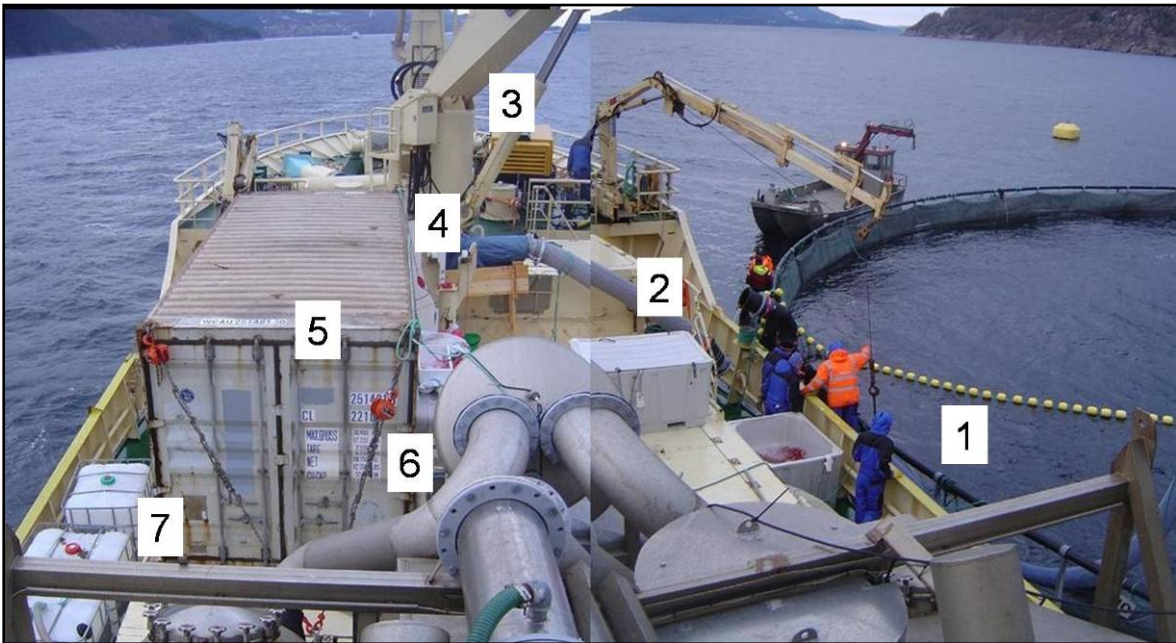
I dette forsøket ble trengingen vurdert visuelt og laks tatt ut i starten av pumpingen for vurdering av fysiologisk status og pre rigor tid. I tillegg ble trengingen vurdert etter følgende punkter:

- Etablere visuell (enkel) metode for trenging (eksempelvis vurdere antall spord-/ryggfinner i overflaten)
- Dokumentere stabilt (og lavt) nivå av utmattelse hos fisken gjennom uttaket.
- Dokumentere forskjeller i fysiologisk effekt på fisken avhengig av pumpevalg (mammutpumpe, vakuumpumpe eller impeller, dead-haul eller levende i brønnbåt).

Orkastet i oppdrettsmerden inneholdt ofte mer enn 150 tonn og uttak av fisk for 0-prøve (ustresset) innebar metodiske utfordringer. Det er grunn til å tro at den laksen som svømmer nærmest overflaten i avkastet ikke har representativ fysiologisk status, men er mer påvirket av trenging enn resten av laksen i avkastet. Laksen skal i tillegg avlives med slag til hodet mens den er inne i håven, på merdkanten.



Bilde 1 Forskjeller i trengingsgrad ved bruk av vakuumpumpe på slutten av et orkast (til venstre) og mammutpumpe ved starten av et orkast (til høyre).



*Bilde 2*    *Oversiktsbilde fra forsøkene ved oppdrettsmerdene. Orkastnoten var 20 meter dyp og inneholdt anslagsvis 150 tonn fisk før pumpingen startet (1). Mammutpumpen løfter vann og fisk over merdringen og inn i båten (2). Trykkluft for mammutpumpen ble produsert av en Atlas Copco kompressor (3) og vannet avsiles ca 4,5 meter over havnivå (4) Containeren til venstre ble brukt til bedøvelse og bløgging og sikret hygienisk skjerming under forsøkene (5). Bløgget fisk ble ført i en flexislange ned i rommet (6) og blodvannet ned i egne tanker (7). Karene på høyre side ble brukt til uttak av forsøksfisk.*

### 3.2.1 Mammutpumpe

Mammutpumpe var vanlig i norsk oppdrett i 1980-årene og ble da primært benyttet i forbindelse med sortering av fisk. Pumpen er mindre effektiv enn vakuumpumper (luft) eller CWC-pumper (vann), men mer skånsom. På grunn av at ekspanderende luft driver pumpen (injisert nær bunnen av pumpen/røret), er strømmen av vann og fisk kontinuerlig. Det samme oppnås ved trykklastings-systemene i moderne brønnbåter (s.k. Arkimedes).



*Bilde 3 Mammutpumpe var montert langs rekken på B/B Tauranga når den ikke var i bruk.*

Laksen opplever altså ikke av/på situasjoner som i vakuumpumpene, yter mindre motstand i mammut-pumper (svømmer mindre) og er mindre utmattet når den blir tilgjengelig for bedøving/avliving. For å løfte fisk og vann 4,5 meter over havnivå (arbeidshøyde på B/B Tauranga) måtte mammutpumpen være hele 17 meter dyp. Pumpen er laget av PEHD-rør, 12 tommer diameter. På bunnen av rørene var det festet et lodd på 400 kilo for å holde pumpen i posisjon under lasting av laks.

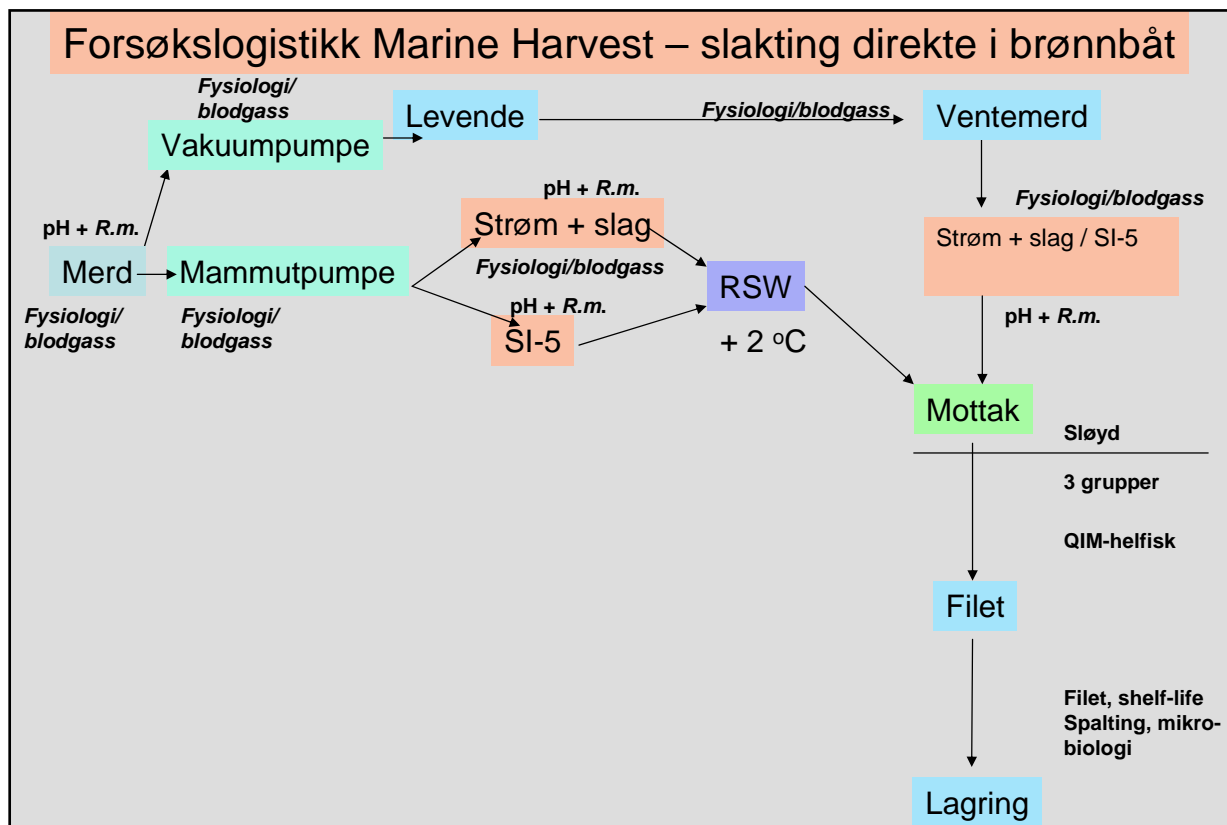
Den mest åpenbare forskjellen mellom mammutpumpe og konvensjonelle pumper er at mammutpumpen kan pumpe laksen ved langt lavere tettheter i avkastet. Dersom man legger gjennomsnitt i slakteeffektivitet i systemet til grunn (én laks per sekund) i en 12-tommers mammutpumpe (ca 700 liter per løpemeter rør)- og at laks på syv kilo fortrenger syv liter vann, tilsier dette en fordeling av vann:fisk på 10:1 i en vannstrøm på én meter per sekund (målt i forsøket). Tettheten i pumpen er altså omlag halvparten av det en vakuumpumpe opererer med (ca. 200 kg/m<sup>3</sup>). I tillegg er det ingen laks nær eller ved overflaten ved normal bruk av mammutpumpe.





*Bilde 4 Plassering av container på shelterdekk med avsiling og innføring av slaktefisken.*

### 3.2.2 Flytskjema over prosjektgjennomføringen



Figur 1 Skjematisert fremstilling av prosjektets design. Avliving og bløtting av fisk i båt umiddelbart etter opptak fra oppdrettsmerd ble sammenlignet med en tradisjonell slakteprosedyre hvor levende fisk transporteres fra oppdrettsmerd til ventemerd ved slakteriet for påfølgende avliving og bløtting.

### 3.3 FASE 2 - gjennomføring juli – desember 2007

Andre halvdel av forsøket ble gjennomført om bord på ringnotsnurperen "M/K Sørfold", både når fartøyet var stasjonert i Ryfylket fra juli 2007 (våre forsøk fant sted i august og september) og på slutten av året når fartøyet var stasjonert ved Marine Harvest sitt anlegg på Hærøy. På Hærøy slaktet Sørfold laks fra ventemerdene ved anlegget og disse uttakene representerer altså ikke "Slakting direkte fra oppdrettsmerd". De er derimot interessante fordi de estimerer effekt av vakuumpumpe på pre rigor tid.

M/K Sørfoldt er fra 1975 (Holen Mek) og er 49,8 meter lang. Fartøyet har RSW-anlegg med kapasitet på 900.000 kcal (shell and tube). I alt har fartøyet åtte tanker på til sammen 680 m<sup>3</sup>. I forsøkene ble to av tankene benyttet. Maksimalt forhold mellom fisk og RSW er satt til (66:34) og hver av de benyttede tankene hadde da en kapasitet på 42 tonn. Før hver slakting ble tankene fylt med UV-behandlet og filtret vann fra slakteriet på Hjelmeland. Vannet hadde en temperatur på -1,6 °C ved oppstart av slaktingen.





Bilde 5 Ringnotsnurperen "M/K Sørfold".

### 3.4 Måling av *rigor mortis* (dødsstivhet)

#### 3.4.1 "Tail drop" eller "Dangle-angle"

Resultatene fra prosjektet skal om mulig ha umiddelbar industriell anvendelse. Vi har derfor i størst mulig grad benyttet industrielle mål på fisken. I praksis betyr dette at vi følger laksen etter avliving til rigor-tilstanden tilsier at den ikke kan prosesseres uten sløyefeil eller lavere filetutbytte. Vi benytter såkalt "Tail-drop" for å angi rigor-status på fisken (bilde).

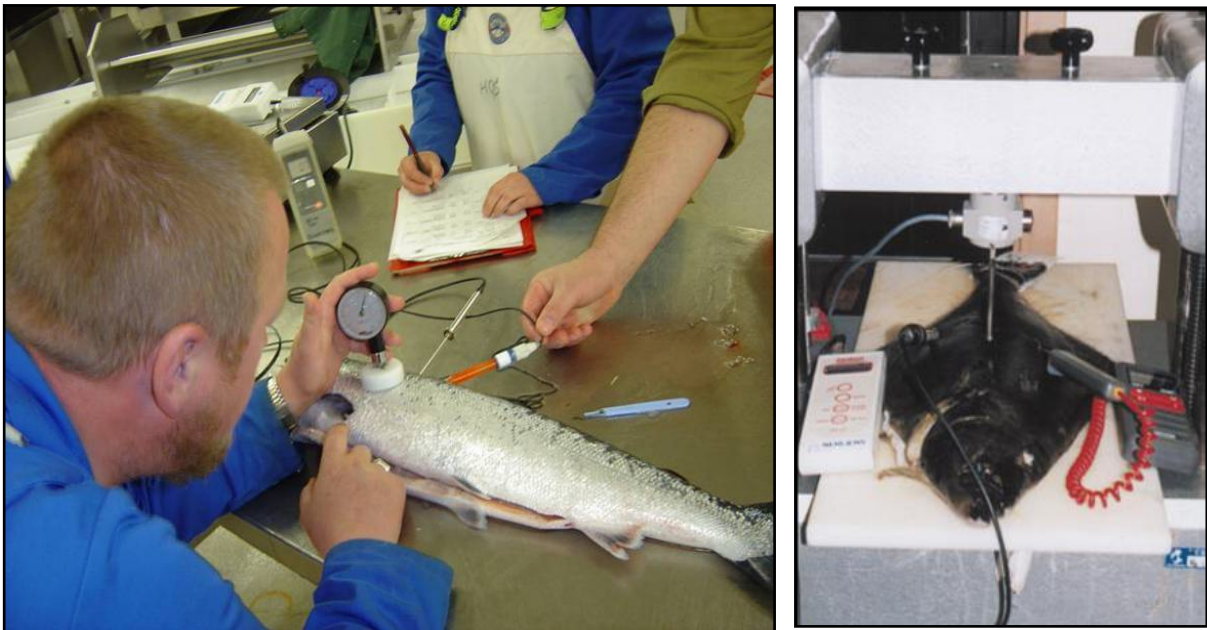


Bilde 6 Måling av avbøyning av halv kroppslengde, også kalt "tail-drop" eller "dangle-angle".

Tail-drop måles ved at halve fiskens lengde holdes ut over en bordkant eller lignende og avbøyningen måles. Når laksen er helt slapp får den verdien 0, når den er i full rigor får den verdien 100. Normalt vil man prosessere laksen inntil den har en verdi på 60. Metoden er unøyaktig og selv om laksen har en verdi på 100 kan den i enkelte tilfeller prosesseres uten problemer fordi det meste av muskelen fortsatt er myk. Alternativt kan avbøyningen måles direkte i grader, som på bildet til høyre.

### 3.4.2 Penetrometer eller veicelle

Målinger av dødsstivhet og hardhet i muskelen blir mer nøyaktig dersom man benytter en veicelle eller et Penetrometer. Veicellen er vanskelig å benytte i felt, men det håndholdte instrumentet kan gi nøyaktige mål dersom operatøren er øvet. Ved hver måling av rigor-tilstand måles også laksens muskel-pH.



Bilde 7 *Bruk av veicelle eller penetrometer gir et riktigere bilde av fiskens utvikling av dødsstivhet (Rigor mortis).*

### 3.5 Beskrivelse av kvalitet på fisken - Quality Index Method (QIM)

QIM-måling er en etablert metode for å beskrive kvalitet på fisk lagret på is. Den baserer seg på enkle vurderinger av fiskens utseende og lukt. Den oppnådde verdien (QIM-score) forteller ikke hvor lenge fisken er lagret, men hvor lang lagringstid den har igjen (på is).



*Bilde 8 Fiskens lukt og utseende vurdert av øvet personell er sentrale deler av QIM-målinger av laks. Her fra forsøket ved Fiskeriforsknings forsøkslaboratorium i Tromsø.*



Quality Index Method (QIM) Scheme for Farmed Salmon

Quality parameter	Description	Score		
Skin	Colour/ appearance	Pearl-shiny all over the skin	0	
		The skin is less pearl-shiny	1	
		The fish is yellowish, mainly near the abdomen	2	
	Mucus	Clear, not clotted	0	
		Milky, clotted	1	
		Yellow and clotted	2	
	Odour	Fresh seaweedy, nutral	0	
		Cucumber, metal, hay	1	
		Sour, dish cloth	2	
		Rotten	3	
	Texture	In rigor	0	
		Finger mark disappears rapidly	1	
Finger leaves mark over 3 seconds		2		
Eyes	Pupils	Clear and black, metal shiny	0	
		Dark grey	1	
		Matt, grey	2	
	Form	Convex	0	
		Flat	1	
Gills	Colour	Red/dark brown	0	
		Pale red, pink/light brown	1	
		Grey-brown, brown, grey, green	2	
	Mucus	Transparent	0	
		Milky, clotted	1	
		Brown, clotted	2	
	Odour	Fresh, seaweed	0	
		Metal, cucumber	1	
		Sour, mouldy	2	
		Rotten	3	
	Abdomen	Blood in abdomen	Blood red/not present	0
			Blood more brown, yellowish	1
Odour		Neutral	0	
		Cucumber, melon	1	
		Sour, fermenting	2	
	Rotten/rotten cabbage	3		
Quality Index		0-24		

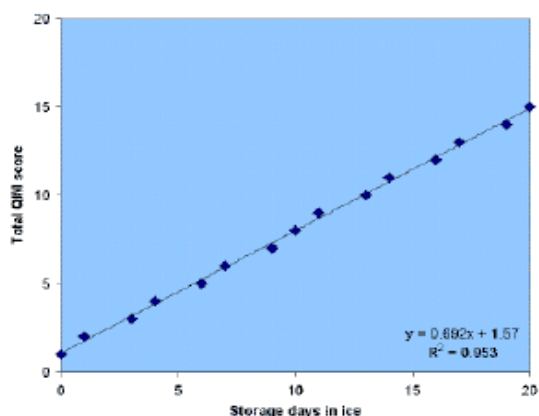
### Farmed salmon

$$\text{Quality Index} = 0,692 \times \text{days in ice} + 1,57$$

$$(R^2 = 0,953)$$

Quality Index	Storage time in ice (days)	Remaining shelf life (days)
1	0	20
2	1	19
3	3	17
4	4	16
5	6	14
6	7	13
7	9	11
8	10	10
9	11	9
10	13	7
11	14	6
12	16	4
13	17	3
14	19	1
15	20	0

QIM - Calibration curve for Farmed salmon



Bilde 9 QIM-skjema for oppdrettslaks.

### 3.6 Elektrisk bedøvelse (Seaside as)

Til elektrisk bedøvelse av laksen ble utstyret til Seaside as benyttet. Bedøveren fungerer ved at strøm går fra lamellene øverst på bildet gjennom fisken og ned i conveyerbeltet. Seaside har forsøkt forskjellige strømstyrker og funnet et oppsett som gir relativ god bedøvelse uten skader.

I disse forsøkene ble det benyttet 40 V og 3,7 sekunders eksponeringstid. Dette var ikke tilstrekkelig til å gi full bedøvelse samtidig som rundt 10 % av laksen fikk skader (blødninger).



*Bilde 10 To av Marine Harvest sine prosjektledere i aksjon, Åsmund Femsteienvik og Kurt Oppedal (t.h.).*

### **3.7 Manuell slagbedøvelse (Seafood Innovations Ltd.)**

Bedøvelse med slag har vært praktisert svært lenge, særlig i Skottland. Slag til hodet med treklubber (eng.: Wodden priest) sørget for god velferd og god kvalitet. Utført manuelt og med en treklubbe var denne slaktemetoden imidlertid både arbeidskrevende (ofte 10-12

personer), farlig (slag traff ikke alltid fisken) og dyr (høyt sykefravær). De første automatiske slagmaskinene ble introdusert hos Marine Harvest, Skottland i 2000, etter innledende forsøk på Tasmania. De ble raskt rådende teknologi hos Marine Harvest, Skottland, noe som førte til at bedriften fikk velferdsprisen "Alistair Mews award". Siden da har Seafood Innovations utviklet det atferdsbaserte systemet som gjør at fisken forblir i vann til den drepes, noe som gir lite stress og lang *pre rigor* tid.

I dette forsøket ble to maskiner brukt manuelt i fase 1. Maskinene ble montert på enden av bordet i containeren. Oppsettet var ikke optimalt i forhold til stress og derfor ville også resultatene bli konservative; det var sannsynlig at vi ville oppnå lengre *pre rigor* tid senere i forsøket.



*Bilde 11 Testing av slagsystemet (SI-5) ble gjort ved å montere en enkel renne inne i containeren. All forsøksfisk ble forsvarlig bløgget inne i containeren.*

### **3.8 Automatisk og atferdsbasert slagbedøvelse (SI-5)**

Fra juni-juli 2007 ble et fullskala anlegg montert om bord på snurperen "M/K Sørfold".



### 3.8.1 Rigging om bord på Sørfold – slagsystemet SI-5



Bilde 12 Oversiktsbilde av SI-5 systemet med back-up container om bord på Sørfold.

Fase 1 hadde utelukket bruk av strøm som bedøvelse. Samtidig ønsket Marine Harvest å evaluere kapasiteten til slagsystemene. Et 4-kanals slaktesystem fra Seafood Innovation Ltd. ble derfor leid inn via Stranda Prolog as. Systemet har vært brukt i mange år i Tasmania, Skottland og Canada og er et atferdsbasert slaktesystem. Det er en forutsetning for dette systemet at fisken ankommer bedøvings- og bløggeenheten så lite stresset som mulig.

Laksen blir pumpet inn til et grunt mottakskammer eller kar. Karet er dekket til slik at laksen ikke har noen visuelle impulser. En kraftig vannstrøm settes opp i karet fra høyre til venstre side (ref. bilde). Laks har positiv rheotaxi, dvs. den vil orientere seg, og svømme mot vannstrøm.

Ved en gitt tetthet / fiskemengde vil laksen søke ut av karet gjennom fire åpninger/renner. Disse er regulert slik at kun en og en laks skal kunne entre hver renne. Gravitasjon og høydeforskjell fører laksen så raskt ned til første slagmaskin (slagenheten sees som en blå sylinder på bildet). Her blir laksen slått i hodet av et lett og hurtig stempel etter at hodet har truffet en avtrekker. Fisken påføres en kraftig hjernerystelse som gir umiddelbar bevisstløshet. Laksen faller videre til en konstruksjon som snur laksen 180 grader (engelsk: inverter). Konstruksjonen sees som en gjennomsiktig kanal på bilde 6. Laksen treffer på ny en avtrekker og et blad bløgger laksen. Nærmere opplysninger om dette systemet kan finnes på Seafood Innovations hjemmeside (<http://www.seafoodinnovations.com.au/>) eller ved å kontakte Stranda Prolog as.

Etter slag og bløgging renner laksen inn på et observasjonsbord inne i containeren. Laks som er dårlig bedøvet eller bløgget kan her bli individuelt behandlet. Observasjonstiden på bordet var ca 30 sekunder ved normal drift.



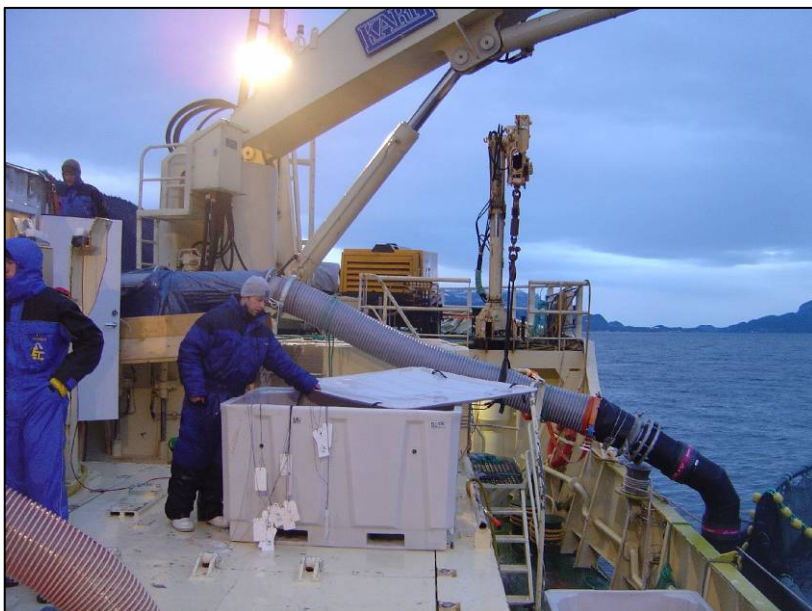
Bilde 13 Rigging av SI-5 systemet på Sørfolds shelterdekk.





Bilde 14 Ansvarlig for fullskalaforsøkene, fase2 – Stephen Harris tar ut fisk etter pumping for å dokumentere fysiologisk status.

### 3.9 Lagring av forsøksfisk



Bilde 15 All forsøksfisk ble individuelt merket, fikk blø ut i 25 minutter, sløyd og lagret i isvann (0 °C).



## 4 Resultater og diskusjon

### 4.1 Vurdering av pumper – måling av trykkpåvirkning på fisken

#### 4.1.1 Mammut

Mammutpumper er tidkrevende både i bruk og montering. Mammutpumpen er imidlertid svært skånsom, den baserer seg på kjent teknologi, den har ingen bevegelige deler og den er billig (50 – 80.000 NOK).

Den er skånsom i hovedsak fordi fisken går gjennom pumpen i en kontinuerlig strøm og at fisken normalt ikke opplever trykk under atmosfærisk trykk. Dette er altså innenfor normale trykkvariasjoner hos fisk. Pumpen er ikke ansett å være særlig effektiv, men har heller ikke vært gjenstand for noen teknologisk utvikling de siste 30-40 år. Mammutpumpen i dette forsøket var hele 18 meter dyp og 12" i diameter.



Bilde 16 Norges største mammutpumpe?

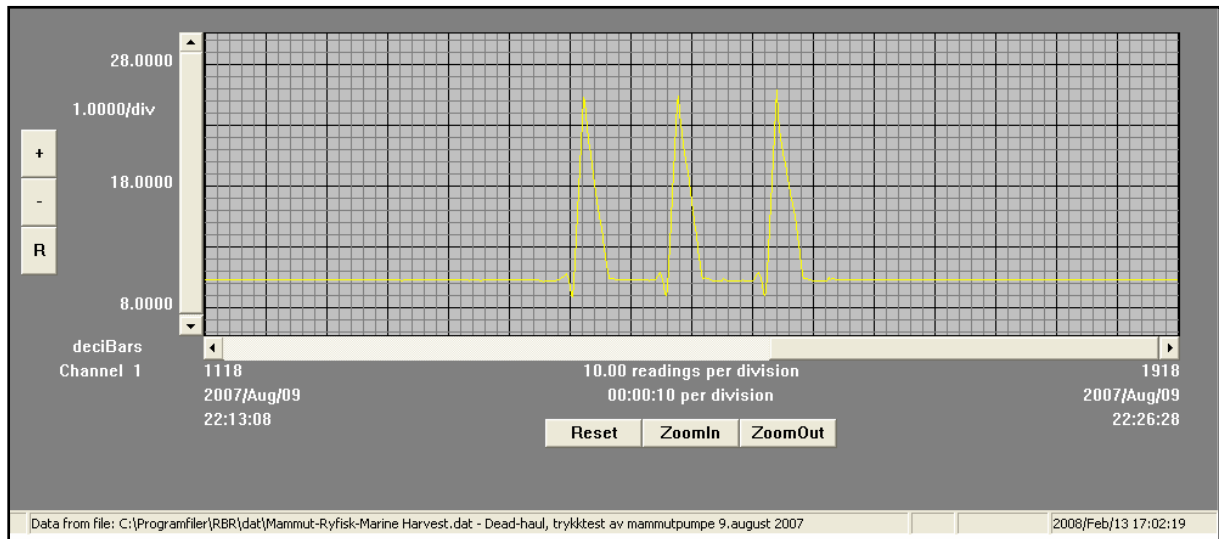
Luftinjiseringen nær pumpens dypeste punkt ble gjort gjennom en 1" trykkluftslange. En Atlas Copco 186 Screw ble benyttet som kompressor og pumpen var laget i PEHD, PN 4. PN 4 ble i ettertid vurdert som noe tynn for dette formålet og PN 6 anbefales derfor ved nye konstruksjoner. Det er svært sjeldent at mammutpumper brukes til å løfte høyere enn ca 1,5 til 2 meter. Den trenger da ikke å være dypere enn 3-4 meter. Ved konstruksjon av fremtidige slaktefartøy er det viktig at bedøving og avlaving blir lagt så nært havflaten som mulig.

Trykkmåling av pumper ble gjort med en RBR-trykkmåler. En måler ble lagt inne i en død laks og denne fisken ble deretter sendt gjentatte ganger gjennom pumpen. Resultatene gir en enkel trykkarakteristikk av hver pumpe (fysiske variable), men forteller lite om hvor skånsomme enhetene er.

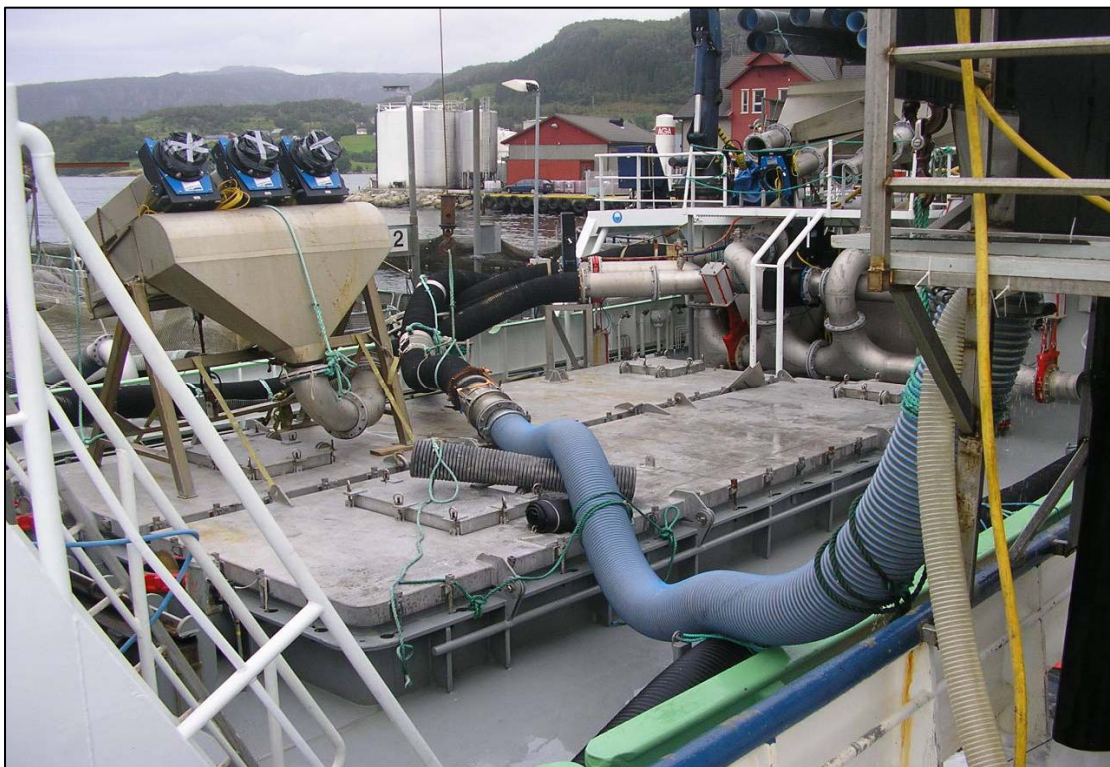


*Bilde 17 Trykksensoren ble lagt ned i den døde laksens mage.*





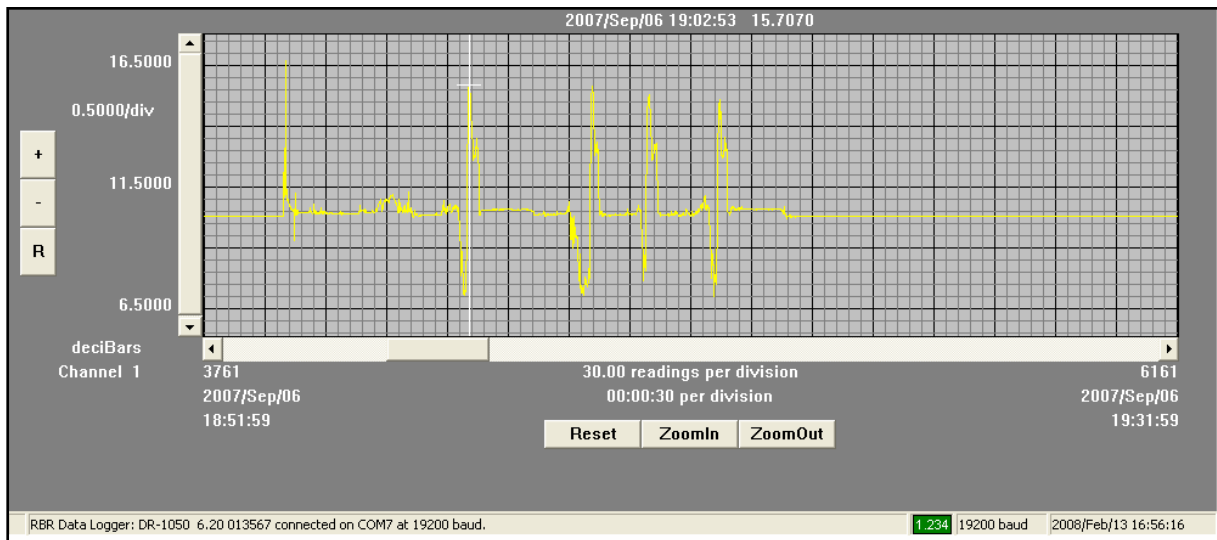
*Bilde 18 Målte trykkvariasjoner ved tre gjennomkjøringer av mammut-pumpen som ble brukt i forsøkene. Den gule horisontale streken representerer en atmosfæres trykk (omgivelsestrykk). Ved hver sekvens viser målingene et lite dropp under horisontallinjen. Dette er trykkreduksjonen fisken får når slangen går over flytekragen før den fortsetter ned til 2,7 atmosfæres trykk eller 17 meters dyp. Deretter synker trykket mot en atmosfære til fisken ankommer atferdskammeret.*



*Bilde 19 Laksen ankommer atferdskammeret via brønnbåtens vakuumpumper.*

## 4.1.2 Vakuum

Nesten alle brønnbåter har vakuumpumper i dag, som Marine Harvest sine to kontraherte brønnbåter, B/B Tauranga og B/B Øyfjord. Sistnevnte fartøy ble lagt mellom merden og M/K Sørfold slik at brønnbåten pumpet fisken om bord til bedøving og avliving. Pumpen er en Uren (VS 202312 L) fra 1998. Pumpen har en tank på 2000 liter og 12" rør. Kapasiteten er 4000 liter per minutt. Hver fylling og tømning av tanken tar derfor 30 sekunder.



Bilde 20 Trykkprofiler ved bruk av vakuumpumper. Til forskjell fra mammutpumper er det et tydelig trykkfall i sugesekvensen (vakuum).

Ved denne plasseringen av vakuumpumpen opplever laksen at omgivelsestrykket varierer fra en atmosfære for så å synke til om lag 0,7 atmosfære (tilsvarende lufttrykket ca 3000 meter over havflaten). Det negative undertrykket kan minimaliseres ved å senke vakuumpumpen så langt ned mot havflaten som mulig, helst under.

Vakuumpumper har mange fordeler i forhold til mammut:

- De er enkle å justere kapasitetsmessig
- De kan benyttes både til lasting og lossing
- De er ferdig installert og trenger lite preparering før arbeidet starter
- De er enkle å desinfisere
- De representerer en velprøvd teknologi

De har også noen negative sider:

- De påvirker fiskens naturlige atferd negativt og svimeslått fisk ble observert i forsøket
- Feil ved hydrolikk eller ventilinnstilling kan føre til tørrlegging eller skader på fisken.
- Vedlikehold kan kun utføres av leverandør/spesialist.
- De er dyre – en passende pumpe koster gjerne mer enn 2 000 000 NOK.

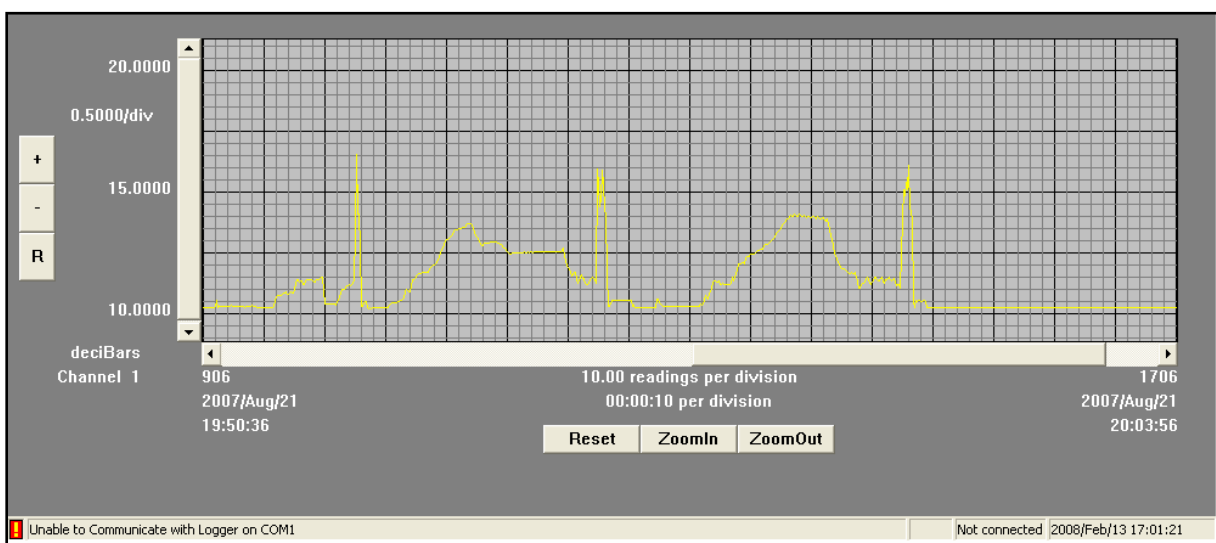
### 4.1.3 Impellerpumpe

Denne pumptypen har ikke vært brukt i forbindelse med slakting før og inngikk ikke i den opprinnelige forsøksplanen. Pumpen er ikke konstruert for å pumpe levende laks. Marine Harvest ønsket likevel å evaluere pumpen og et mindre antall fisk ble pumpet fra et normalt avkast (ventemerd) og inn til mottakskammeret i SI-5-systemet.



Bilde 21 Impellerpumpen, som i dette forsøket viste seg å påføre fisken skader.

Sentrifugalpumpe, impellerpumpe eller fiskepumpe har vært brukt i klekkerier i en årrekke. I tillegg brukes den ved sortering av småfisk noen steder (for eksempel i Tasmania). Pumpen er enerådende innen pelagiske fiskerier på grunn av stor kapasitet. Denne typen (Sea Quest) brukes av om lag 90 % av den norske snurpenotflåten.



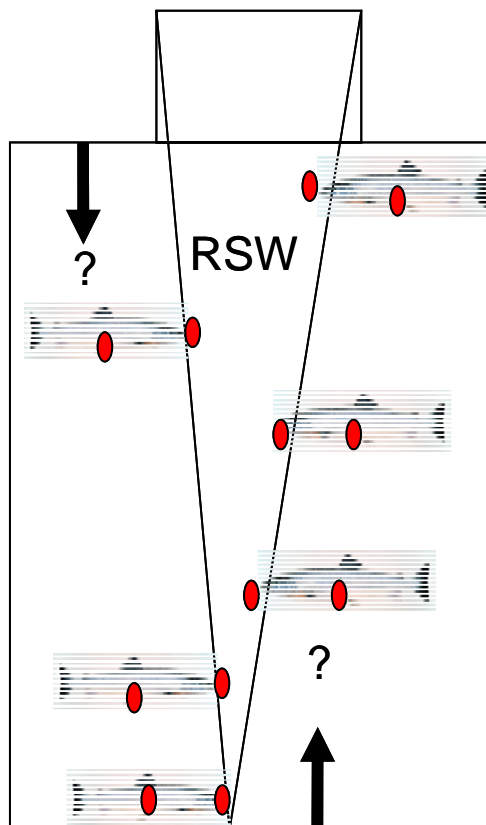
Bilde 22 Trykkprofilene til impellerpumpen er "uryddige".

Pumpen benytter 16" inntak og har en kapasitet på hele 8000 m<sup>3</sup> per time. Den er hydraulisk drevet (500 liter olje per minutt) under 200 bars trykk. Prisen er ca 350.000 NOK.

Pumpen viste seg umiddelbart uegnet for slakting. Fisk ble skadet av impellerne og en stor andel av laksen kunne ikke orientere seg i vannstrømmen i mottakskaret.

Trykkprofilene til impellerpumpen er noe "uryddig", men fisken opplever kun overtrykk. Dessverre blir fisken skadet i prosessen og denne type pumpe er derfor enn så lenge ikke aktuell innen slakting av oppdrettsfisk.

#### 4.2 RSW på M/K Sørfold: nedkjølingens forløp



Bilde 23 Skjematisk oversikt over hvordan laks med innvendig og utvendig temperaturlogging var montert i RSW-tanken om bord på Sørfold.

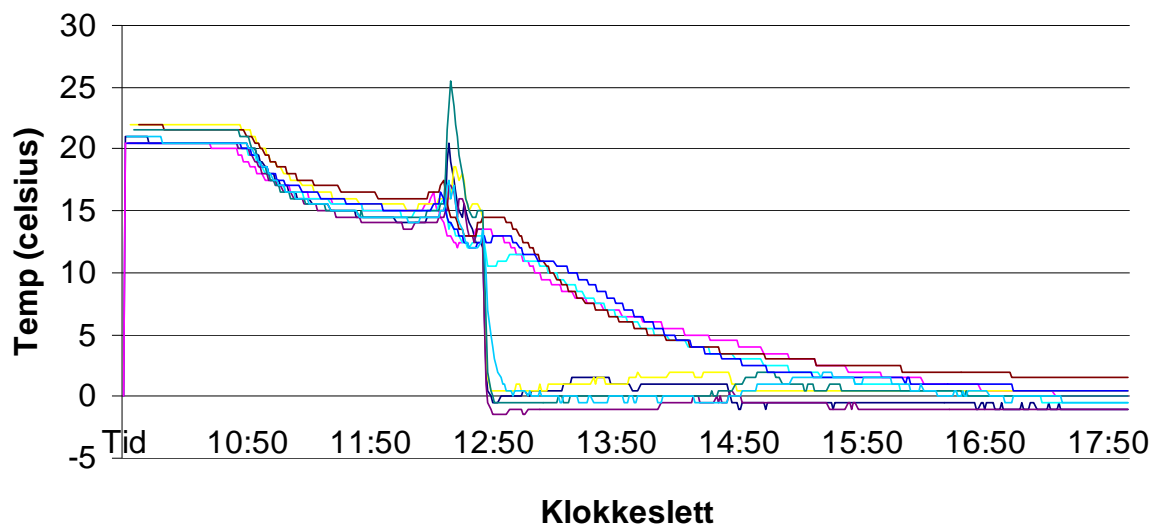
M/K Sørfold har en teoretisk kapasitet til å frakte mer enn 400 tonn bløgget og kjølt laks, eller omtrent det samme som verdens største brønnbåt for transport av levende laks.

For å måle kjølekurvene i fisken og kontrollere at all fisk ble likt behandlet ble det montert temperaturloggere både utenfor og inne i laksen som vist i figuren.

Resultatene viser som forventet et raskt temperaturfall utenfor fisken hvor temperaturen faller momentant ned til like under null grader. Inne i fisken faller temperaturen fra 15 grader (temperaturen i sjøen denne dagen) til 1,5 grader i løpet av tre timer.



## Sørfold-temperatur inne i, og utenfor laks



Figur 2 Temperaturforløp registrert på utsiden av, og inne i, fire nylig avlivede laks etter overføring (ca kl 12:50) til RSW tanken. På utsiden falt temperaturen hurtig fra 15 grader til null, mens temperaturen inne i laksen bruker mer enn 3,5 timer på samme temperaturfall.

### 4.3 Bedøvelse: råstoffkvalitet og dyrevelferd

#### 4.3.1 Elektrisk bedøvelse

Disse forsøkene har foregått parallelt med introduksjonen av nye slakteriforskrifter i Norge (slakteriforskriften trådte i kraft 1. januar 2007). Kravene til ny teknologi måtte derfor, i tillegg til de industrielle kravene til lang *pre rigor* tid og optimal kvalitet, også innebære at metodene skulle tilfredsstille disse nye kravene. Selv om dette temaet ikke var sentralt i forsøkene er det et visst grunnlag for også å konkludere i hvilken grad velferdsmessige forhold blir ivare tatt. Det kommer til å bli en ny evaluering av slaktemetodene i 2008 i regi av FHF hvor både dette og tre ulike elektriske system vil bli vurdert i forhold til velferd og kvalitet.

#### 4.3.2 Erfaringer med utstyr fra Seaside as

Montering av utstyr og innledende forsøk ble gjort ved ventemerdene på Ryfisk as. Det ble ikke gjennomført mange eksperimenter med elektrisk bedøvelse i dette forsøket, men testene med 40 V i fire sekunder ga en dårlig bedøvd laks og en skadefrekvens på henholdsvis 8 % (fra ventemerd) og 11 % (fra oppdrettsmerd). Dette, i tillegg til den korte *pre rigor* tiden og meget hard *rigor* medførte at bruk av elektrisitet til bedøvelse ikke ble benyttet i fullskalaforsøkene i fase 2.

### 4.4 Avliving/bedøvelse ved slag: utstyr fra Seafood Innovations (SI-5)

Dette systemet er avhengig av å behandle en fisk som er lite stresset og helst nær den fysiologiske tilstand fisken har i merden. Hvordan systemet fungerer i forhold til velferd er derfor i stor grad avhengig av hvor godt hele slaktelogistikken fungerer oppstrøms.

Ved fire anledninger ble det tatt ut laks som ikke var bløgget og som derfor bare hadde fått slag i hodet. I alt ble 120 individer tatt ut, 10 stykker hver gang, og observert i 10 minutter i et separat kar med vann. Alle fiskene var fullt bedøvet vurdert ut fra manglende egenbevegelse, manglende respons på berøring og fravær av øye- og gjellelokksreflekser. Bedøvelsen var i disse tilfellene irreversibel, da ingen fisk våknet opp igjen. Dette er i overensstemmelse med systemets spesifikasjoner som angir at en oppnår momentan bedøvelse og god bløgging på mer enn 98 % av fisken. SI-5 systemet stimulerer derfor til å optimalisere slakteprosessen, fra trenging til valg av pumpeplassering, vannkvalitet i mottakskaret osv.

Noen av forholdene som kan påvirke dette systemets prestasjoner og som i praksis krever justeringer kan være løftehøyde, pneumatikk (påvirker slagfunksjonen) og valg av pumpe. Stor løftehøyde eller en dårlig vakuumpumpe har i noen tilfeller ført til at 2-3 % av laksen blir så negativt påvirket at de ikke reagerer normalt på vannstrømmen inne i mottakskaret. Laksen kan ikke orientere seg i forhold til vannstrøm og kan ende "opp-ned" ut av tanken og inne i slag- og bløggelinjen. Laksen vil da få slaget på undersiden av hodet (i gjelleregionen) og bløgges ved å stikkes i hodet. Denne praksisen vil være i konflikt med slakteriforskriften, men skyldes altså utenforliggende omstendigheter (hard trenging, dårlig pumpe eller lignende). Systemet kan også være sårbart for pneumatiske problemer. Dårlig trykk kan føre til at en maskin ikke virker optimalt. Slaget blir ikke kraftig nok til å slå fisken bevisstløs. Slike feil oppdages raskt, men det synes likevel viktigere ved bruk av dette systemet at operatørene er godt trent og observante, sammenlignet med bruk av strøm og CO<sub>2</sub>.

#### 4.4.1 Treffsikkerhet vurdert ut fra behov for ekstra slag

Ved å telle antall fisk inn i systemet, ved slag og bløggerennen og registrere hvor mange som blir riktig behandlet kan man få en øyeblikksobservasjon av systemets "treffsikkerhet".

Ved å telle antall laks som forlater karet, blir slått og bløgget og sammenligner dette med antall laks som blir slått igjen ved etterkontrollen inne i containeren får man et estimat av presisjon og effektivitet. Disse observasjonene er gjort tilfeldig og er relativt usikre fordi man gjerne slår flere enn nødvendig i etterkontrollen. Tallene i tabell 1 representerer derfor et konservativt estimat av systemets "treffsikkerhet".\*

Tabell 1 Antall laks observert gjennom systemet og antall (og %) som ble slått på nytt inne i containeren.

Antall observert	Antall slått i container	% korrekt bedøvet
500	11	97,8
500	23	95,4
500	9	98,2
297	10	96,6
85	4	95,3
1222	70	94,3
550*	73	87,7
1003	23	97,7

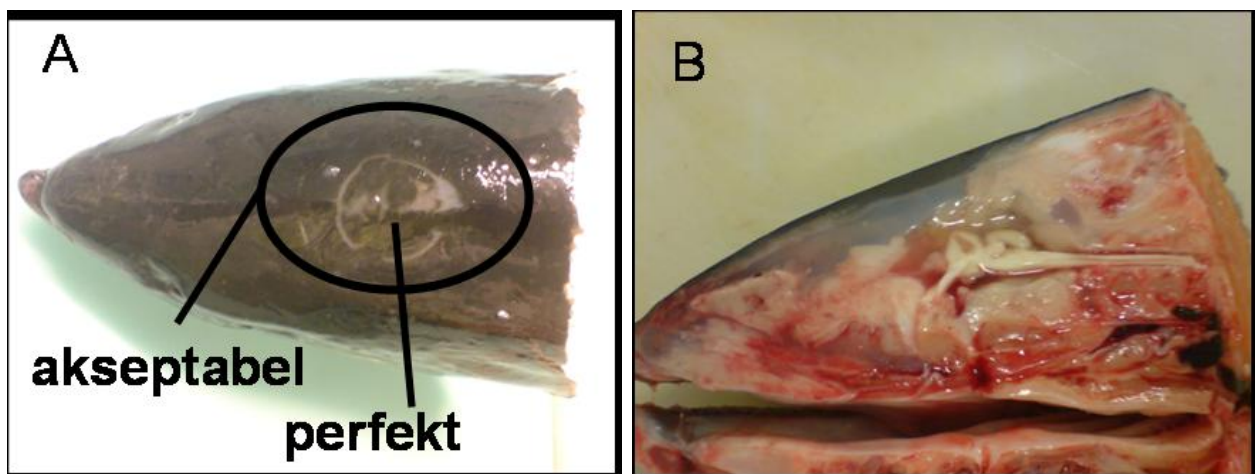
\* Ved den dårligste observasjonen var det ufullstendig lufttilførsel til en maskin. Før dette ble stoppet var det en kort periode 25 % feilslag. Denne feilen skjedde imidlertid bare en gang i forsøksperioden.

Marine Harvest har i samarbeid med Seafood Innovation utarbeidet følgende kriterier for slageffektivitet og rutiner for reaksjon:

1. Utmerket: 99 – 100 % blir slått ut med ett slag
2. Akseptabelt: 94 – 98 % blir slått ut med ett slag
3. Ikke akseptabelt: 90 – 94 % blir slått ut med ett slag
4. Alvorlige feil: mindre enn 90 % blir slått ut med ett slag. Slaktingen må stoppes og feilen finnes og utbedres
  - a. Ved feilslag må fisken kunne bedøves så raskt som mulig (back-up)
  - b. De vanligste årsaker til feil er:
    - For lite luft eller for lavt trykk
    - Feiljustert maskin
    - Mangelfull service eller vedlikehold

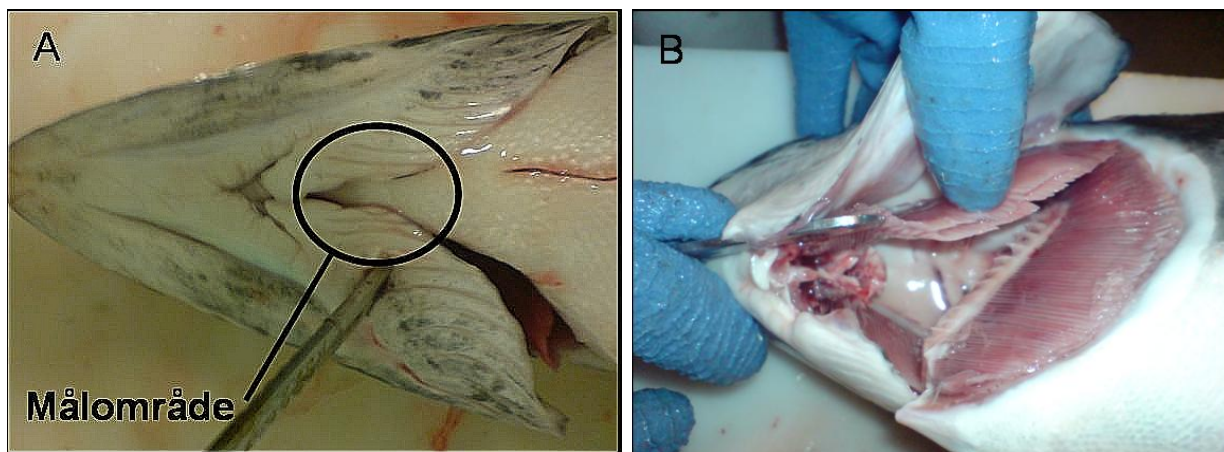
#### 4.4.2 Treffsikkerhet vurdert ut fra posisjonering av slag og bløgging

I forsøkene ble det også tatt ut 60 individer tilfeldig og evaluert i forhold til slag (posisjon) En del av hjernene ble dissekert ut. Det var tydelige blødninger i hjernebassene og makroskopisk synlige petechiale blødninger i mange av hjernene. Noen hjerner ble sendt til patologisk undersøkelse. Dette omfattet hjerner fra fisk med optimale treff og fisk som var truffet noe til siden, foran eller bak dette området. Foreløpige resultater tyder på at skadeomfanget tilsynelatende ikke å påvirkes av at treffstedet ligger noe utenfor det som etterstrebes.



*Bilde 24 Evalueringen av slageffektivitet er vanskelig fordi stempelet ikke alltid etterlater seg et tydelig merke som vist på bildet. Området på bilde A viser det området vi definerte som "perfekt" og akseptable, men også treff utenfor dette området kunne gi en blodfylt hjernebasse som vist på bilde B.*

Resultatene viste at 82 % av fisken (N=49) hadde fått et perfekt posisjonert slag, 10 % hadde fått et slag med akseptabel presisjon (N=6), og 8 % av fisken (N=5) hadde fått et slag som traff utenfor det akseptable området, eller som ikke var synlig.



*Bilde 25 Bildene viser inspeksjon av bløggessnittet, posisjon og dyp (A) og inspeksjon av gjellebuene for å vurdere mulighetene for god utblødning (B).*

De samme 60 individene ble også undersøkt for å finne presisjonen i bløggingen (posisjon og dyp). Av disse 60 individene fant vi tydelig bløgging på 53. Dette tallet er lavere enn Marine Harvests interne tall og denne stikkprøven er sannsynligvis ikke representativ for bløggemetoden.

Stikkets avstand fra snute var i gjennomsnitt 8,6 cm ( $\pm 2,0$  cm; N=53). 85 % av stikkene (N=51) var fullt akseptable og kuttet gjellebue(r) eller store blodkar, 15 % (N=9) av stikkene ble karakterisert som dårlige treff.

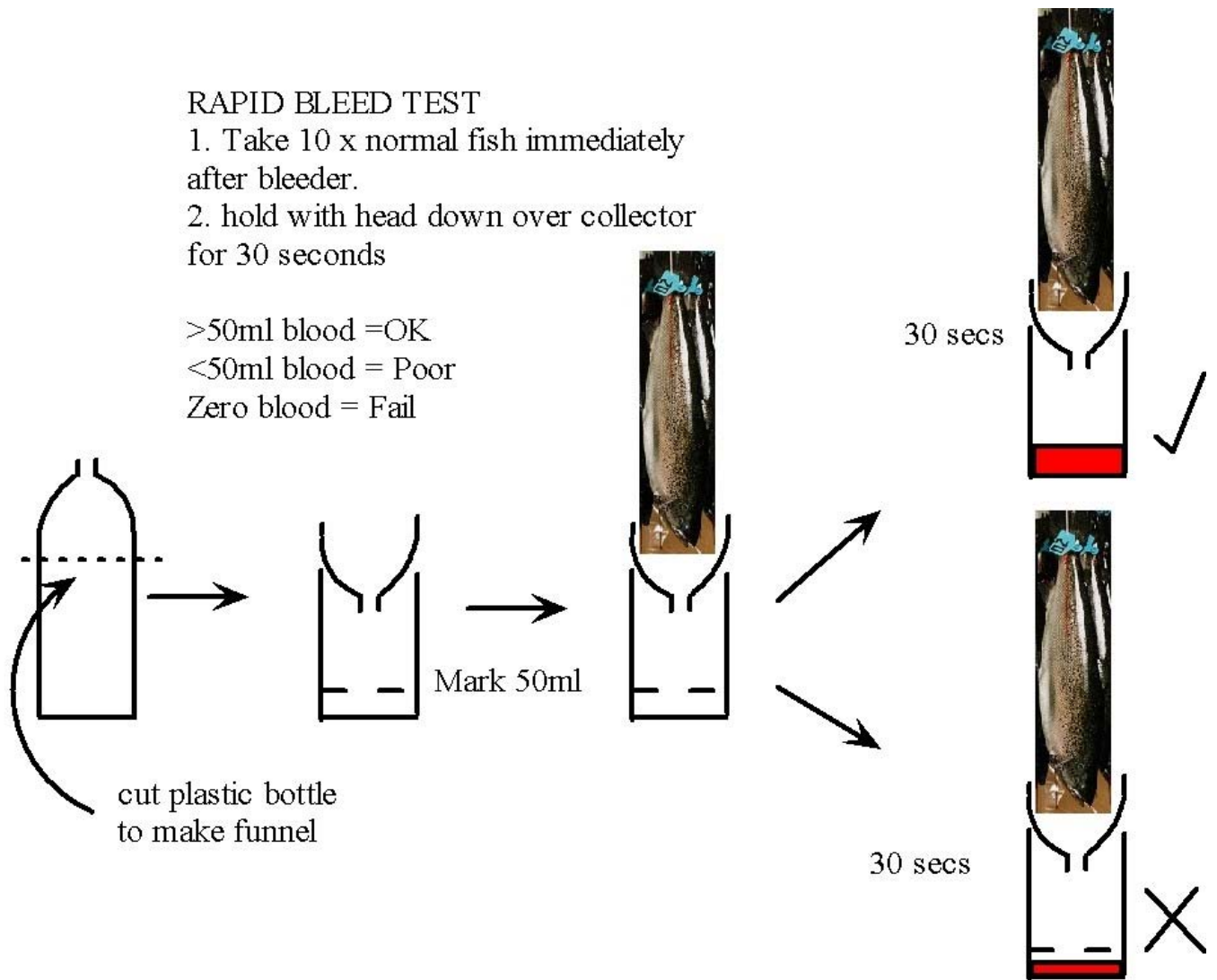
Stikkets dybde hadde i gjennomsnitt en avstand fra skinn på 4,0 cm ( $\pm 0,9$  cm; N=53). Relativt til mål; (kutting av blodkar eller gjellebuer): Perfekt = 37 (70 %), akseptable = 4 (7,5 %), dårlig treff = 12 (22,5 %).

Kriteriene kan synes for strenge fordi verken Marine Harvest eller Bolaks har påvist problemer knyttet til utblødning hos laks slaktet på denne måten. Utblødning kommer også til å inngå som dokumentasjon i evalueringsprosjektet i 2008. Inntil da har man utviklet en hurtigtest av utblødning:

### RAPID BLEED TEST

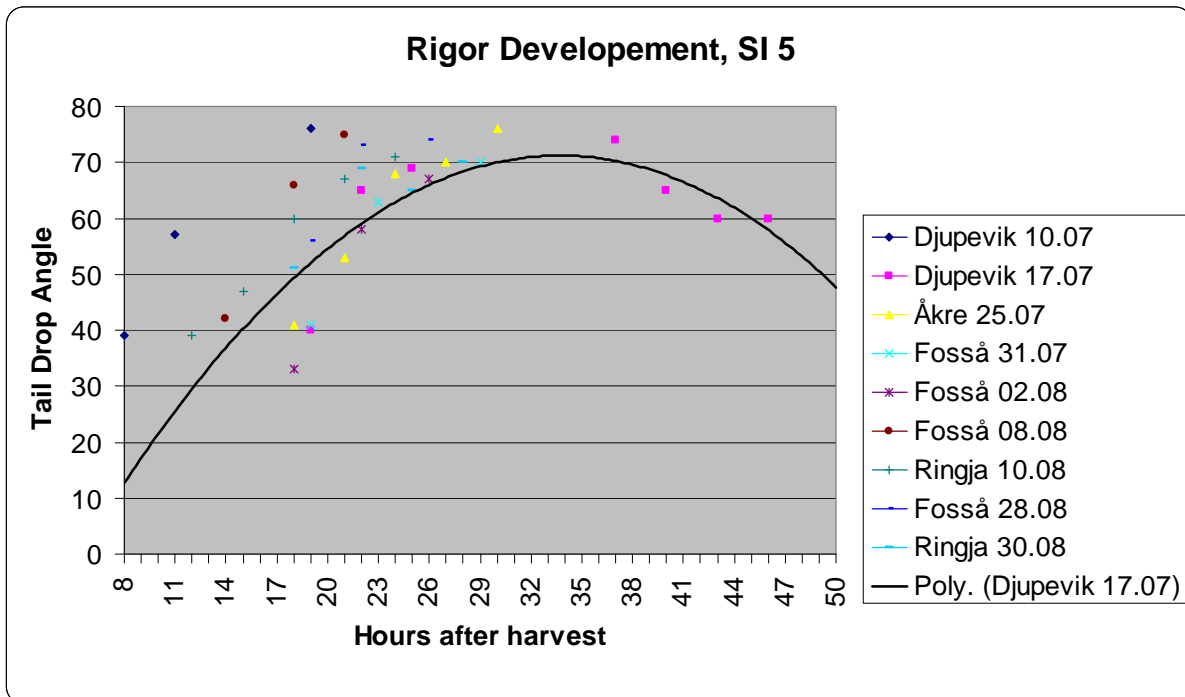
1. Take 10 x normal fish immediately after bleeder.
2. hold with head down over collector for 30 seconds

>50ml blood = OK  
<50ml blood = Poor  
Zero blood = Fail



Figur 3 On-line testing av utblødning (utviklet av Bruce Goodrick, Seafood Innovations, publisert i Marine Harvest interne rapport, S.Harris).

#### 4.5 Oversikt produksjonsresultater – Marine Harvest



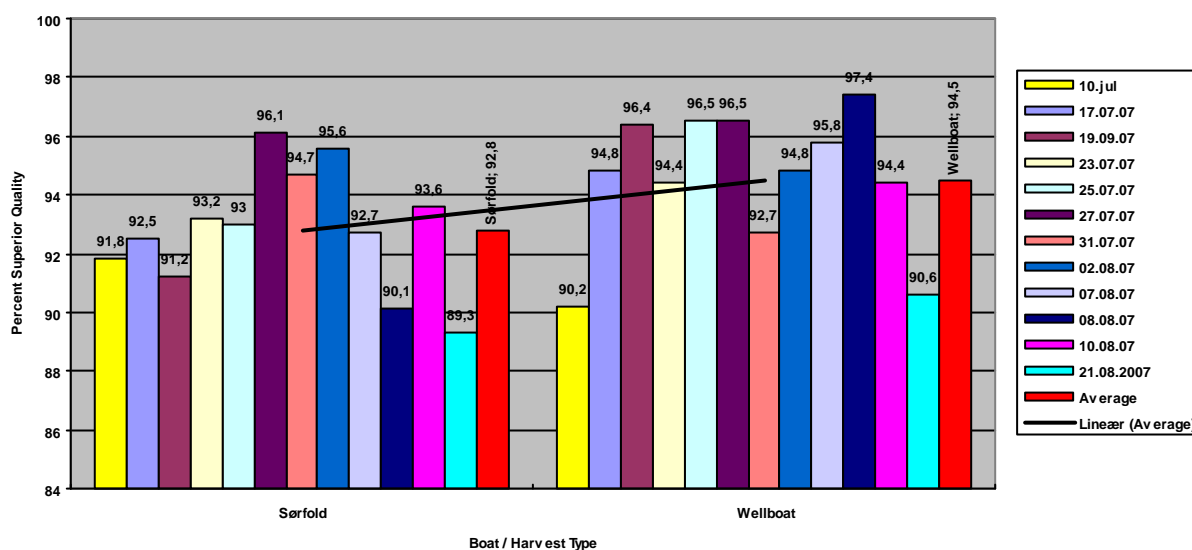
Figur 4 Marine Harvest sine egne målinger fra rigor-utviklingen ved 10 slaktere i løpet av sommeren (fase 2). Trendlinjen indikerer at forventet pre rigor tid er minst 24 timer (tail-drop mellom 60 og 70), men også at måten slaktingen er utført påvirker resultatet mye - data fra Marine Harvest interne rapport, S.Harris).

Disse målingene er utført etter at fisken er pumpet fra RSW-lagret fisk om bord (M/K Sørfold) og inn til anlegget (Ryfisk på Hjelmeland). Dersom dødsstivheten var startet under transporten, risikerer man at laksen blir "pumpet" ut av rigor mortis og at det man måler er inngangen til dødsstivhet nummer to. Dette må veies mot ulempene ved å lagre forsøksfisken separat i kar, en metode som ikke er identisk med bulktransport i RSW.

Resultatene fra Marine Harvests egen dokumentasjon og dette prosjektet er likevel ganske like og konklusjonen derfor den samme: god og skånsom slakting gir en pre rigor tid på minst ett døgn.

Slakteresultatet målt som andel superior laks har variert en del gjennom perioden og også mellom direkte slakting og tradisjonell transport med brønnbåt.

### Superior Percent:Sørfold / Wellboat



Figur 5 Andel superior fra M/K Sørfold vises til venstre og tilsvarende resultat fra samme anlegg transportert med brønnbåt (til høyre). Forskjellene er små og det er svake eller ingen systematiske tendenser. Gitt at dette er første periode med direkteslakting og at fartøyet ikke var konstruert for oppgaven, er det grunn til å anta at resultatet fra den direkte slaktede laksen vil bli enda bedre (data fra Marine Harvest interne rapport, S.Harris).

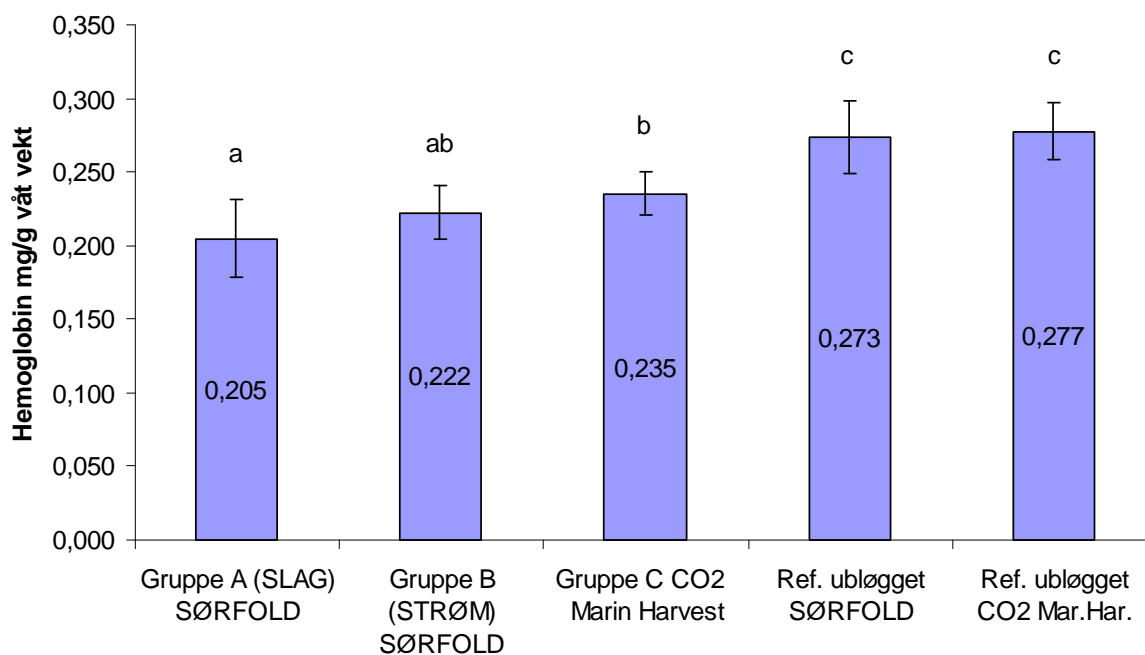
#### 4.6 Blodflekker i filet

Det er lite blod i en fiskemuskel og mengde blod vil også variere relativt lite med f. eks, aktivitet, stress og utmattelse. Hvor blodet er (i kar eller i vev) og i hvilken tilstand det er i (koagulert eller flytende) kan være viktigere enn mengde blod i fileten. Det er vanlig i industrien å gjennomføre såkalte "vakuum-tester" hvor en filet vakuumeres for å få frem blod. En venstre-filet skåret pre rigor vil gi mye blod i denne testen, høyre-fileten fra samme fisk, skåret post-rigor vil være "uten blod". I denne testen har vi sammenlignet tre ulike behandlinger av laksen med to referansegrupper (ubløgget laks). Gruppene var:

- Gruppe A: bedøvet med SI-5 systemet på Sørfold, bløgget for hånd
- Gruppe B: bedøvet med SI-5 systemet, stimulert med strøm (30 sekunder), bløgget for hånd
- Gruppe C: levende kjølt på Ryfisk, Hjelmeland, slått manuelt og bløgget for hånd
- Gruppe D: ubløgget fra Sørfold
- Gruppe D: ubløgget fra Ryfisk, Hjelmeland

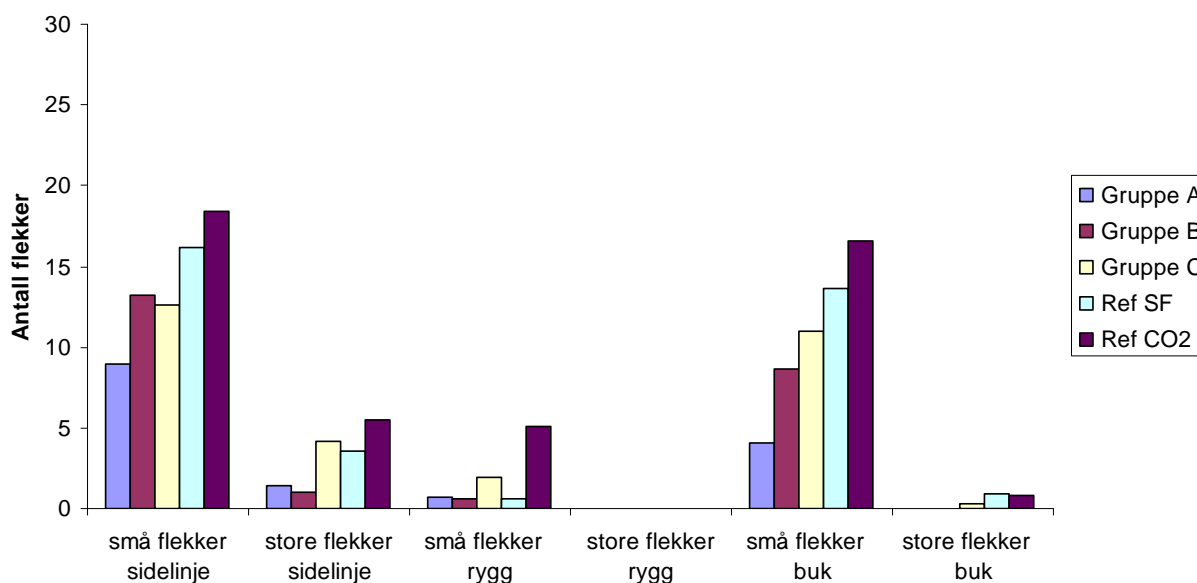


**Hemoglobin i lys muskel fra laks  
slaktet ved Marin Harvest 3-6.09.2007**



Figur 6 Forskjellene i mengde haemoglobin (mg/g våtvekt) er små, men økt muskelaktivitet (elektrisk stimulert eller via levende kjøling) tenderer til å føre til litt mer blod i fileten.

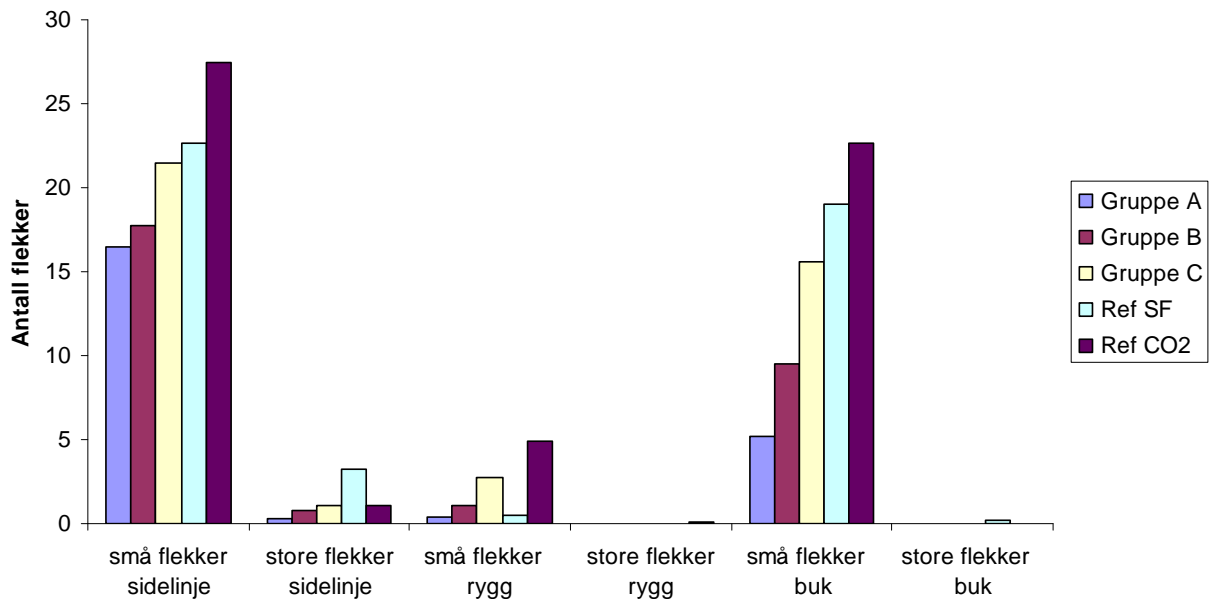
**Synlige blodflekker på overflaten av fillet**



Figur 7 Telling av synlige blodflekker på overflaten viser også de samme systematiske forskjellene.



### Synlige blodflekker 5 mm inn i fillet



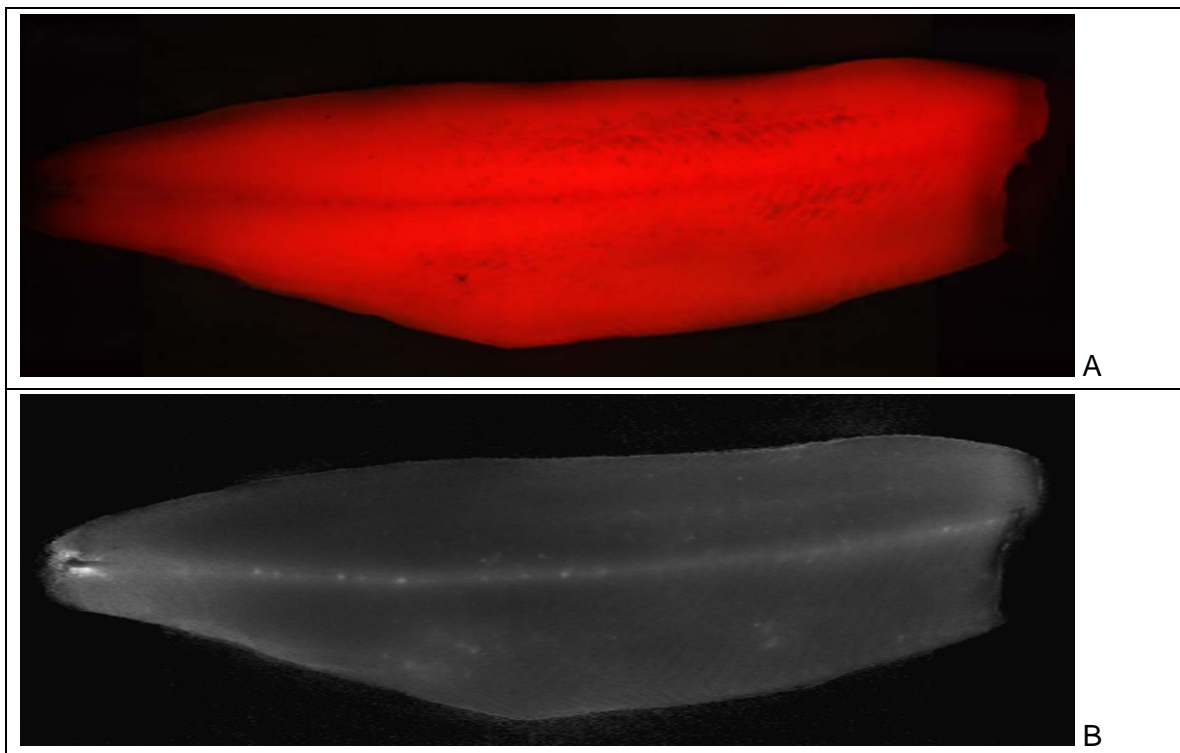
Figur 8. Antall blodflekker fem millimeter inn i fileten avhengig av slaktemetode.

#### 4.7 Ny lovende metode for "on-line" telling av blodflekker (hyperspektral avbildning)

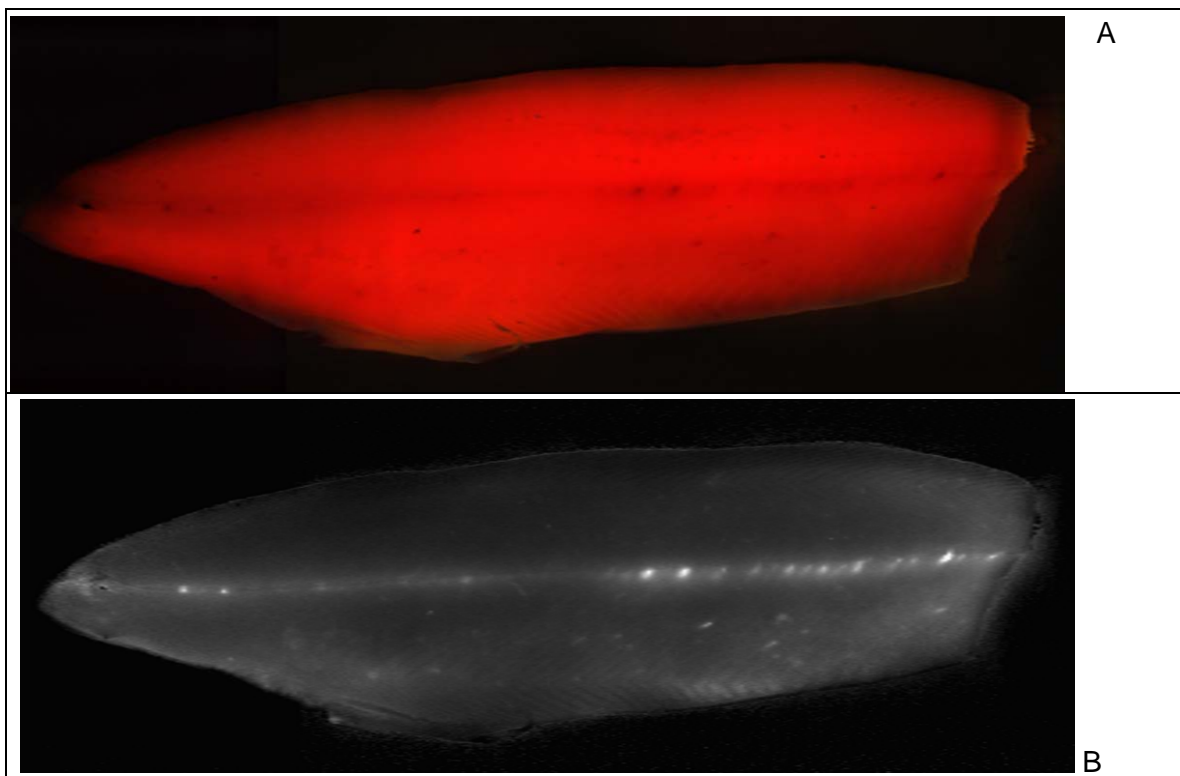
Utarbeidet av: Agnar H. Sivertsen, Karsten Heia og Heidi Nilsen, Nofima Marin

Metoden som her er brukt for å avbilde laksefiletene kalles avbildende spektroskopi eller hyperspektral avbildning. Metoden har en romlig oppløsning på 0,5 mm og en spektral oppløsning på 5 nm. Bildene inneholder, i tillegg til romlig informasjon, spektral informasjon for hver piksel i bildet. Ved å bruke kjente absorpsjonsbølglengder for blod og enkle bildebehandlingsteknikker kan man fremheve områder på laksefileten som inneholder blod. I Bilde 26 og 27 vises syntetiske fargebilder, av to ulike laksefileter, satt sammen av tre bølglengdekanaler fra instrumentet. (460nm, 550nm og 680nm). I bilde 26 B og 27 B ser vi analyseresultatet for fremheving av blod. Blodet fremkommer som lyse områder i bildet. Alle bildene er tatt opp med en transportbandhastighet på 80 cm/sekund.

Metoden kan benyttes for kvantifisering av mengde blod og posisjonen til blodet i fileten. I tillegg kan metoden benyttes for kalibrerte fargemålinger i henhold til ulike standarder (CIE, Roche etc.), måling av fett, deteksjon av melanin etc.

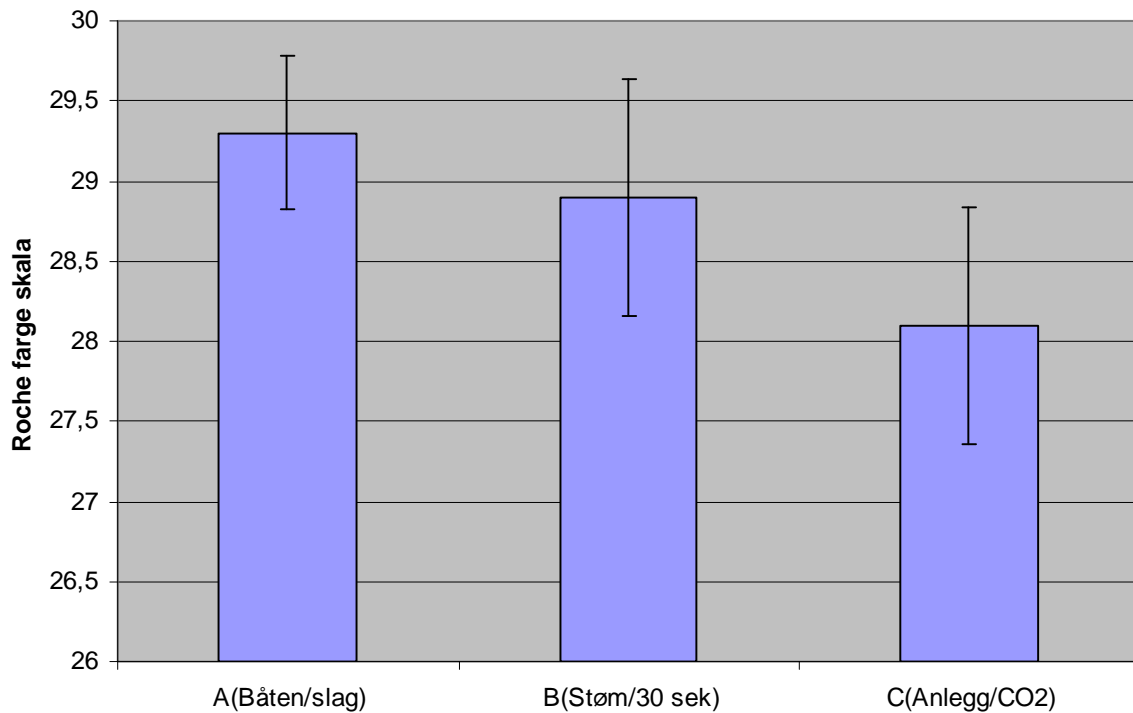


Bilde 26 *Bløgget laks avlivet med slag, og lite blodflekker.*



Bilde 27 *Ubløgget laks avlivet med slag etter levende kjøling med mange synlige blodflekker.*

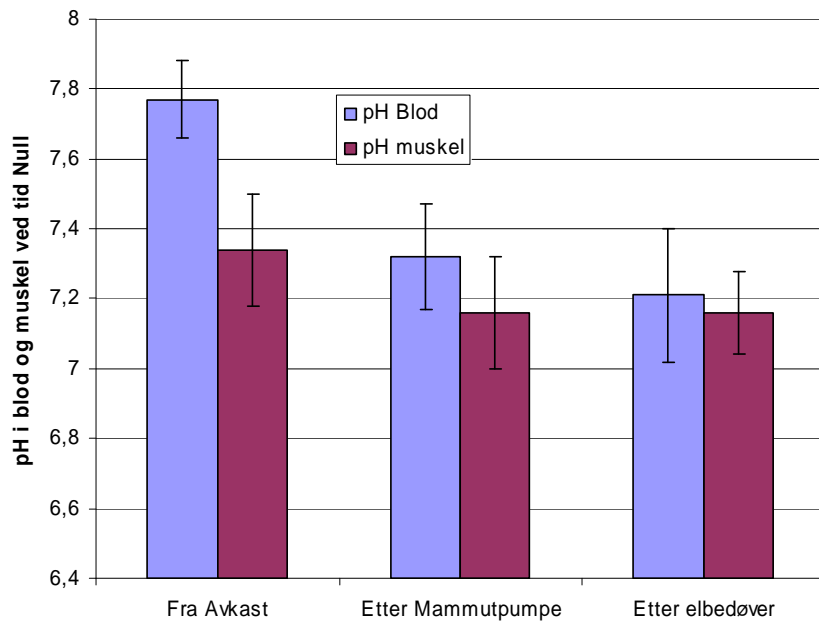
#### 4.8 Farge i filet



Figur 9 Fargeforskjeller mellom RSW-lagret laks og levende kjølt i forhold til filetfarge. Selv mer enn en uke etter slakting er denne forskjellen til stede.

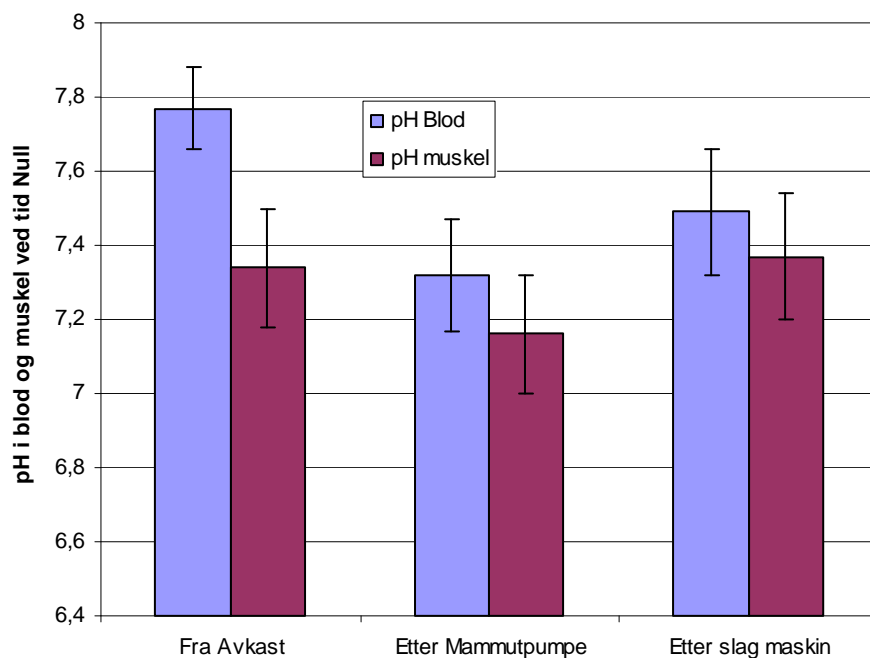
Slaktemetoden påvirker den sensoriske oppfattelsen av laksens farge; stresset fisk fremstår som blekere. I tillegg er det store forskjeller på skinnfarge mellom levende kjølt laks og RSW-lagret. Etter levende kjøling har ofte laksens skinnfarge et grønnlig skjær og er blekere.

#### 4.9 pH i blod og muskel, fase 1 og 2



Figur 10 pH i blod og muskel fra laks tatt direkte fra avkastet (i ventemerden), etter mammutpumpen og etter elektrisk bedøvelse.

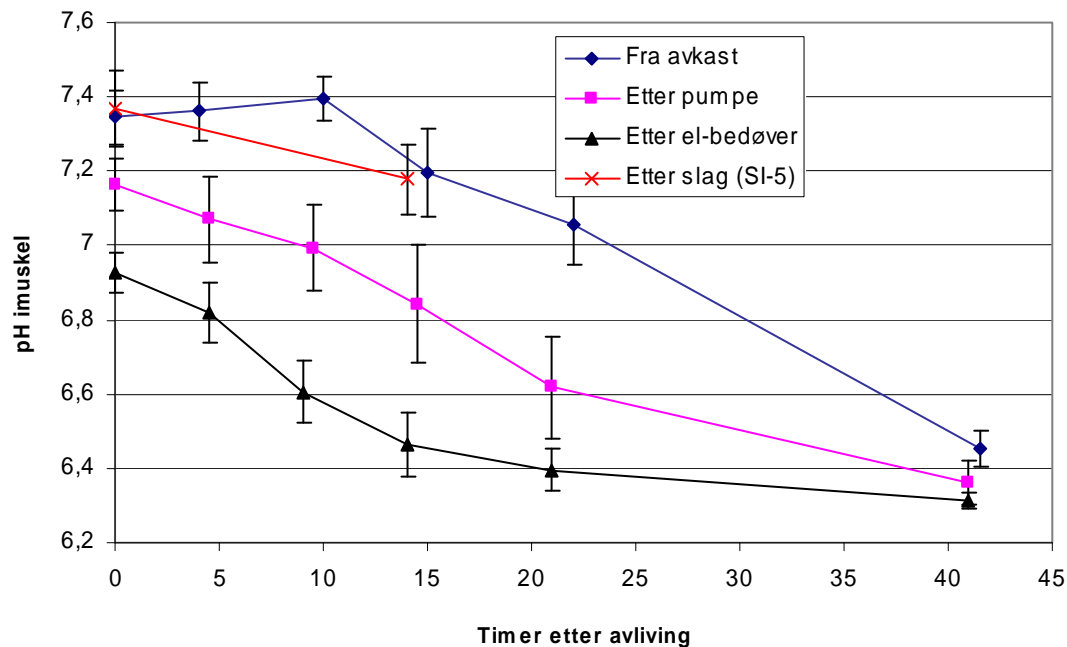
Mammutpumpen kommer her tilsynelatende dårligere ut enn forventet, noe som skyldes at det var vanskelig å avlive fisken raskt inne i containeren. Det tok 10-30 sekunder å få fisken avlivet, og dette stresset er tilstrekkelig for å senke pH i muskulaturen.



Figur 11 pH i blod og muskel fra ventemerde, etter mammutpumpe og etter slagbedøvelse.

Når fisken føres gjennom slagmaskinen (SI-5) i stedet for å avlives manuelt inne i containeren ("Etter mammutpumpe") er det små endringer i laksens muskel- og blod-pH og vi oppnår nær samme verdier som de vi finner i avkastet. Dette illustrerer igjen problemene knyttet til uttak av laks direkte etter pumping.

#### 4.9.1 Utvikling i pH post mortem fra ventemerdd

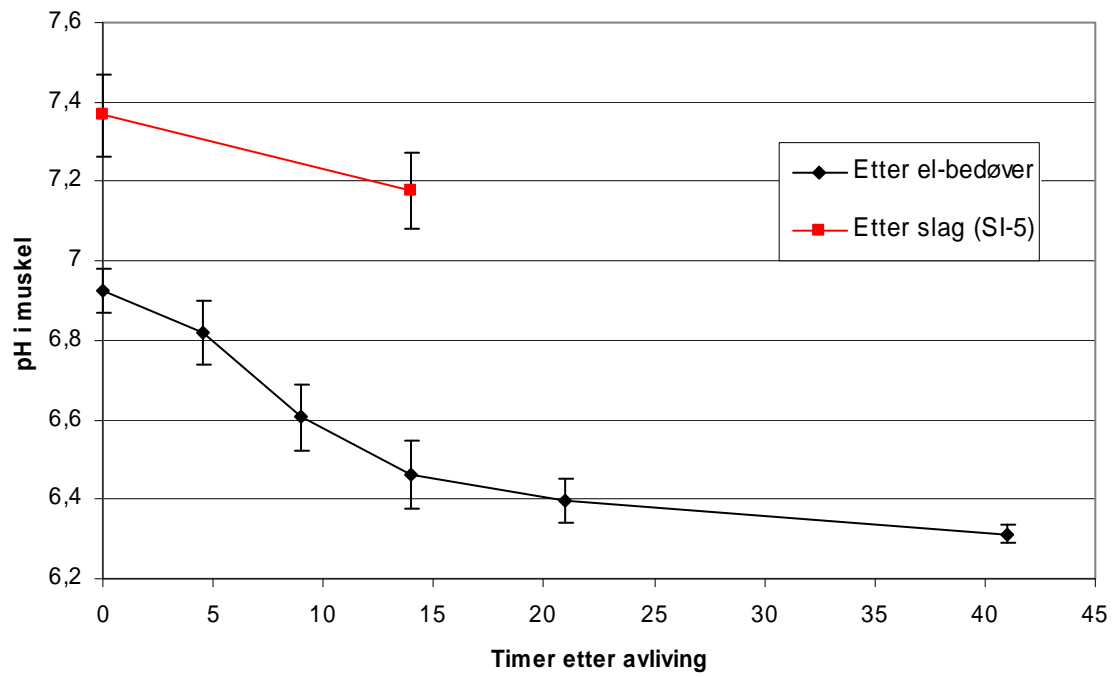


Figur 12 pH-utviklingen post mortem.

Utvikling i pH avspeiler de samme forskjellene mellom gruppene. Elølektrisk bedøving gir lavest pH kombinert med raskest fall gir kortest tid før rigor mortis (strøm). Den motsatte utvikling og høyest startnivå finner vi i avkast- og slaggruppen.

#### 4.9.2 Sammenligning av bedøving med strøm og slag på fisk slaktet fra ventemerdd

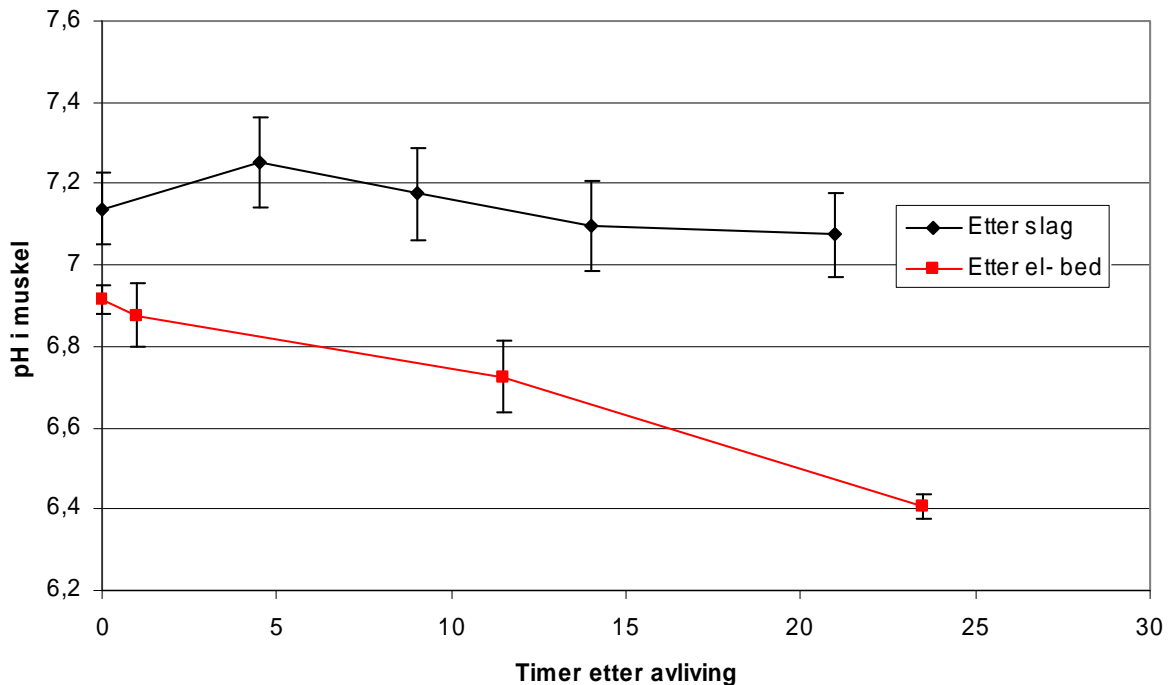
Laksen som stod i ventemerddene hadde vært igjennom trenging, pumping og transport ett døgn før forsøkene startet. Denne "belastningen" påvirker fisken og gjør sannsynligvis forskjellene mellom gruppene mindre. Selv om det ennå ikke er tilstrekkelig dokumentert for laks er det sannsynlig at gjentatte håndtering (utmattelser) reduserer laksens energinivå (ATP og glykogen) slik at den tåler mindre og mindre for hver håndtering. 1-2 døgn i ventemerdd er sannsynligvis ikke tilstrekkelig for full restitusjon.



Figur 13 *pH i muskel umiddelbart etter avliving og under lagring i de to alternative bedøvningsmetodene plottet mot hverandre.*

### 4.9.3 Sammenligning av bedøving med strøm og slag på fisk slaktet fra oppdrettsmerd

Det er ikke store forskjeller mellom ventemerid og oppdrettsmerd. Elektrisk stimulering av muskelen fører til en lavere pH og et raskere fall i pH .



Figur 14 Post mortem-utvikling av pH i muskel viser stabilt nivå hos laks avlivet med slag mot hurtig fallende pH hos strømbedøvd laks.

De to gruppene er likt behandlet utenom bedøvningsmetode. Strømeksposeringen reduserer muskel-pH og variasjonen.

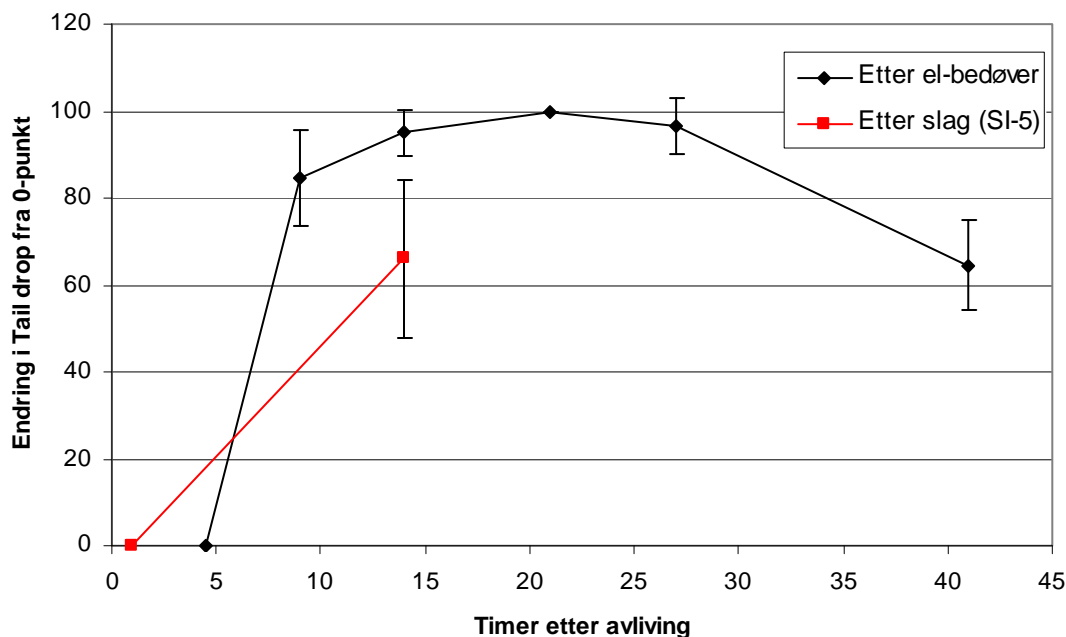
### 4.10 Rigor mortis, fase 1 og 2

For industrien er dette prosjektets viktigste del. For å kunne slakte fisk mange timer unna, transportere den i RSW og så sløye den, er lang pre rigor tid helt sentralt.

#### 4.10.1 Effekt av elektrisk bedøvelse

Selv om laksen her ble eksponert for elektrisitet i bare fire sekunder ble pre rigor tiden kraftig redusert. Ved denne innstillingen (40 V, 100 Hz) ble heller ikke full bedøvelse oppnådd hos all fisk. Metoden ville således ikke bli godkjent av Mattilsynet ved dette oppsettet. Om lag 10 % av fisken hadde ryggskader og blødninger i fileten. Det arbeides nå kontinuerlig med å utvikle og finne strømparameter som kan bedøve fisken raskt uten å skade og redusere fiskens kvalitet. Men, selv uten skader vil forkorting av pre rigor tiden utelukke bruk av strøm som metode for slakt direkte fra merd.

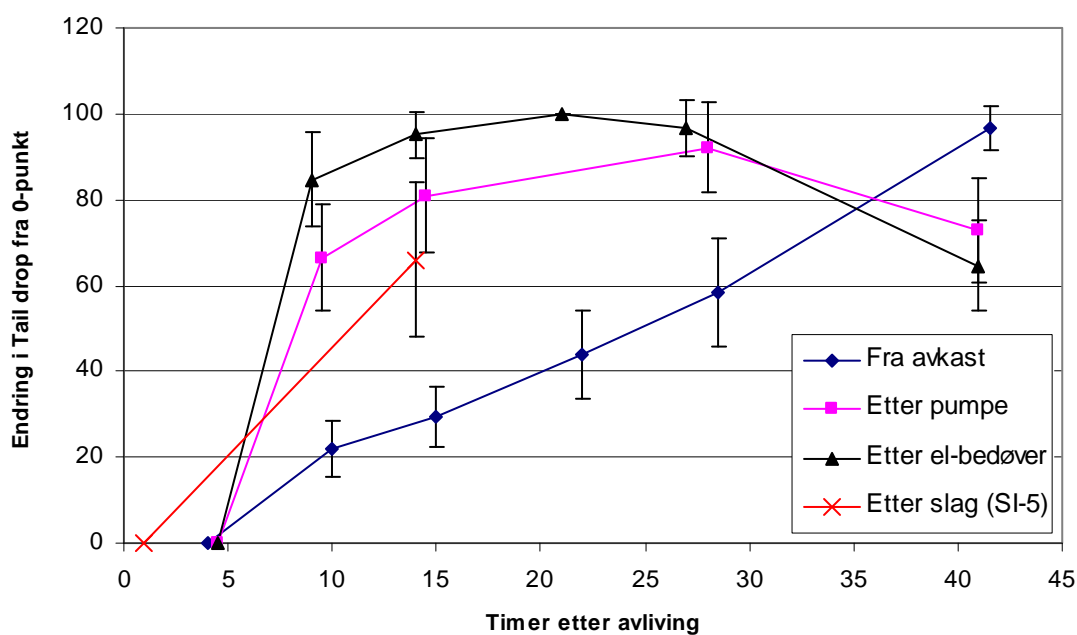




Figur 15 Utvikling av rigor, målt som tail-drop hos laks bedøvd med slag eller strøm.

Her er bedøvelse med strøm og slag sammenlignet. Mindre enn fire sekunder eksponering for strøm reduserer tid før industriell pre rigor-grense fra 14 timer (slag) til 7 timer (strøm). Dette komparative forsøket ble gjort fra ventemerdd ved Ryfisk og maksimal pre rigor tid er derfor kort.

#### 4.10.2 Utvikling i rigor mortis fra ventemerdd



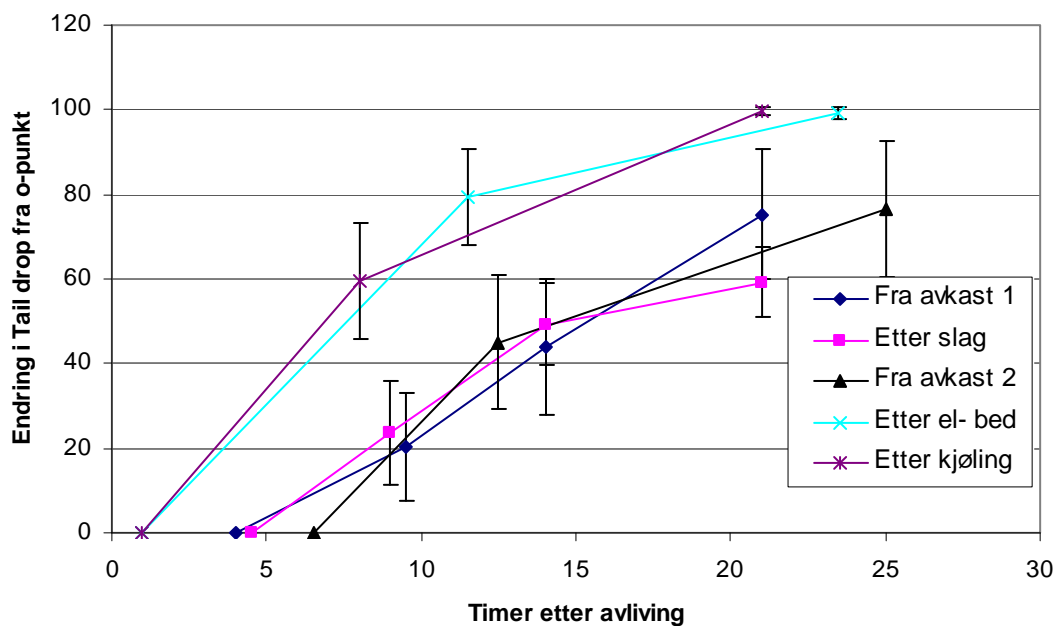
Figur 16 Utviklingen i rigor mortis for fire laks behandlet på fire ulike måter.

Den beste gruppen er (ikke overraskende) laks tatt direkte ut fra ventemerden. Det tar mer enn 30 timer før Tail-drop verdi når 60. Dårligste gruppe er fisk bedøvet med elektrisitet som oppnår verdi 60 allerede etter syv (7) timer.

#### 4.11 Fra oppdrettsmerd

I uke 7, 12.- 16. februar 2007, ble tilsvarende forsøk gjennomført med uttak direkte fra oppdrettsmerd.

##### 4.11.1 Utvikling i rigor mortis hos laks slaktet fra oppdrettsmerd

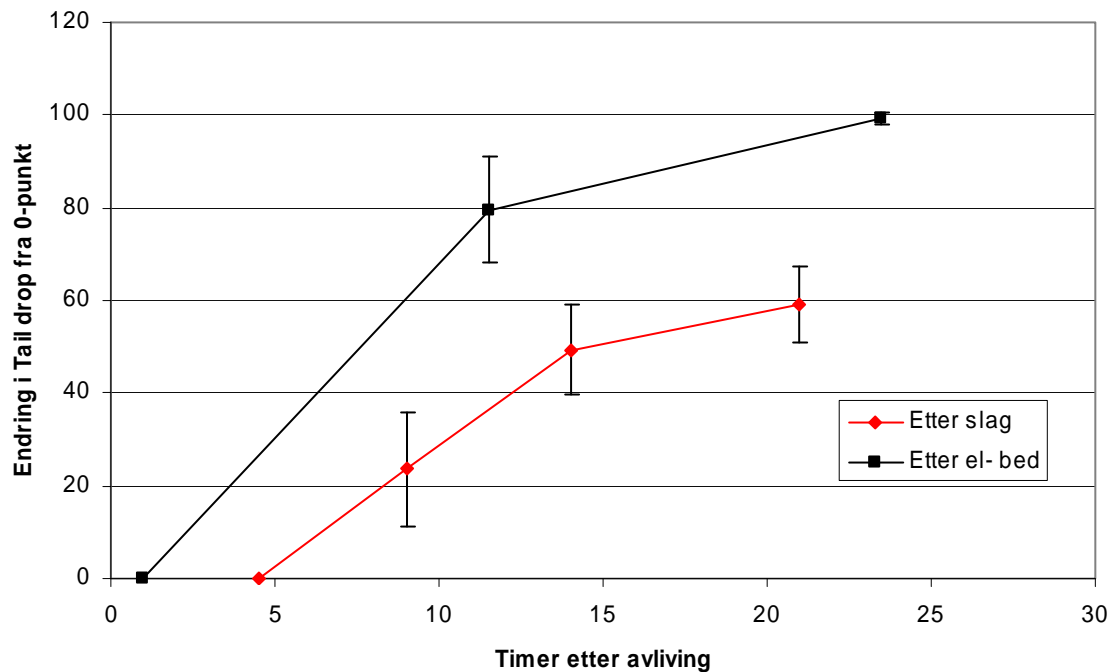


Figur 17 Utvikling i rigor mortis avhengig av behandling.

Forskjellene i rigor-utvikling er større her enn tilsvarende fra ventemerden. Levende kjøling og bedøving av strøm er like og laksen når tail-drop etter 7-8 timer. For de andre (2 fra avkast og en SI-5) er pre rigor tiden minst 20 timer.

#### 4.11.2 Sammenligning mellom bedøving med strøm og slag

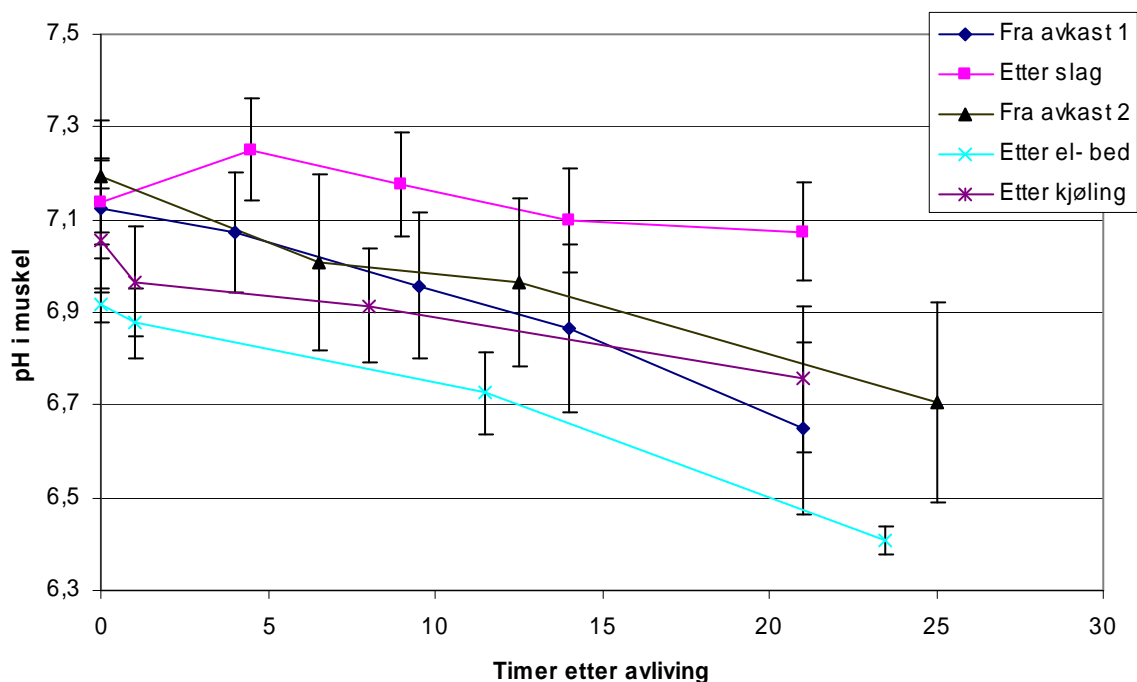
Tail-drop på 60 etter 22 timer er tilstrekkelig for selv lange transporter. Laks fra denne gruppen ble sløyd og filetert etter ca 30 timer uten at det ble registrert feilkutt eller spalting i fileten. Dette kan tyde på at "vinduet" i pre rigor tilstand er vesentlig større enn antatt. Det kan synes som om denne gruppen (SI-5-bedøvd og bløgget fra båt) aldri blir så dødsstiv at den ikke kan prosesseres. I så fall er pre rigor kun en teoretisk term og transportavstander (tid) avhengig av hygienemessige forhold og holdbarhet.



Figur 18 Effekt av fire sekunders eksponering for strøm på rigorutvikling.

#### 4.11.3 Utvikling i pH post-mortem

Alle grupper, unntatt "Etter slag", viser et kontinuerlig fall i pH etter avliving. For laksen som ble pumpet og avlivet med SI-5 er det ingen signifikant endring i muskel-pH i løpet av det første døgnet. Dette viser at laksen har store energireserver (ATP) og bufferkapasitet. Utviklingen forklarer også hvorfor denne gruppen ikke går inn i rigor mortis i løpet av det første døgnet.



Figur 19 pH-utvikling post mortem avhengig av behandling.

## 4.12 Mikrobiologisk analyse av islagret laks

### Formål

I dette forsøket ønsket en å kartlegge holdbarheten til laks slaktet med den nye metoden sammenlignet med laks slaktet på tradisjonell måte. Dette kapittelet omhandler de mikrobiologiske analysene som viser forløpet av bakterievekst i laks ved 20 døgns lagring på is. De to gruppene som ble sammenlignet er:

- S: slaktet med SI-5 systemet om bord på M/K Sørfold.
- R: slaktet på Ryfisk etter levende kjøling

### Gjennomføring

På grunn av transport av prøvemateriale fra Hjelmeland til Tromsø ble det ikke gjennomført analyse av laksen like etter slakting (nulluttaket). Første analyse skjedde etter fem døgns lagring på is (etter sløyning). Laksen ble deretter analysert etter 10, 15 og 20 døgns lagring på is. For hvert uttak ble fem laks analysert for totalt kimtall og mengde sulfidproduserende bakterier. Totalt ble det analysert 20 fisk per gruppe.

Uttaksdatoer 2007:

Dag 0-slakting	tirsdag 3. september
Dag 6	mandag 10. september
Dag 10	fredag 14. september
Dag 15	onsdag 19. september
Dag 20	mandag 24. september

## Resultater

Det første uttaket ble gjort den 14/9, etter 10-11 dagers lagring på is. For hver av de to gruppene ble fem fisk analysert. Sterile prøver ble tatt ut fra tykkfiskmuskelen (loins), om lag 15 gram per fisk. Det ble ikke registrert detekterbare nivå i det første uttaket. Deteksjonsnivået er på 50 bakterier/g.

Dette var også tilfellet ved andre uttaket den 19/ etter 15/16 dagers lagring på is.

Ved det siste uttaket (24. september), etter 20/21 dager lagring på is ble det målt bakterievekst både for gruppe S og gruppe R. Resultatene er vist i tabell 1 og 2.

Tabell 2 Bakterieinnhold for gruppe S, (slaktet med SI-5 systemet om bord på M/K Sørfold) ved uttak den 24/9. I.d. = ikke detekterbare nivå.

Fisk	Totalt kimtall	Sulfidprodusenter
1	i.d.	i.d.
2	50	i.d.
3	50	i.d.
4	i.d.	i.d.
5	200	i.d.
<b>Snitt</b>	60	---
<b>St.avvik</b>	82	---

- Tabell 3 Bakterieinnhold for gruppe R (slaktet på Ryfisk etter levende kjøling) ved uttak den 24/9. I.d. = ikke detekterbare nivå.

Fisk	Totalt kimtall	Sulfidprodusenter
1	i.d.	i.d.
2	650	i.d.
3	650	i.d.
4	270000	15000
5	4000	i.d.
<b>Snitt</b>	55060	3000
<b>St.avvik</b>	120165	6708

For gruppe S var bakterieinnholdet lavt eller under deteksjonsnivå for alle individer, med et gjennomsnitt like over deteksjonsnivået (60 bakterier/g). Det ble ikke funnet sulfidproduserende bakterier. Analysene av gruppe R viste meget stor spredning i totalt bakterieinnhold, fra under deteksjonsnivå (50/g) til  $2,7 \times 10^5$  bakterier/g. Gjennomsnittsverdien lå på  $5,5 \times 10^4$  bakterier/g. I en av fem individer ble det funnet sulfidproduserende bakterier, med et nivå på  $1,5 \times 10^4$  bakterier/g.

Som vi ser i tabell 1 og 2 har gruppe S fortsatt et meget lavt bakterieinnhold ved det siste uttaket. Bakterienivået er litt høyere for gruppe R enn S for fire av fem individer. Fisk nummer R-4 har derimot et stort avvik i kimtallsnivå i forhold til de andre fiskene i samme gruppe, uvisst av hvilken årsak.



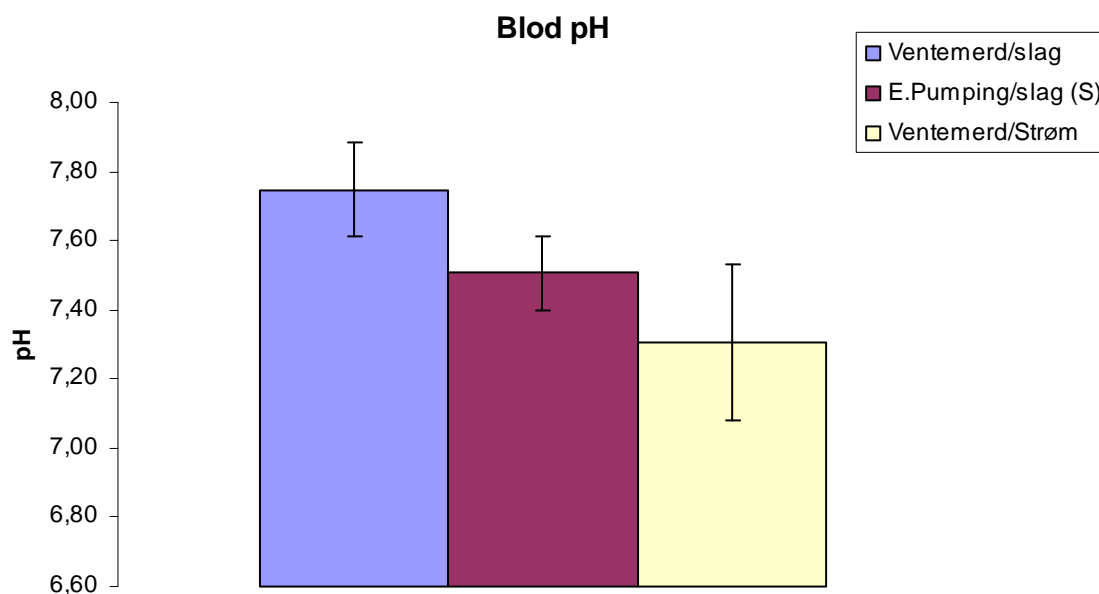
Ser en bort fra fisk R-4 har begge gruppene et lavt bakterieinnhold ved det siste uttaket, men gruppe R har likevel rundt 10-20 ganger mer bakterier enn gruppe S. En foreløpig, og konservativ konklusjon er at direkteslakting fra oppdrettsmerd og transport i RSW ikke fører til mer bakterievekst i laksens muskulatur.

#### 4.13 Fase 2 – fullskala

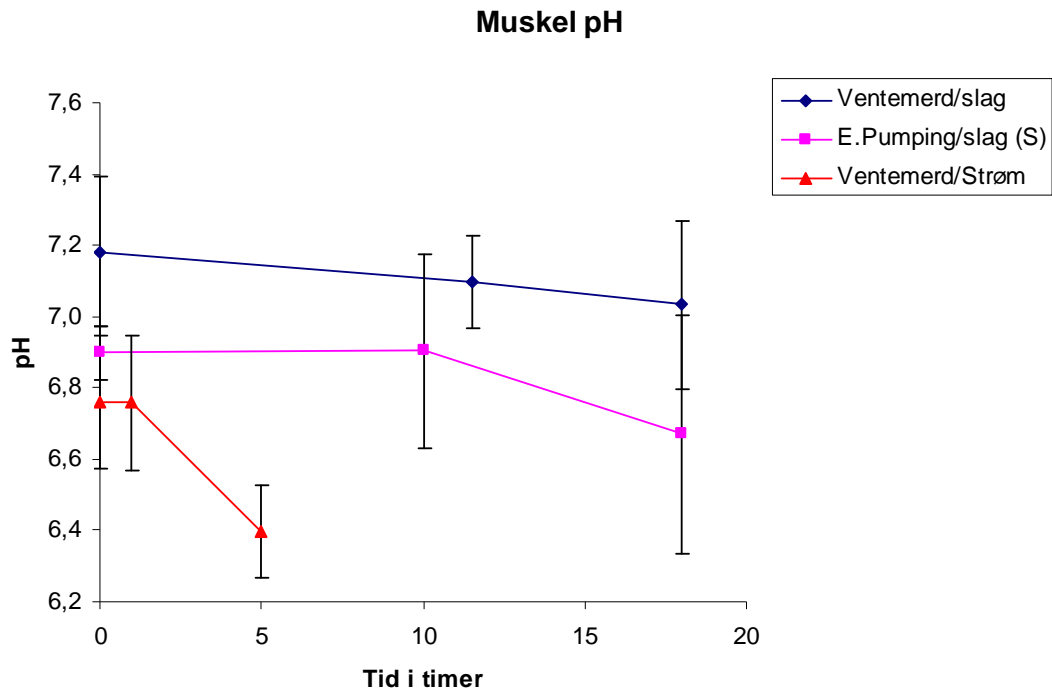
Resultatene i fase to var som forventet; utvikling av pH og *Rigor mortis* var lik den vi hadde funnet i forsøkets første del. Oppsummeringen av forsøkene ved Ryfisk, Marine Harvest-region sør er gitt gjennom Marine Harvests rapportering. På slutten av fase to ble M/K Sørfold flyttet til anlegget på Hærøy utenfor Sandnessjøen. Anlegget hadde en fullskala strømbedøver (Seaside as) slik at komparative forsøk kunne gjennomføres. Laksen er her eksponert for 40 V og 100 Hz i ca 15 sekunder.

#### 4.14 pH, slakting på Hærøy

Forskjellene i pH i blod viser tydelig hvilken effekt behandlingen har gjennom økt svømmeaktivitet og stress. pH i blod faller fra  $7,75 \pm 0,14$  (i merd) til  $7,51 \pm 0,11$ , etter pumping om bord i M/K Sørfold og avlivet med SI-5 systemet ned til  $7,31 \pm 0,23$  etter at laksen er pumpet inn fra ventemerde og bedøvet med strøm.

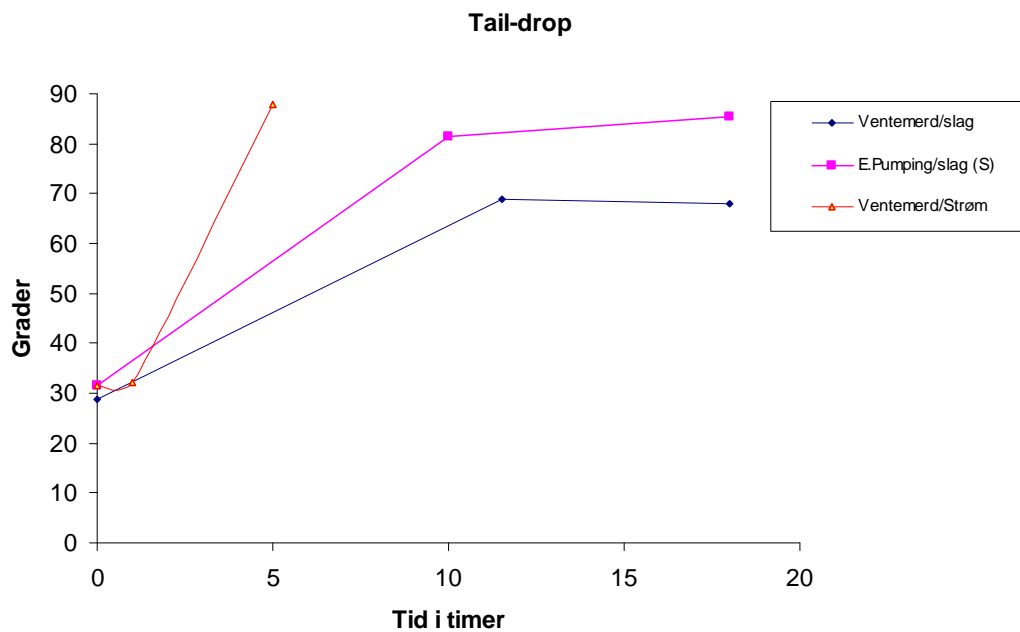


Figur 20 Forskjeller i blod-pH avhengig av behandling.

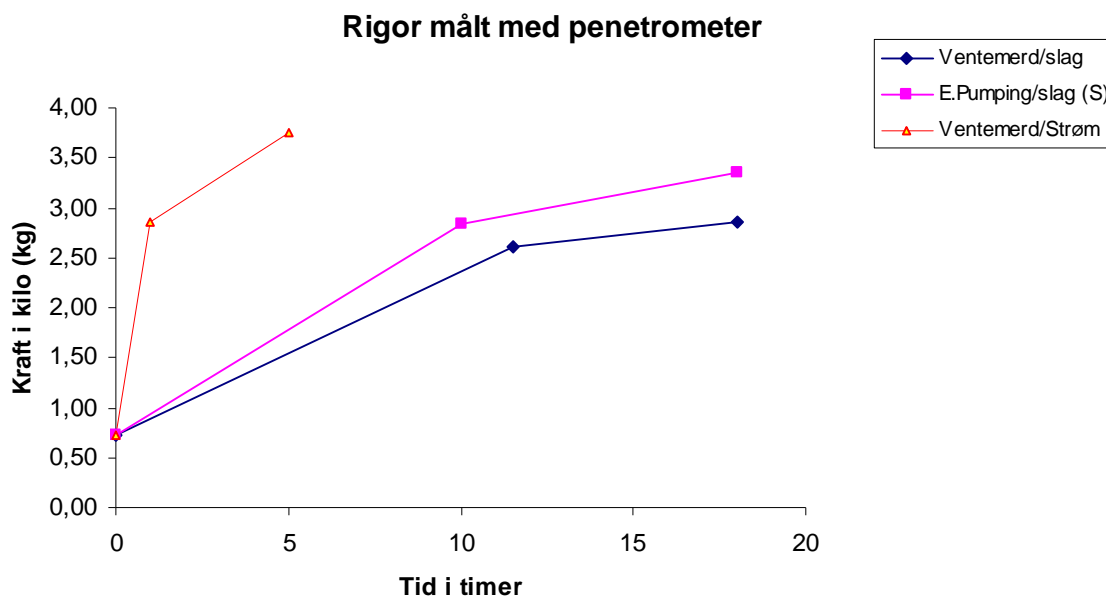


Figur 21 Utvikling i muskel-pH post mortem avhengig av behandling.

pH i muskel viser en tilsvarende utvikling; laks direkte fra ventemerdd og laks pumpet og bedøvd med SI-5 har et langsamt fall i pH, mens laksen som er bedøvd med strøm har både et lavere pH nivå initialt og faller raskere.



Figur 22 Utvikling i "tail-drop" avhengig av behandling.

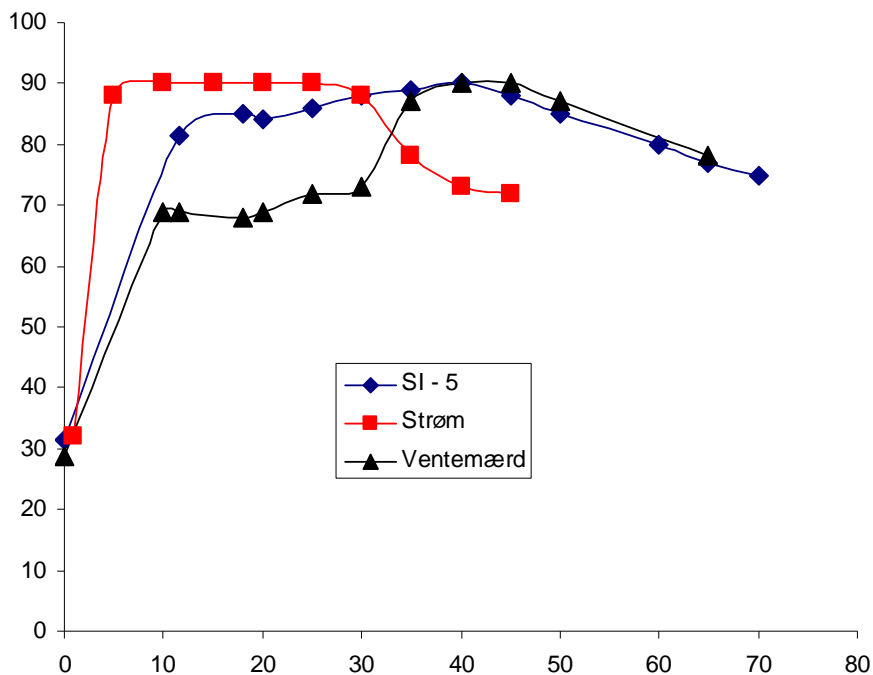


Figur 23 Utvikling i rigor mortis målt med Penetrometer.

Ikke overraskende følger utviklingen i dødsstivheten samme mønster og også her.

#### 4.15 Rigor mortis - forløp og varighet

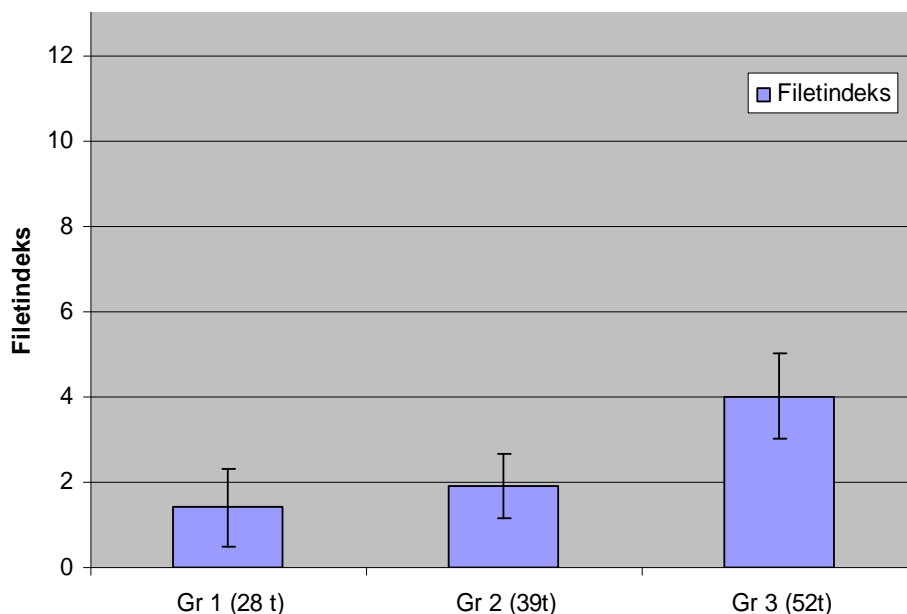
Figuren viser forløp og varighet av *Rigor mortis* Elektrisk bedøvet laks går raskest inn i rigor, men også først ut (etter ca 35 timer på is). Laks tatt ut ved ventemerdd går inn i *R.m* omtrent når den elektrisk bedøvede går ut (35 timer) og ut av *R.m* etter ca 48 timer. Laks pumpet med vakuumpumpe og slaktet via SI-5 systemet går in i rigor etter 15-20 timer, men bruker like lang tid til den går ut av dødsstivheten.



Figur 24 Elektrisk bedøvd laks går først inn i rigor mortis og først ut. Bruk av vakuumpumpe fører til at laks går inn i rigor etter ca. 12 timer mot ca 35 timer dersom laksen blir slaktet direkte fra merden.

#### 4.16 Rigor mortis vs. sløyning og filetering

Filetindeks er en sensorisk evaluering med hensyn til lukt, farge, konsistens og overflate. Beste karakter for hver egenskap er 0, dårligste er 3. Hver filet kan derfor få maksimalt 12 poeng. Vurderingen blir sammenlignet med prosessansvarlig hos Marine Harvest i forhold til om fileten var egnet for videre produksjon eller ikke.



Figur 25 Filetindeks (kvalitet) i forhold til lagring i RSW.

For å finne ut hvor lenge bløgget laks kan ligge i RSW før det oppstår tap av utbytte fra sløyting eller filetering ble grupper á 50 laks lagret i RSW på kjølerom.

Lagringsbetingelsene simulerer transport- og lagringsbetingelsene om bord på M/K Sørfold. Som tidligere gikk laksen inn i en svak dødsstivhet etter om lag ett døgn. Dødsstivheten var kraftig nok til å gi fullt utslag (90) på tail-drop testen. Operatør av sløyemaskin vurderer imidlertid laksen til å være "myk i det meste av hovedmuskulaturen" og smidig nok til å prosesseres.

Tabell 4 Grupper av bløgget laks lagret i RSW.

Timer lagret i RSW	Temperatur (°C)	pH	Sensorikk
28	0,8 ± 0,5	6,4 ± 0,15	1,4 ± 0,9
39	1,5 ± 0,4	6,3 ± 0,03	1,9 ± 0,7
52	0,7 ± 0,5	6,4 ± 0,08	4,0 ± 1,0

Det ble ikke registrert sløye eller fileteringsfeil på laks lagret i RSW i 28, 39 eller 52 timer, men fisk lagret i 52 timer fikk alvorlig spalting og ble vurdert som uegnet til videre bearbeiding.

#### 4.17 QIM

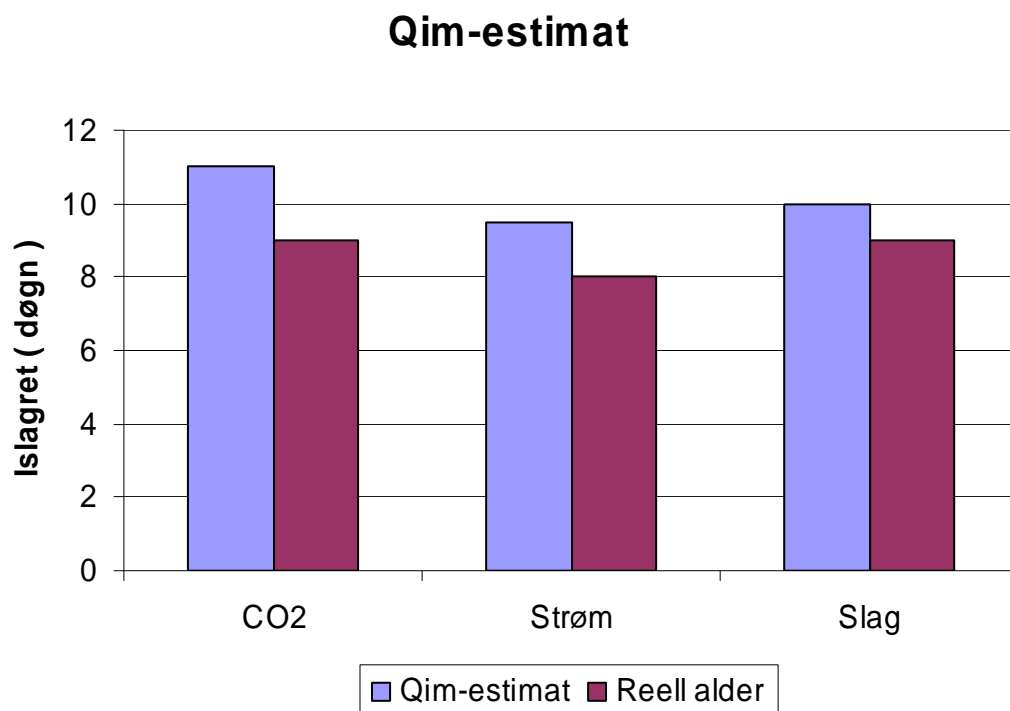
Tre grupper laks ble sendt til Tromsø for QIM-evaluering:

- CO<sub>2</sub>: Fra Ryfisk as sin tradisjonelle produksjon; fra ventemerd, via pumpe til levendekjøling.
- Strøm: Fra B/B Tauranga, bedøvet med strøm og fraktet til slakteriet i RSW.
- Slag: Fra B/B Tauranga, bedøvet med slag og fraktet til slakteriet i RSW.

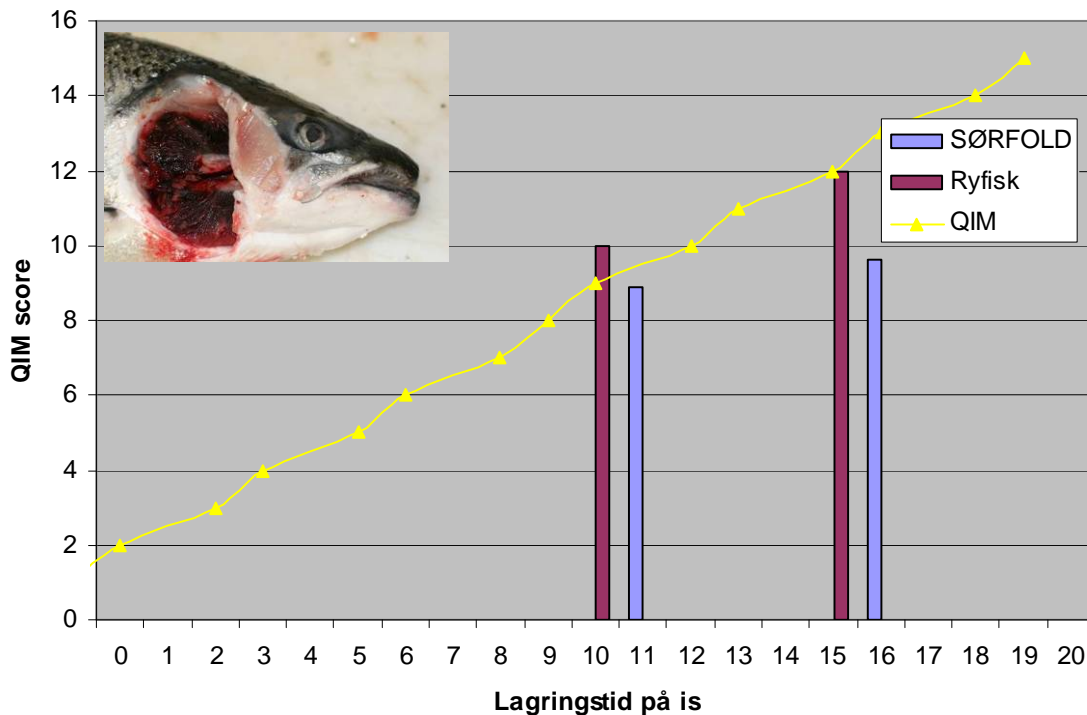


QIM forutsetter "ideell" pakking i forhold til ising, og nok mer is enn det som er vanlig i industrien. De tre gruppene kommer derfor noe dårligere ut enn ved laboratoriebetingelser. I denne sammenheng er imidlertid den mest interessante forskjellen mellom tradisjonell gruppe og gruppene transportert i RSW.

Begge "Tauranga"-gruppene hadde bedre QIM-score enn den konvensjonelle gruppen i forhold til reell alder. Det var særlig kriteriene knyttet til gjellene (farge, slim og lukt). Grunnen til dette er nok at timene i RSW fra oppdrettsmerd til slakteri hadde vasket gjellene bedre. Det er rimelig å anta at laks slaktet direkte fra oppdrettsmerd vil ha lengre holdbarhet enn konvensjonelt slaktet fisk.



Figur 26 *Forskjellene mellom QIM-estimat og reell alder er størst for den levendekjølte gruppen. "CO<sub>2</sub>"-gruppen og "slag" er like gamle, mens QIM-estimatet tilsier at "slag"-gruppen vurderes som ett døgn yngre. I løpet av ni dagers lagring har man (QIM-vurdert) tjent inn ett døgn i lagringsevne ved å slakte direkte fra merd.*



Figur 27 Teoretisk utvikling i QIM-score i forhold til hvor lenge den har vært lagret på is (gul linje) og hvordan de to gruppene har utviklet seg etter henholdsvis 10 og 15 døgn på is (fra anlegget på Ryfisk, levende kjølt) og 11 og 16 døgn (slaktet direkte fra merd om bord i M/K Sørfold).

QIM-score tilsier at laks slaktet direkte fra merd og transportert til landanlegg i RSW fremstår som inntil 2 døgn "ferskere" etter to uker på is. Hovedgrunnen til denne forskjellen er igjen forskjeller i lukt og utseende på slim på gjellene. Transporten i RSW har vasket slim og blod bort og redusert bakterieveksten.



## 5 Hovedkonklusjoner fra prosjektet

- Resultatene fra forsøket er positive, både med hensyn til velferd, kvalitet og logistikk. Resultatene har dannet grunnlag for at Marine Harvest, region sør, nå ønsker å slakte all sin fisk med denne metoden.
- Restitusjon hos fisk, fra utmattet til hvilende (eng: rested) tar lang tid. Negative påvirkninger på slaktefisken i merden vil vanskelig kunne "repareres" før bedøving og slakting
- Atferdsbasert slakting (Seafood Innovation Ltd.) er effektiv og sikrer god velferd forutsatt at laksen ikke trenges hardt, at pumping eller håving er skånsom og at utstyret blir brukt av øvet personell
- Skånsom trenging og pumping, god bedøvelse, bløgging og kjøling gir svært lang pre rigor tid og en fisk med bedre kvalitet (velferd og kvantitativt) og lengre holdbarhet (QIM, kimtall)
- Et 4-kanals slaktesystem fra Seafood Innovation Ltd./ Stranda Prolog as slakter 60 laks per minutt ved normal drift. Tre system på en båt skal kunne slakte opptil 250 tonn på fire timer (Marine Harvest)
- Skånsom slakting direkte i brønnbåt gir pre rigor tid på minst 24 timer
- Ved lang pre rigor tid er dødsstivheten så svak at det ikke blir problemer med feilkutt under sløyting
- RSW-lagring og transport av bløgget laks utover 40 timer gir kvalitetstap på filet
- Pumping av laks i rigor mortis "slår" den ut av rigor og kan gi et mykt (soft) råstoff
- Laks som blir "pumpet ut av dødsstivhet" vil kunne gå inn i ny dødsstivhet
- Elektrisk bedøvelse reduserer pre rigor tiden med 40 til 50 % og kan derfor ikke brukes når transporttiden er lang
- Elektrisk bedøvet laks ga ryggknekk og blødninger på 8-10 % av laksen i dette forsøket
- Elektrisk bedøvet laks får en kraftigere dødsstivhet og vil ikke kunne sløyes når maksimal dødsstivhet er oppnådd



## **6 Momenter spesielt vektlagt av Marine Harvest**

### **6.1 Hvorfor slakting direkte fra oppdrettsmerd?**

- Bedre smittehygiene ved lukket transport (for eksempel med referanse til dagens situasjon med PD utbrudd)
- Eliminerer problemet med transportdødelighet på grunn av høye sjøtemperaturer og svak fisk
- Bedret fiskevelferd enn ved levende transport
- Mer effektiv transport til slakteri med 5-6 ganger så mye fisk med samme båt
- Redusert sultetid gir bedre fôrfaktor og større volum fordi laksen er fôret fire dager ekstra
- Fullstendig nedkjølt fisk leveres til slakteriet (RSW)
- Fjerning av levendekjøling og utblødningstank kan øke kapasiteten i slakteriet

### **6.2 Aktuelle problemstillinger før oppstart av prosjektet**

- Blir teknologien god nok for strengere hygieniske krav?
- Oppnår vi tilstrekkelig pre rigortid?
- Hvor skånsom er bedriftens prosedyrer for trenging og pumping?
- Hvor effektiv blir bedøvelse og bløgging?
- Blir RSW lagring og kjøling god nok?
- Blør laksen godt nok ut i RSW?
- Hvordan påvirker pumping av død fisk kvaliteten?

### **6.3 Hva slags utstyr trenger vi**

- Lasting med mammutpumpe
- Vakumpumpe plassert så lavt som mulig for å redusere undertrykket
- Bedøvelse både strøm og slag i hodet (SI5)
- Lukket container med god etterkontroll
- Alt blodvann skal ledes til egen tank og behandles separat



- Lossing med vakuumpumpe
- Blodvann pumpes til pakkeriet sitt renseanlegg
- Forsøkene gjøres på brønnbåt (Tauranga) og ringnotbåt (Sørfold)

#### **6.4 Resultater og responser**

- 2000 tonn slaktet i perioden juli til desember 2007
- Målt svært god kvalitet og en pre-rigot tid på 20-30 timer
- 10 timers transporttid er uproblematisk
- Bedret fiskevelferd i slakteprosessen
- Det har ikke vært negative tilbakemeldinger fra kunder

Mattilsynet:

- Veldig positive til prosjektet
- Det er lov å slakte på merdkant
- Krav om oppsamling og behandling av alt blodvann
- Godkjenning av slaktebåten
- HACCP, vask og desinfeksjon er utarbeidet

#### **6.5 Økonomi i slakting direkte fra merd**

- Brønnbåt i dag: ca 0,35-0,50 NOK pr kilo sløyd (levert ventemerdd) eller ca 0,60-1,00 NOK levert levende ved kai.
- Fartøyet har da en kapasitet på ca 200-250 tonn pr dag (sløyd)
- Årskapasitet 60-70.000 tonn/ år og en kostnad er ca 0,80 NOK pr kilo sløyd
- Reduserte kostnader til ventemerdd, bløggere og kjøling
- Ved full omlegging og god kapasitetsutnyttelse er det realistisk med slaktekostnader på om lag 0,5 NOK pr kg

## 7 Sluttkommentar

Marine Harvest, region sør har gått foran i utviklingen av disse slaktemetodene i Norge. De fortjener i tillegg til dette også takk for at de ønsker resultatene publisert og gjort tilgjengelig for resten av næringen. God velferd og god kvalitet er med andre ord ikke arenaer hvor man skal konkurrere hardt. Alle er avhengige av at laks oppfattes som et generisk miljøvennlig, dyrevelferdsmessig og sunt produkt.

Prosjektet "Direkteslakting fra oppdrettsmerd" kom i en tid hvor næringen stilles overfor store utfordringer. Dette prosjektet er gjennomført i landets sørligste region som, i tillegg til høye sommertemperaturer, også har et sterkt økende problem med PD (Pancreas syke).

I tillegg faller prosjektet sammen med store endringer i lover og forskrifter. Næringen skal nå omstilles fra bruk av CO<sub>2</sub> som bedøvelse til nye metoder som er godkjente i forhold til velferd. I tillegg ønsker man selvsagt enda bedre kvalitet.

Dette prosjektet har gitt mange svar og forslag til løsninger på sentrale utfordringer. Man har vist at det er fullt mulig å skalere denne metoden slik at all laks i denne regionen (Marine Harvest) kan slaktes på merdkanten. Og resultatene velferdsmessig og kvalitetsmessig er så gode at også andre slakterier hos Marine Harvest nå skal bygges om.

Prosjektet har selvsagt også produsert noen nye problemstillinger og Marine Harvest, region sør, blir nok også i tiden fremover brukt til evaluering av slaktemetoder, evaluering av pumpeteknikker, nye utblødningsstrategier eller fjerning av tykkfiskbein pre rigor?.

Jeg vil, på vegne av mine kollegaer ved Nofima Marin as og de andre forskerne som deltok i dette prosjektet, få takke for å ha blitt tatt imot på en flott måte ved Ryfisk as på Hjelmeland og for viktige bidrag faglig og sosialt. En særlig takk går til prosjektleder ved Marine Harvest, Kurt Oppedal, ansvarlig for koordinering av slakteplanene Åsmund Femsteinevik og ansvarlig for gjennomføring av all slakting i fase 2, Stephen Harris.

Kjell Midling

Nofima Marin as





ISBN 978 82-7251-637-5  
ISSN 1890-579X