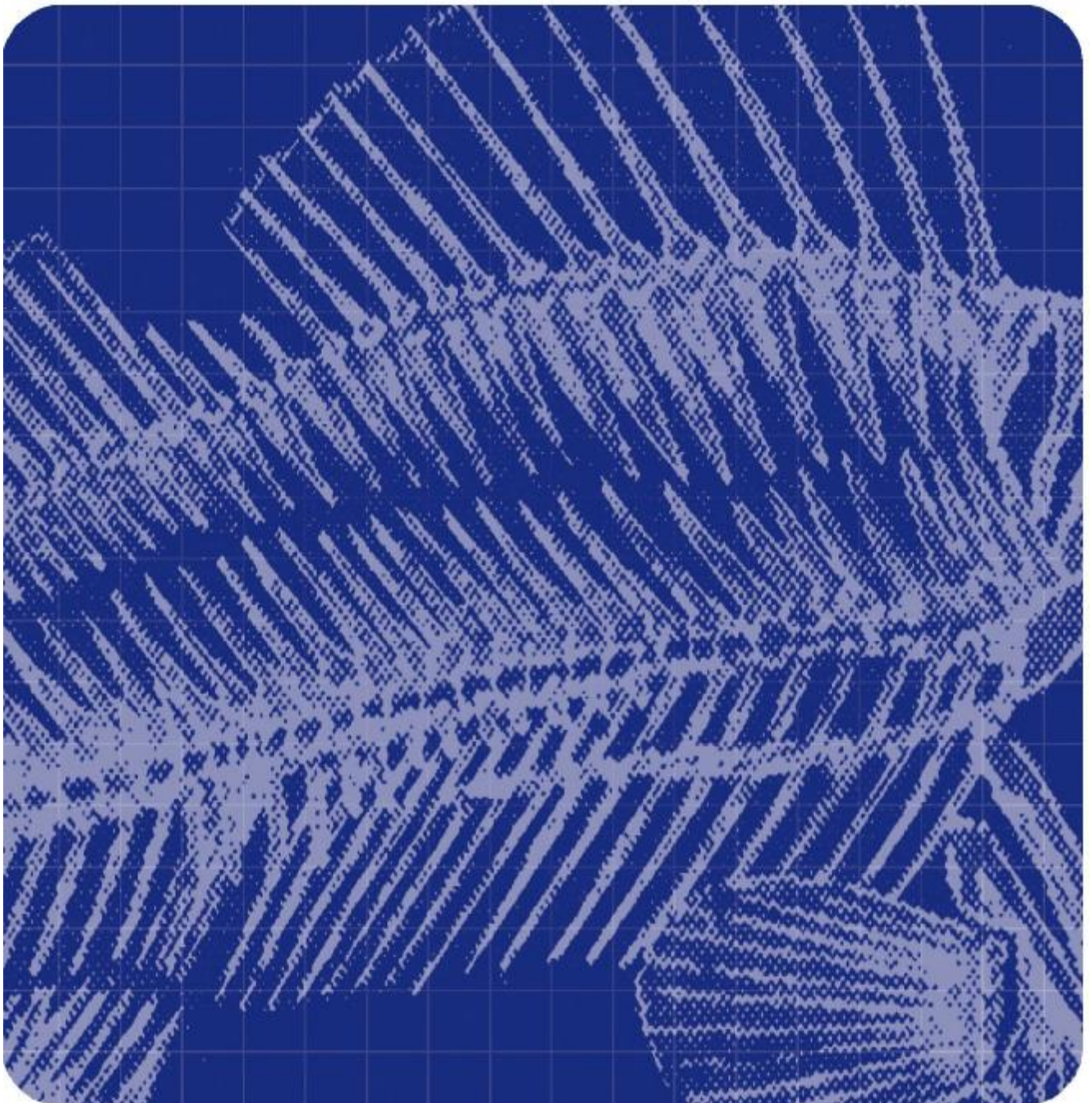




# Fiskeriforskning

RAPPORT Å Utgitt





Norut Gruppen er et konsern for anvendt forskning og utvikling og består av morselskap og seks datterselskaper. Konsernet ble etablert i 1992 – fundamentert på daværende FORUTs fire avdelinger og Fiskeriforskning.

Konsernet består i dag av følgende selskaper:

Fiskeriforskning, Tromsø

Norut IT, Tromsø

Norut Samfunnsforskning, Tromsø

Norut Medisin og Helse, Tromsø

Norut Teknologi, Narvik

Norut NIBR Finnmark, Alta

Konsernet har til sammen vel 240 ansatte.



Fiskeriforskning (Norsk institutt for fiskeri- og havbruksforskning AS) utfører forskning og utvikling for fiskeri- og havbruksnæringen.

Gjennom strategisk næringsrettet forskning og utviklingsarbeid, i samarbeid med næringsaktører og det offentlige, skal Fiskeriforsknings arbeid bidra til utvikling av

- etterspurt sjømat
  - aktuelle oppdrettsarter
  - bioteknologiske produkter
  - teknologiske løsninger
- for dermed å gi konkurransedyktige virksomheter.

Fiskeriforskning har ca. 170 ansatte fordelt på Tromsø (120) og Bergen (50).

Fiskeriforskning har velutstyrte laboratorier og forsøksanlegg i Tromsø og Bergen. Norconserv i Stavanger med 30 ansatte er et datterselskap av Fiskeriforskning.

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

Avdelingskontor Bergen:  
Kjerreidviken 16  
N-5141 Fyllingsdalen  
Telefon: 55 50 12 00  
Telefaks: 55 50 12 99  
E-post: [office@fiskeriforskning.no](mailto:office@fiskeriforskning.no)

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

# DELRAPPORT

<i>ISBN:</i> 978-82-7251-	<i>Rapportnr.:</i> 1	<i>Tilgjengelighet:</i> <b>Åpen</b>
------------------------------	-------------------------	--

<i>Tittel:</i> <b>Avliving av oppdrettslaks på båt          Del 1: Februar 2007 – forsøk i vetemerd og ved          produksjonsmerd</b>	<i>Dato:</i> <b>Juni 2007</b>
	<i>Antall sider og bilag:</i>
	<i>Forsknings sjef:</i> <b>Arne M. Arnesen</b>
<i>Forfatter(e):</i> <b>Kjell Ø. Midling, Torbjørn Tobiassen, Kåre Aas</b>	<i>Prosjektnr.:</i> <b>20401</b>
<i>Oppdragsgiver:</i> Marine Harvest Norge og FHL	<i>Oppdragsgivers ref.:</i> <b>200700083- /449 IB</b> <b>FHF-nr.: 573024</b>
<i>Tre stikkord:</i> <b>Slakting, brønnbåt, velferd og kvalitet</b>	
<i>Sammendrag: (maks 200 ord)</i> <p>Prosjektet "Avliving av oppdrettslaks på båt" Del 1 - Fase 1, ble gjennomført i februar 2007. 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 (også kalt <i>Dead-haul</i>) er viktigst i perioder med høy temperatur (tidvis stor dødelighet) eller ved sykdomsutbrudd (redusere smittefare). Forsøkene var svært positive og oppdragsgiver (Marine Harvest) ønsker nå å skalere aktiviteten. De innledende forsøkene blir derfor allerede nå rapportert og vil inngå i mer gjennomarbeidet form i den endelige rapporten.</p> <p>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. Avkast i oppdrettsnot er svært kritisk i forsøket.</p> <p>Hovedkonklusjonene så langt er:</p> <p>Skånsom trenging og pumping, god bedøvelse, bløgging og kjøling gir maksimal pre-rigor tid og en fisk med bedre kvalitet (velferd og kvantitativt) og lengre holdbarhet (QIM, kimtall).</p> <p>Slakting direkte i brønnbåt gir tilstrekkelig pre-rigor tid (minst 24 timer, rigor-status uten sløyfeil eller utbyttetap). Finne minimum slaktetempo og pre-rigor tid (tonn/time) for at "Dead-haul" skal være et realistisk alternativ</p>	
<i>English summary: (maks 200 ord)</i>	

# INNHold

<b>1</b>	<b>Bakgrunn</b> .....	<b>1</b>
1.1	Hovedkonklusjoner.....	4
<b>2</b>	<b>Forsøk første periode, februar 2007 – eksperimentelt oppsett</b> .....	<b>5</b>
2.1	Mål og metoder .....	6
2.1.1	Rigor mortis- dødsstivhet .....	6
2.1.2	Quality Index Methode (QIM) .....	7
2.1.3	Elektrisk bedøvelse (Seaside as) .....	8
2.1.4	Slagbedøvelse (Seafood Innovations Ltd.).....	9
2.1.5	Lagring av forsøksfisk .....	9
<b>3</b>	<b>Resultater og diskusjon</b> .....	<b>10</b>
3.1	Trenging og pumping .....	10
3.2	Ventemerd ved Ryfisk as.....	11
3.2.1	Effekt av elektrisk bedøvelse (Seaside as).....	11
3.2.2	Effekt av SI-5 (Seafood Innovation Ltd.).....	12
3.2.3	Utvikling i rigor mortis fra ventemerd .....	12
3.2.4	Sammenligning strøm-slag (R.m.).....	13
3.2.5	Utvikling i pH post mortem .....	13
3.2.6	Sammenligning strøm-slag (pH).....	14
3.3	Fra oppdrettsmerd.....	14
3.3.1	pH ved avliving (oppdrettsmerd - strøm) .....	15
3.3.2	pH ved avliving (oppdrettsmerd – slag) .....	15
3.3.3	Utvikling i rigor mortis fra oppdrettsmerd .....	16
3.3.4	Sammenligning strøm-slag .....	16
3.3.5	Utvikling i pH post-mortem .....	17
3.3.6	Sammenligning strøm-slag (pH).....	18
3.3.7	QIM.....	18
<b>4</b>	<b>Hovedkonklusjoner</b> .....	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>Momenter for neste fase</b> .....	<b>21</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 bedøving og avliving (Midling & al. 2007). Kontraherte brønnbåter er nå på 2500 m<sup>3</sup> med en transportkapasitet på mer enn 300 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 (mindre enn 0,5 sekunder). Evaluering av elektrisk bedøvelse viser at momentan bedøvelse kan oppnås, men dessverre med kvalitetsforringelse i form av blødninger i file:

[http://coreweb.nhosp.no/fhl.no/html/files/Evaluering\\_av\\_elektrisk\\_bedoevelse\\_FHL\\_2007\\_i\\_oppdrettsisk.pdf](http://coreweb.nhosp.no/fhl.no/html/files/Evaluering_av_elektrisk_bedoevelse_FHL_2007_i_oppdrettsisk.pdf)

Slaktning 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), tømming av svømmeblæren og tømming 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* 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 i Ryfylke, har i tillegg til de generelle endringene i næringen, spesielle klimatiske utfordringer. Høy temperatur om sommeren fører tidvis til dødelighet under transport og i forbindelse med restitusjon i ventemerdene. Disse utfordringene har ført til en rennesanse for slaktning direkte fra oppdrettsmerd, men denne gangen under velferdsmessig forsvarlige og godt dokumenterte hygieniske forhold.

Resultatene fra fase 1 har medført store endringer i fartøyvalg, utstyr for bedøvelse, logistikk etc. Marine Harvest ønsker derfor å refinansiere (Fase 2) av prosjektet og følgelig må fase 1 sluttrapporteres. Forsøkene i februar var en innledende studie, men gir grunnlag for industriell skalering av aktiviteten.

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 120 laks per minutt.
2. Prosessen må tilfredsstille 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.

Følgende sentrale sammenhenger ble diskutert før forsøkene startet:

Temaområder

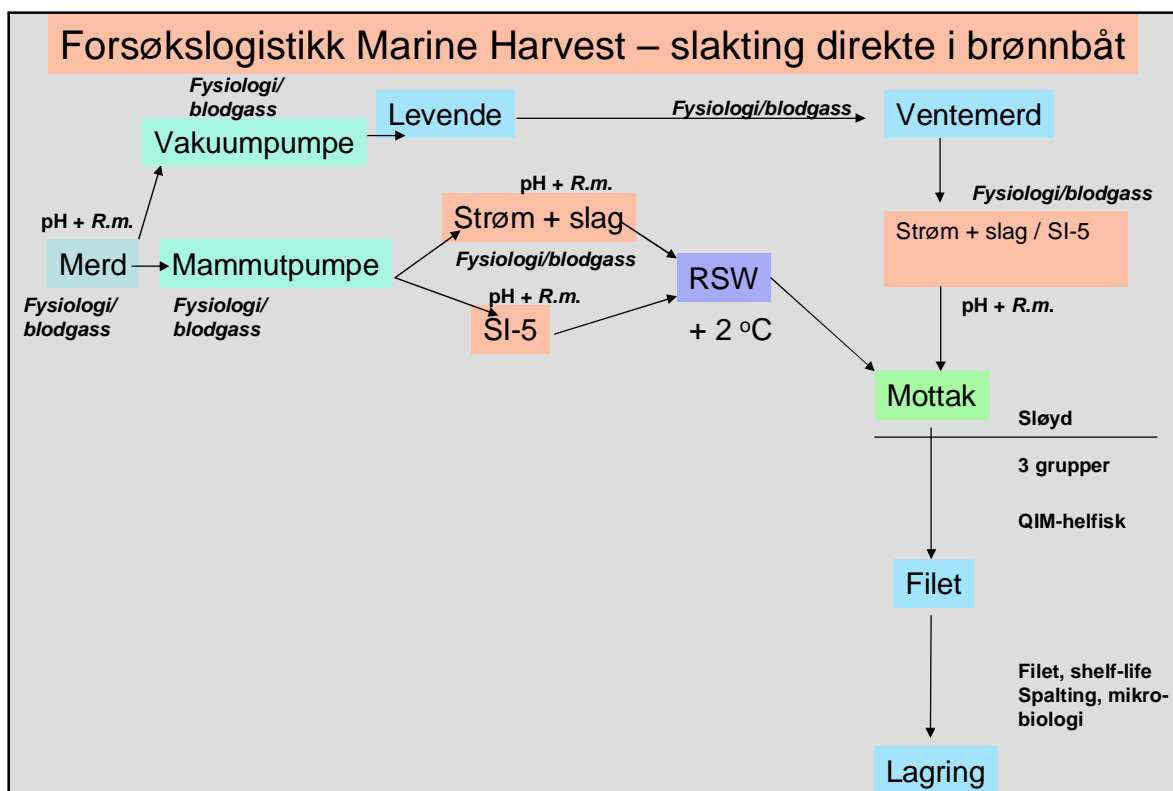
- **Trenging og pumping**
- **Bedøvelse og avliving**
- **Transport og kjøling**
- **Kvalitet og holdbarhet**
- **Velferd og regelverk**

Viktige observasjoner

- **Grad av utmattelse, fysiologi, blodgass, pH i blod og muskel**
- **Maksimere pre-rigor tid**
- **QIM, hel laks og filet**

Forsøkene ble satt i gang kort tid etter at elektrisk bedøvelse var evaluert av FHL. Siden dette er en teknologi som kan skaleres (som CO<sub>2</sub>) ønsket Marine Harvest å teste dette tidlig i prosjektet "Avliving av oppdrettslaks på båt". Metoden (Seaside as) ble vurdert mot slagsystemet (SI-5) som man visste ville gi lengre pre-rigor tid, men som hadde logistikk og bemanningsutfordringer.

Følgende skjematiske fremstilling av forsøkets foreslåtte variable ble utformet:



Figuren illustrerer foreslått omfang og kronologi i forsøket, testing av den nye metoden mot tradisjonelle.

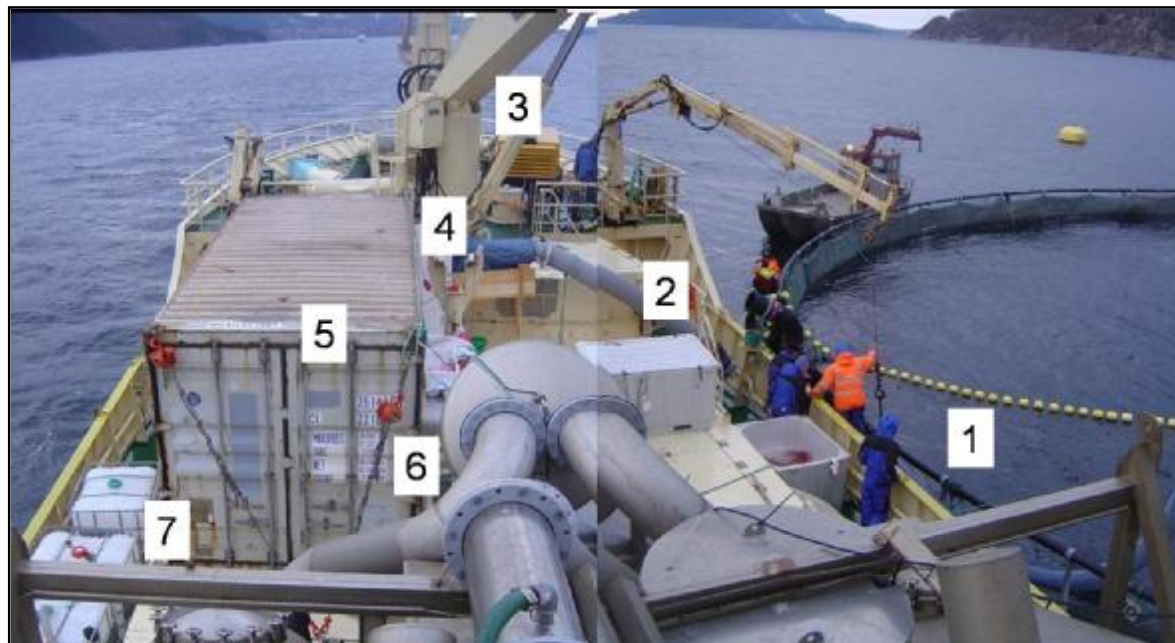
## 1.1 Hovedkonklusjoner

- 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. Avkast i oppdrettsnot er svært kritisk i forsøket.
- Skånsom trenging og pumping, god bedøvelse, bløgging og kjøling gir maksimal pre-rigor tid og en fisk med bedre kvalitet (velferd og kvantitativt) og lengre holdbarhet (QIM, kimtall).
- Slakting direkte i brønnbåt gir tilstrekkelig pre-rigor tid (minst 24 timer, rigor-status uten sløyefeil eller utbyttetap).
- Finne minimum slaktetempo og pre-rigor tid (tonn/time) for at ”Dead-haul” skal være et realistisk alternativ



## 2 Forsøk første periode, februar 2007 – eksperimentelt oppsett

Første halvdel 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 det følgende presenteres oppsett og resultater med korte kommentarer.



*Oversiktsbilde fra forsøkene ved oppdrettsmerdene. Orkastnoten var 20 meter dyp og inneholdt anslagsvis 150 tonn 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). Fisken ble ført i en flexislange ned i rommet (6) og blodvannet ned i egne tanker (7). Karene på styrbord side ble brukt til uttak av forsøksfisk.*

### 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 vakuumpumpe (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 de trykklastings-systemene i moderne brønnbåter (s.k. Arkimedes). Laksen opplever altså ikke av/på situasjoner som i vakuumpumper og 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 (arbeidshøyde på B/B Tauranga) over havnivå 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 pumper laksen ved langt lavere tettheter i avkastet. I tillegg er det ingen laks nær eller ved overflaten.

*Bildet under viser avsilingen og enden av container hvor fisken kom inn.*

## 2.1 Mål og metoder

### 2.1.1 Rigor mortis- dødsstivhet

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 sløyfeil eller lavere filetutbytte. Vi benytter såkalt "Tail-drop" for å angi rigor-status på fisken (bilde)



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.

Ved hver måling av rigor-tilstand måles også laksens muskel-pH.

## 2.1.2 Quality Index Methode (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).



QIM-målinger av laks 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	
Sunken		2	
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	
<b>Quality Index</b>		<b>0-24</b>	

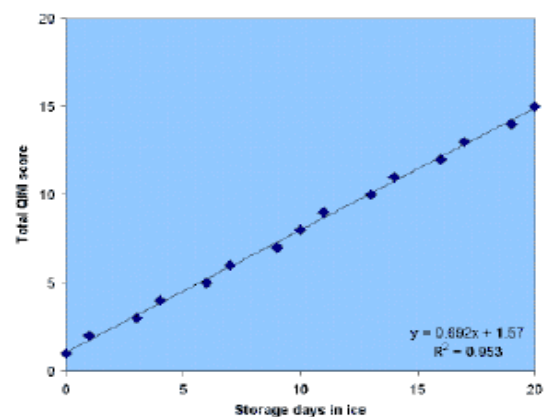
### Farmed salmon

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

(R<sup>2</sup> = 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



### 2.1.3 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 relativt 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).



*Marine Harvest sine prosjektledere i aksjon.*

#### 2.1.4 Slagbedøvelse (Seafood Innovations Ltd.)



For testing av slagsystemet (SI-5) ble det montert en enkel renne inne i containeren. Opplegget er ikke optimalt og påfører laksen mer stress enn nødvendig. I de planlagte forsøkene (fase 2, høsten 2007) kommer laksen til å svømme inn i slag- og bløggemaskinene

All forsøksfisk ble forsvarlig bløgget inne i containeren.



#### 2.1.5 Lagring av forsøksfisk



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



### 3 Resultater og diskusjon

#### 3.1 Trenging og pumping

Det har vært utført lite eller ingen offentlig forskning innen trenging og pumping av oppdrettsfisk. Industrien har selv sagt 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) og anlegg har utviklet rektangulære vente- eller slaktermerder som åpenbart er skånsomme fordi laksen har 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 (a la antall spord-finner i overflaten)
- Dokumentere stabilt (og lavt) nivå av utmattelse gjennom uttaket.
- Dokumentere forskjeller i fysiologisk effekt på fisken avhengig av pumpevalg (mammut- eller vakuumpumpe, dead-haul eller levende i brønnbåt).

Orkastet i oppdrettsmerden inneholdt hele 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 ha 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.

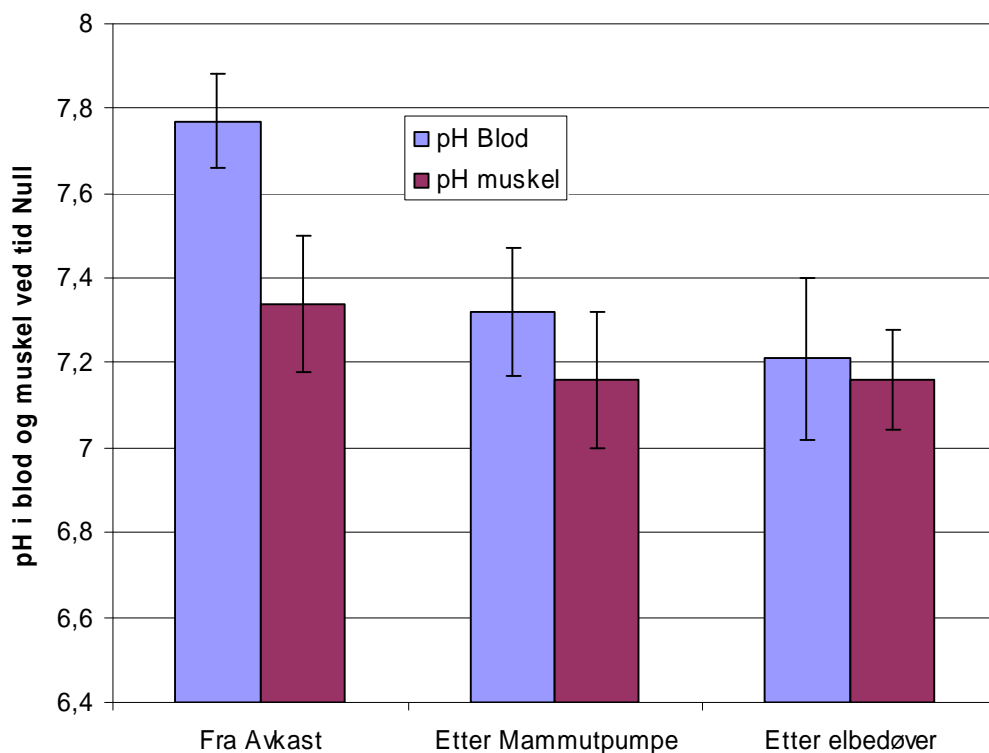


*Forskjeller i trengingsgrad ved bruk av vakuumpumpe (til venstre) og mammutpumpe (til høyre).*

### 3.2 Ventemerd ved Ryfisk as

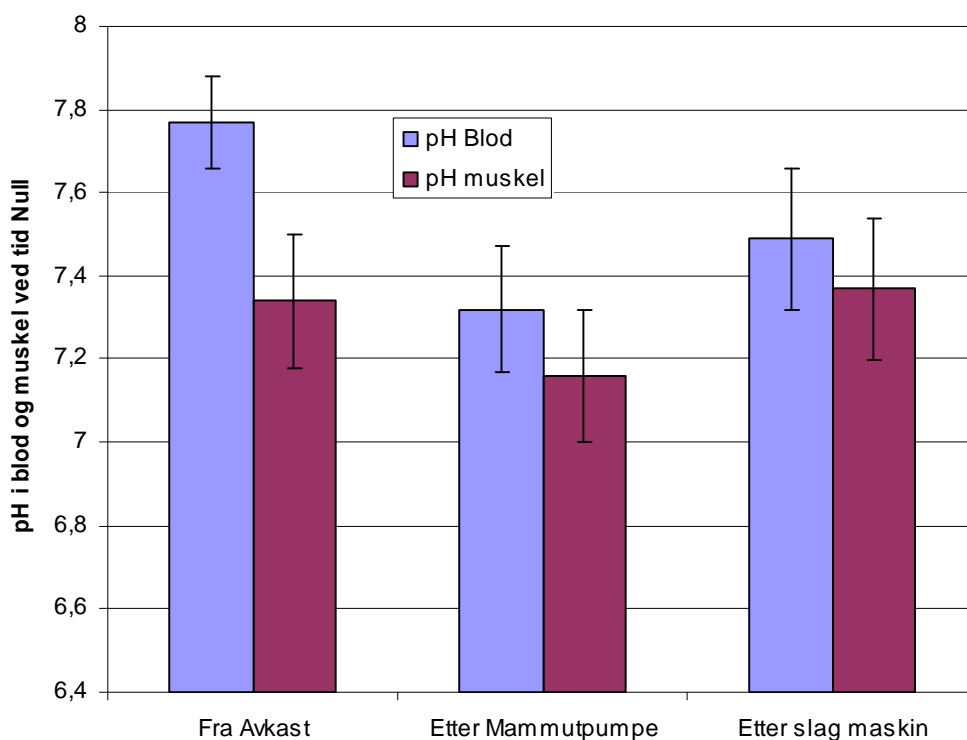
Montering av utstyr og innledende forsøk ble gjort ved ventemerdene på Ryfisk as. Hovedresultatene er her presentert og summarisk kommentert:

#### 3.2.1 Effekt av elektrisk bedøvelse (Seaside as)



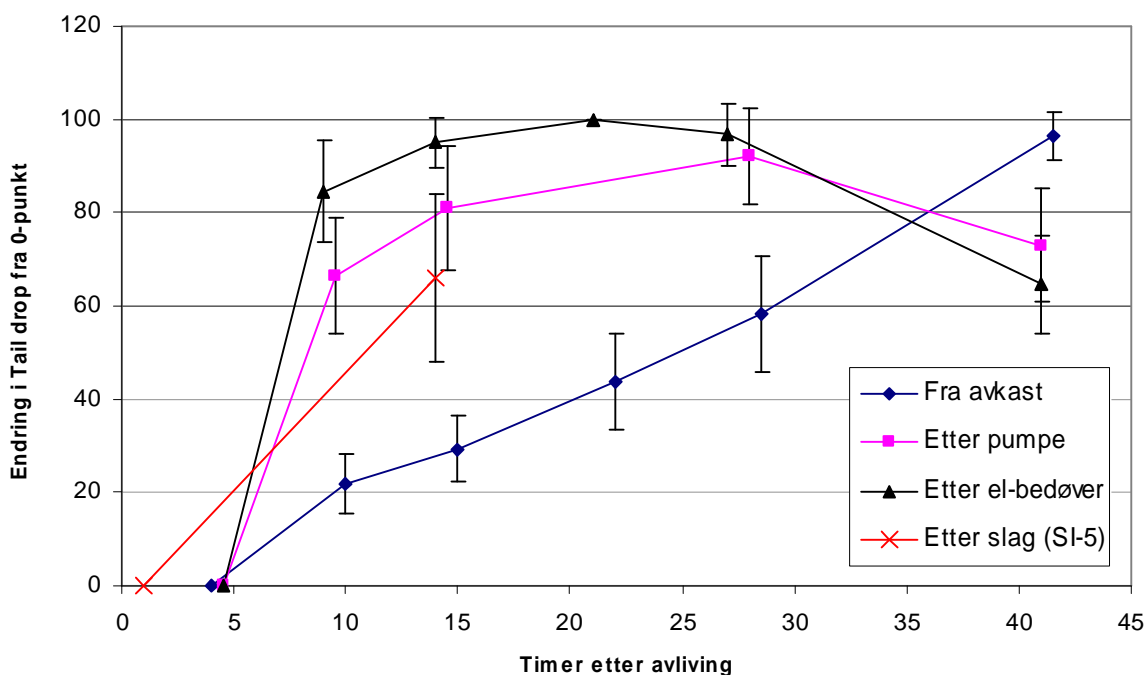
Kommentar: Figuren viser pH i blod og muskel fra avkastet (i ventemerdene), etter mammutpumpen og etter elektrisk bedøvelse. Mammutpumpen kom dårligere ut enn forventet, noe som nok skyldes at det var vanskelig å avlive fisken raskt inne i containeren. Det tok 10-30 sekunder å få fisken i posisjon før den kunne avlives og dette er tilstrekkelig for å senke pH i muskelaturen.

### 3.2.2 Effekt av SI-5 (Seafood Innovation Ltd.)



Kommentar: 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.

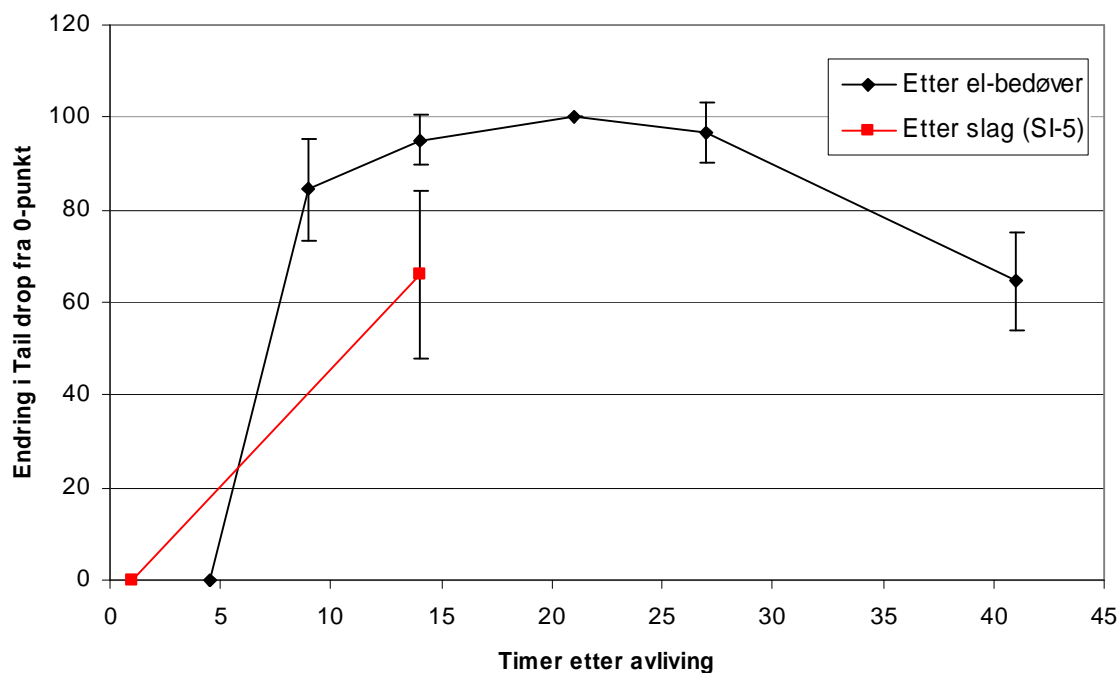
### 3.2.3 Utvikling i rigor mortis fra ventemerdd





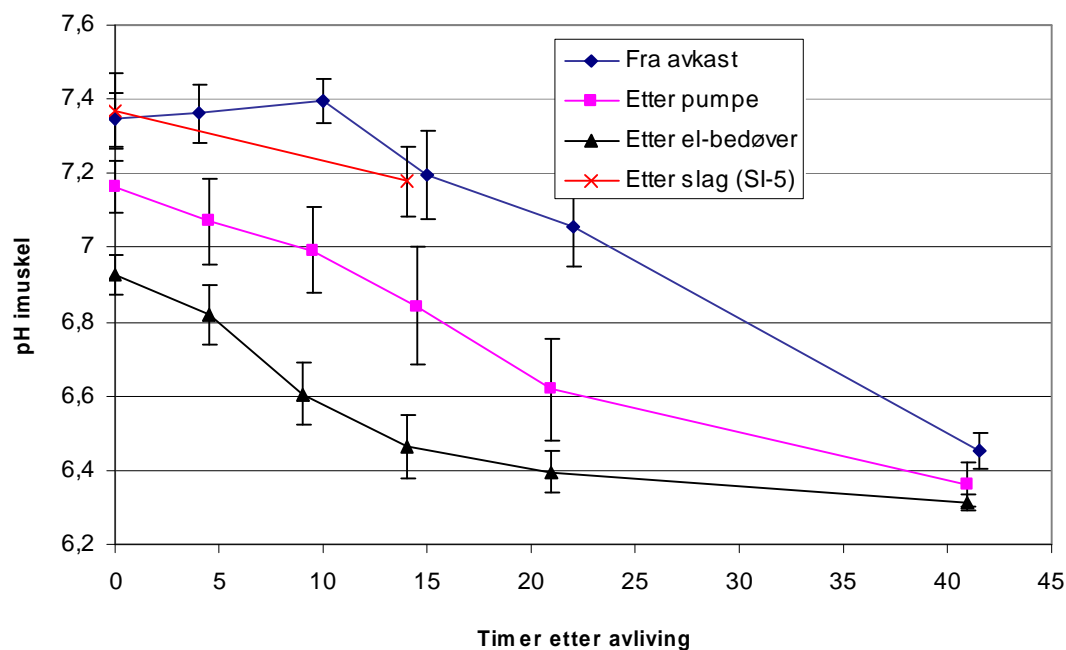
Kommentar: Figuren viser utviklingen i rigor mortis for fire grupper (behandlinger). Den beste gruppen er (ikke overraskende) laks tatt direkte ut fra ventemerden. Det tar mer enn 30 timer før Tail-drop verdi når 60. Dårligste gruppe er fisk bedøvet med elektrisitet som oppnår verdi 60 allerede etter syv (7) timer.

### 3.2.4 Sammenligning strøm-slag (R.m.)



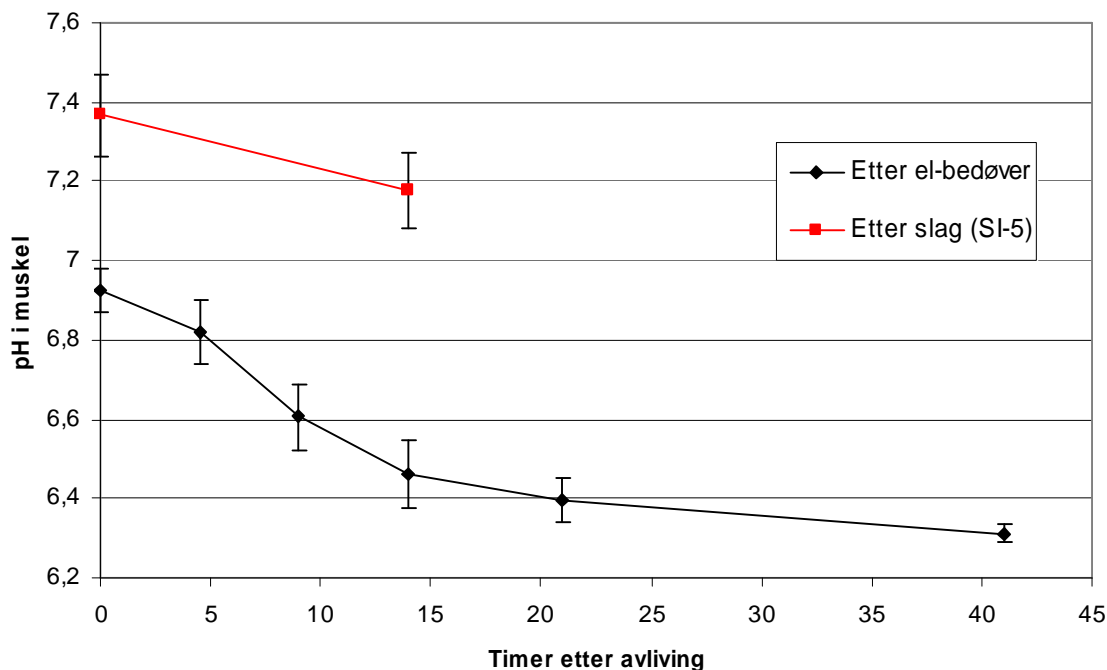
Kommentar: Her er bedøvelse med strøm og slag sammenlignet. Mindre enn fire sekunder eksponering for strøm reduserer tid før industriell pre-rigor-grense fra 14 timer (slag) til 7 timer (strøm).

### 3.2.5 Utvikling i pH post mortem



Kommentar: pH-utviklingen post mortem avspeiler de samme forskjellene mellom gruppene. 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.

### 3.2.6 Sammenligning strøm-slag (pH)



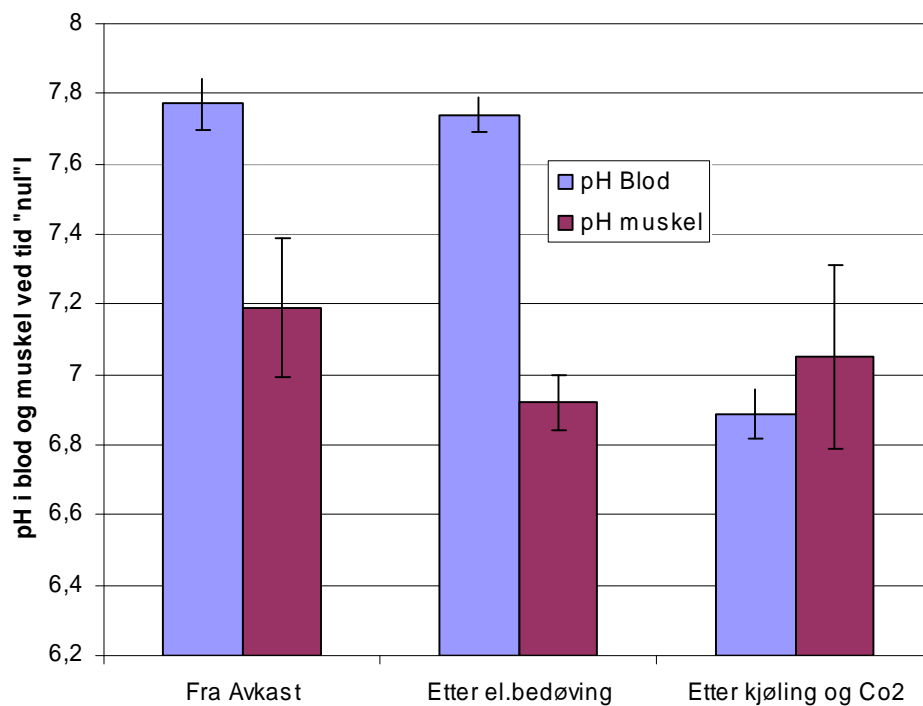
Kommentar: pH i muskel umiddelbart etter avliving i de to alternative bedøvningsmetodene plottet mot hverandre.

Laksen som stod i ventemerdene hadde vært igjennom trening, 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 dokumentert for lakjs er det sannsynlig at gjentatte håndteringer (utmattelser) reduserer laksens energinivå (ATP og glykogen) slik at den tåler mindre og mindre for hver håndtering. 1-2 døgn i ventemerd er sannsynligvis ikke tilstrekkelig for full restitusjon.

### 3.3 Fra oppdrettsmerd

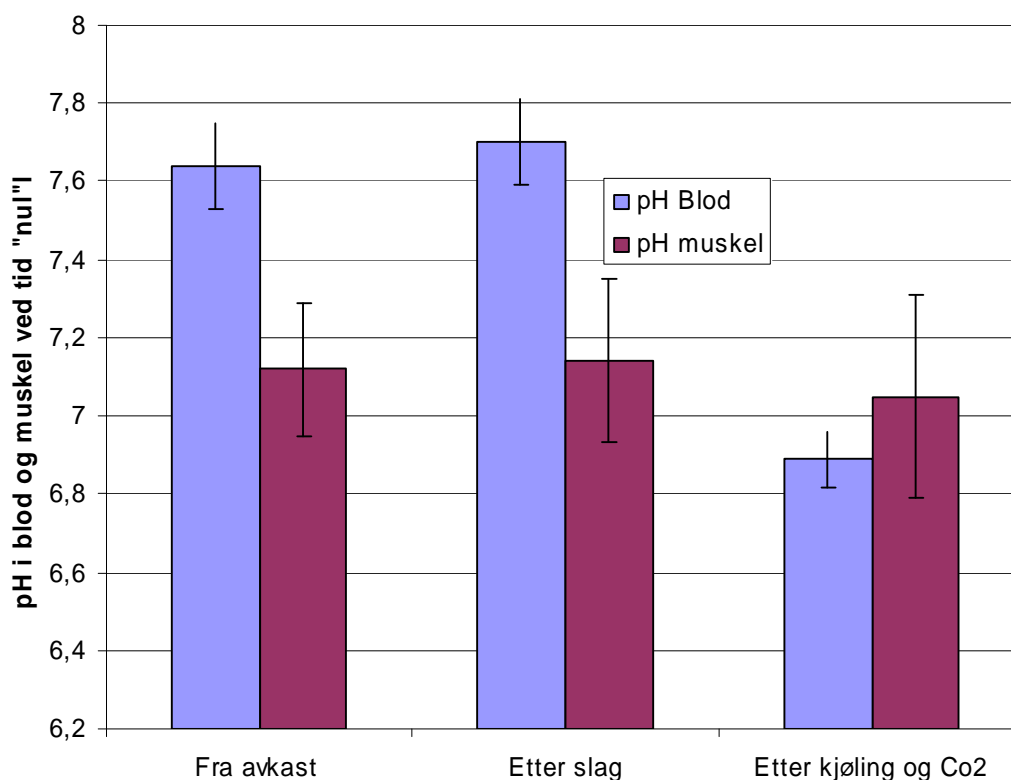
I uke 7, 12.- 16. februar, ble tilsvarende forsøk gjennomført med uttak direkte fra oppdrettsmerd.

### 3.3.1 pH ved avlving (oppdrettsmerd - strøm)



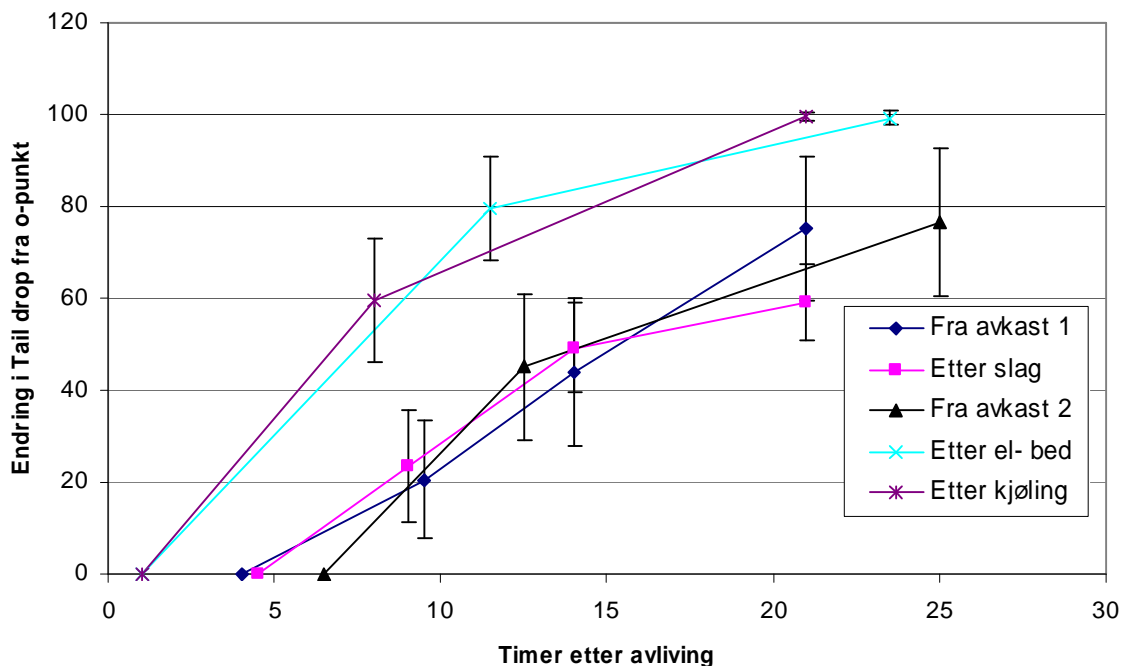
Kommentar: Strømbedøvingen fører til reduksjon av muskel-pH, men blodets bufferkapasitet er ennå ikke påvirket. Til sammenligning har vi plottet pH i blod og muskel slik den er etter at laksen er blitt kjølt levende i Ryfisk as sin normale slakteprosess.

### 3.3.2 pH ved avlving (oppdrettsmerd – slag)



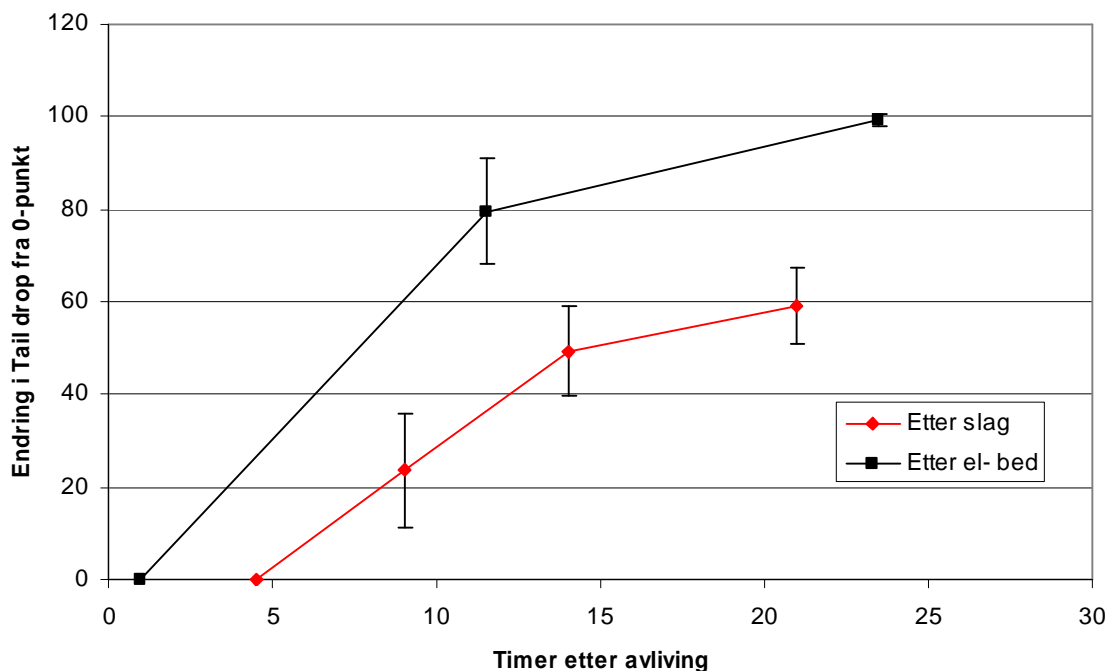
Kommentar: Når laksen bedøves med slag er det ingen forskjeller fra det vi måler ved uttaket i oppdrettsmerden. Dette indikerer at mammutpumpen er svært skånsom, men også at representativt uttak fra en merd er vanskelig.

### 3.3.3 Utvikling i rigor mortis fra oppdrettsmerd



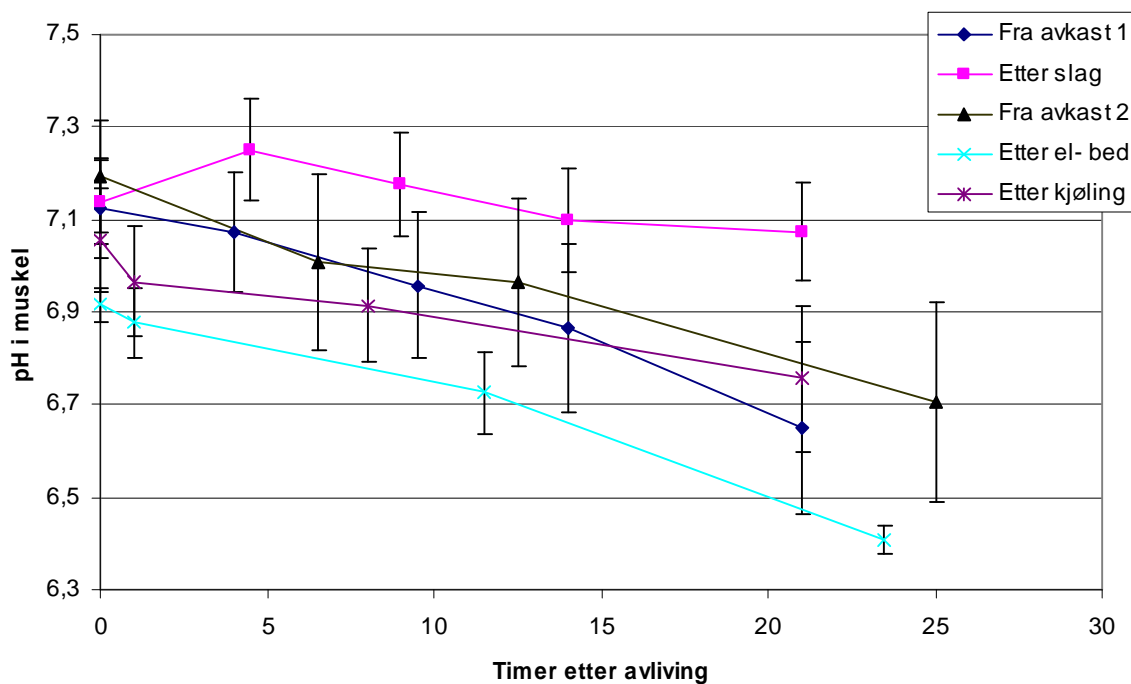
Kommentar: Forskjellene i rigor-utvikling er større her enn tilsvarende fra ventemerden. Levende kjøling og bedøving av strøm er like og laksen når tail-drop etter 7-8 timer. For de andre (2 fra avkast og en SI-5) er pre-rigor tiden minst 20 timer.

### 3.3.4 Sammenligning strøm-slag



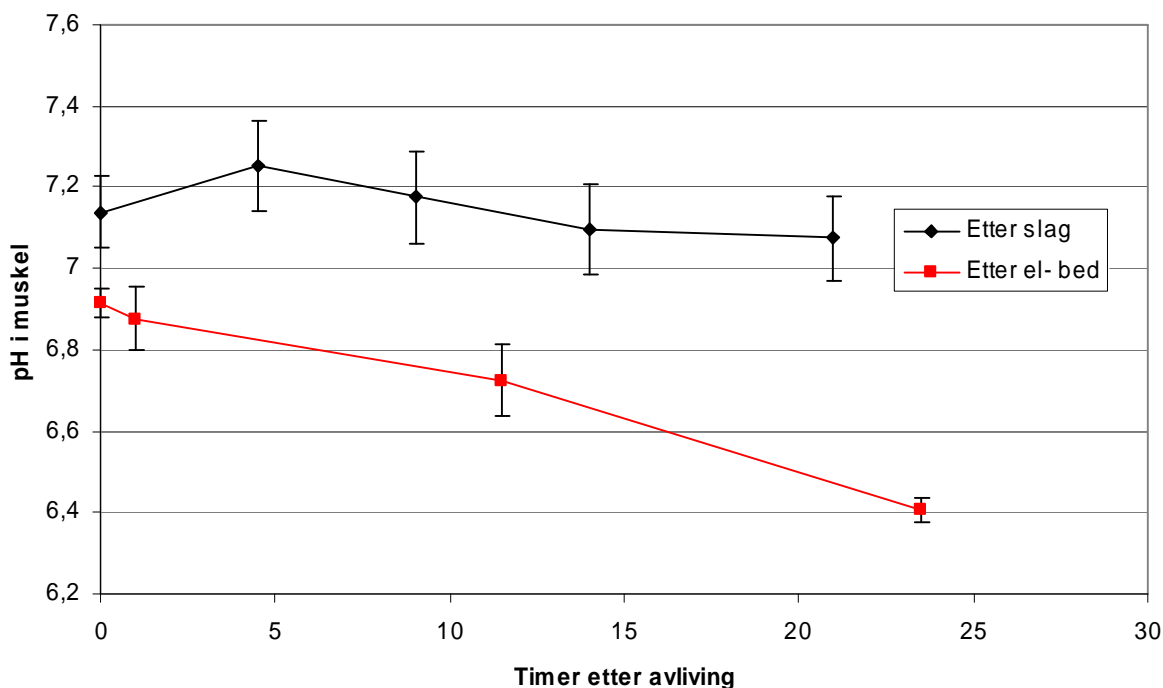
Kommentar: Tail-drop på 60 etter 22 timer er tilstrekkelig for selv lange transporter. Laks fra denne gruppen ble sløyd og filetert etter ca 30 timer uten at det ble registrert feilkutt eller spalting i fileten. Dette kan tyde på at "vinduet" i pre-rigor tilstand er vesentlig større enn antatt. Det kan 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. Dette er forhold som blir nærmere dokumentert i fase 2 ( august 2007).

### 3.3.5 Utvikling i pH post-mortem



kommentar: 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.

### 3.3.6 Sammenligning strøm-slag (pH)



Kommentar: De to gruppene er som nevnt likt behandlet utenom bedøvingsmetode. Strømeksponeringen reduserer muskel-pH og variasjonen.

### 3.3.7 QIM

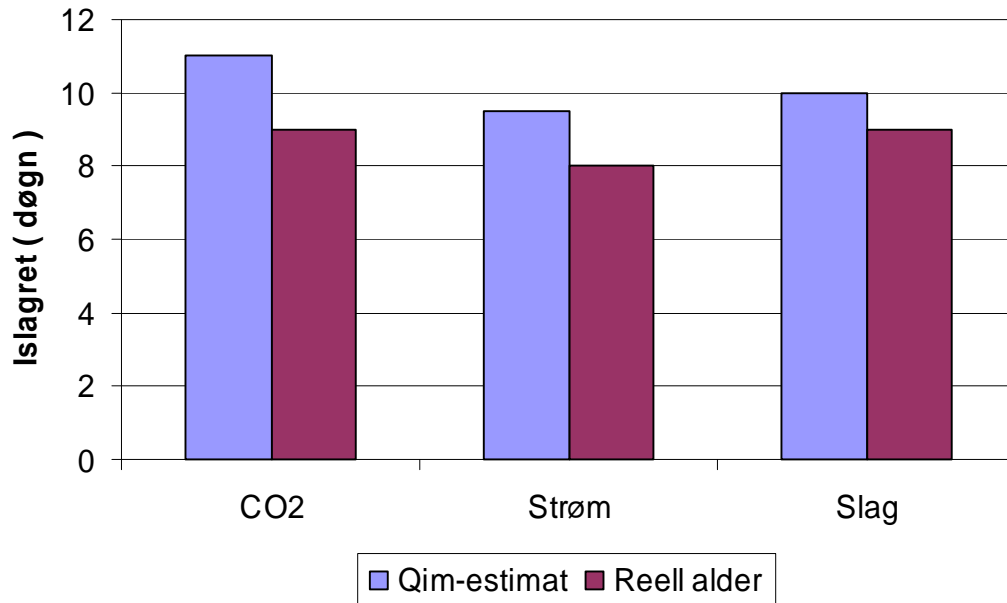
Tre grupper laks ble sendt til Tromsø for QIM-evaluering:

- CO<sub>2</sub>: Fra Ryfisk as sin tradisjonelle produksjon; fra ventemerde, 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 oppdrettsmerde til slakteri hadde vasket gjellene bedre. Det er rimelig å anta at laks slaktet direkte fra oppdrettsmerde vil ha lengre holdbarhet enn konvensjonelt slaktet fisk.

## Qim-estimat



Kommentar: 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.

## 4 Hovedkonklusjoner

- 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. Avkast i oppdrettsnot er svært kritisk i forsøket.
- Skånsom trenging og pumping, god bedøvelse, bløgging og kjøling gir maksimal pre-rigor tid og en fisk med bedre kvalitet (velferd og kvantitativt) og lengre holdbarhet (QIM, kimtall).
- Slakting direkte i brønnbåt gir tilstrekkelig pre-rigor tid (minst 24 timer, rigor-status uten sløyefeil eller utbyttetap).
- Finne minimum slaktetempo og pre-rigor tid (tonn/time) for at ”Dead-haul” skal være et realistisk alternativ



## 5 Momenter for neste fase

Første del av prosjektet i februar har gitt svar på de viktigste spørsmålene; pre-rigor tid, kvalitet (QIM), velferd og hygiene i forhold til blodvann og sykdomsutbrudd.

”Eksamen” for teknologien er om resultatene blir like gode ved høye temperaturer.

Resultatene må selvsagt sees i lys av de problemene man vanligvis har når temperaturen er rundt og over 20 grader. Fase to vil dekke mange områder og de viktigste temaene er:

### 1. Fysiologi

- pH i blod og muskel, blodgass (i-STAT) og energistatus (ATP, Glykogen og buffer) ved slaktning ny og tradisjonell metode.

### 2. Teknologisk

- Vurdering av orkast og trengingstempo
- Slaktetempo: antall fisk per minutt i SI-5 systemet.
- Bemanningsbehov (mann x timer per tonn slaktet fisk)
- Strømprofil i ”swim-in” tanken
- Mammut-pumpen: måling av trykkendringer gjennom pumpen, kvantifisering av luft/vann/løftehøyde.

### 3. Hygiene

- Blodvann: dokumentasjon av vaskeprosessen
- Kimtall: sammenligne filetdata fra direkteslaktet og konvensjonelt slaktet

### 4. Velferd og atferd

- Bedøvelse i slagsystemet, ”oppvåkningsdokumentasjon”
- % feilslag i maskinen
- Svømmehastighet (kroppslengde per sekund eller haleslag per minutt)

### 5. Kvalitet

- QIM-målinger
- pH- og rigor-forløp
- Sløye- og fileteringsforsøk: 100 fisk hver fjerde time fra 12 timer etter slaktning. Registrering av rigor, sløyefeil og vurdering av filetkvalitet.
- Forsøk med fjerning av tykkfiskbein

Hvilke deler av denne listen som blir prioritert eller om andre tema kommer i tillegg vil bli diskutert med prosjektledelsen i Marine Harvest Norway før forsøkene settes i gang.



# Fiskeriforskning

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

Avdelingskontor Bergen:  
Kjerreidviken 16  
N-5141 Fyllingsdalen  
Telefon: 55 50 12 00  
Telefaks: 55 50 12 99  
E-post: [office@fiskeriforskning.no](mailto:office@fiskeriforskning.no)

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

ISBN 978 82-7251-  
ISSN 0806-6221