

## Levende hyse

Overlevelse, utmattelse og restitusjon hos hyse fanget med snurrevad.  
Restitusjon og forløp av *rigor mortis* post mortem

Kjell Ø. Midling, Tor H. Evensen og Frank Kristiansen





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  
NO-9291 Tromsø  
Tlf.: 77 62 90 00  
Faks: 77 62 91 00  
E-post: [nofima@nofima.no](mailto:nofima@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  
NO-9291 Tromsø  
Tlf.: 77 62 90 00  
Faks: 77 62 91 00  
E-post: [marin@nofima.no](mailto:marin@nofima.no)

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

# Rapport

<i>ISBN:</i> 978-82-7251-662-7	<i>Rapportnr.:</i> 31/2008	<i>Tilgjengelighet:</i> <b>Åpen</b>
-----------------------------------	-------------------------------	--

<i>Tittel:</i> <b>Levende hyse</b> Overlevelse, utmattelse og restitusjon hos hyse fanget med snurrevad. Restitusjon og forløp av <i>rigor mortis</i> post mortem		<i>Dato:</i> 22.12.08
<i>Forfatter(e):</i> Kjell Midling, Tor H. Evensen og Frank Kristiansen		<i>Antall sider og bilag:</i> 18
<i>Oppdragsgiver:</i> FHS		<i>Prosjektnr.:</i> 20588
<i>Oppdragsgivers ref.:</i>		
<i>Tre stikkord:</i> Fangstbasert akvakultur, utmattelse, restitusjon, <i>rigor mortis</i> ,		
<i>Sammendrag:</i>  Hyse tatt med snurrevad er evaluert som kandidat for fangstbasert akvakultur. Skader og utmattelse fra fangsten og ombordtaking førte til lav muskel- og blod-pH, høye glukose og laktatverdier og akutt dødelighet hos ca 10 % av fangsten. Resten av hysa restituerte langsomt og ville trengt flere dager før den hadde blitt fysiologisk stabil. Forløp av muskel-pH og <i>rigor mortis</i> er beskrevet for hyse like etter fangst og etter at den hadde vært lagret levende i 12 timer. Full <i>rigor</i> oppnås etter ca 10 timer og varer mer enn ett døgn hos nyfanget hyse, mens hyse lagret levende i 12 timer aldri oppnår full <i>rigor</i> . Det er sannsynlig at sistnevnte gruppe tåler pumping bedre. Spesifikt oksygenforbruk hos hyse er målt og er likt som for torsk. Det anbefales å fortsette med følgende tre forsøk i 2009: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Forsøk med ombordtaking ved hjelp av air-lift pumpe (mammut) samt sammenligne denne metoden med vakuum og/eller lerretsløft.</li> <li>2. Gjennomføre forsøk med alternative lagringsstrategier for hyse (levende i 24 timer, i is og vann, i RSW, iset i container og iset i kasser)</li> <li>3. Ytterligere forsøk på å få gode fangster av hyse tatt med not.</li> </ol>		
<i>English summary:</i>  Seine-net caught haddock has been evaluated as a candidate for capture-based aquaculture. Damages and exhaustion caused by the gear and the bagging led to low blood- and muscle pH, high glucose and lactate levels and an instant mortality of 10 %. The specific oxygen consumption is described and is similar to the cod's. Restitution is slow and it will take several days until homeostasis. pH post mortem and <i>rigor mortis</i> is described for haddock killed immediately post catch and after 12 hours live in tanks. The latter group never went into full <i>R.m.</i> and is likely to be less harmed by tough handling (e.g. pumping). Following trials is recommended: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Experiments with new methods of bagging fish from the seine-nets cod-end (i.e. Canvas bag, vacuum pumping and air-lifts).</li> <li>2. Document the effect of different storage medium on quality (i.e. live, on ice and water, RSW, on is in containers and iced in boxes)</li> <li>3. More attempts to catch haddock with purse-seine.</li> </ol>		

# Innhold

<b>1</b>	<b>Bakgrunn.....</b>	<b>1</b>
1.1	Fangst, kvalitet og økonomi .....	1
1.2	Levende hyse.....	2
1.3	Bestand og biologi.....	3
<b>2</b>	<b>Resultater og diskusjon.....</b>	<b>5</b>
2.1	Fangsten .....	5
2.2	Fysiologi, glukose og laktat .....	6
2.2.1	Generelt om fysiologiparametrene .....	7
2.3	Restitusjon .....	7
2.3.1	Oksygenforbruk etter fangst .....	8
2.4	pH i blod og muskel.....	8
2.5	Glukose og laktat .....	9
2.6	pH post mortem og <i>rigor mortis</i> .....	11
2.7	Andre innledende forsøk .....	15
<b>3</b>	<b>Konklusjon.....</b>	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>Referanser.....</b>	<b>17</b>

# 1 Bakgrunn

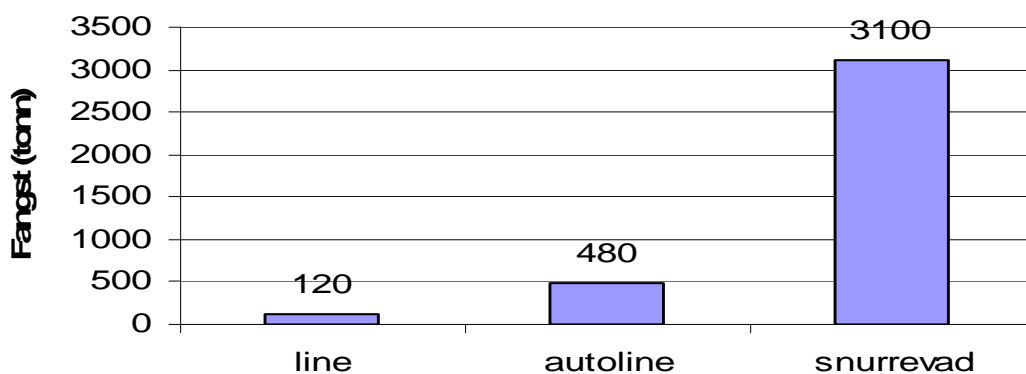
## 1.1 Fangst, kvalitet og økonomi

I Norge fanges det mest hyse med trål og da stort sett som bifangst. Det foregår også et målrettet fiske etter hyse på kysten av Troms og Finnmark med line, autoline og snurrevad. Det er i dette fiskeriet man har de største utfordringene med hensyn til kvalitet, og det er i dette fiskeriet det er muligheter for å holde hysa levende etter fangst.

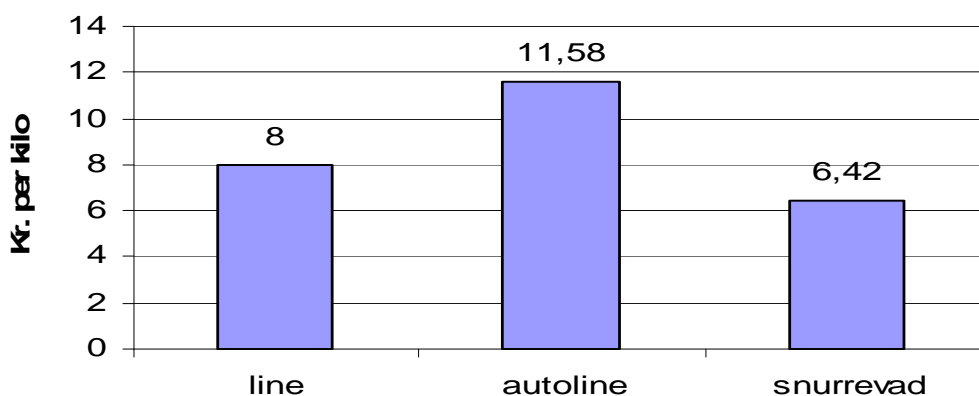
I et normalår fanges det mellom tre og fire tusen tonn hyse utenfor Finnmark i perioden april-juni. Snurrevad dominerer fangstene med ca 3000 tonn årlig.

Snurrevadfangstene er ofte store og mye av kvalitetsproblematikken er knyttet til dette redskapet.

**Hyse våren 2007, kvantum relativt redskap**



**Hyse våren 2007, pris relativt redskap**



Figur 1 Kvantum og pris på hyse fanget på kysten av Finnmark april til juni 2007 fordelt på redskapene autoline, line og snurrevad.

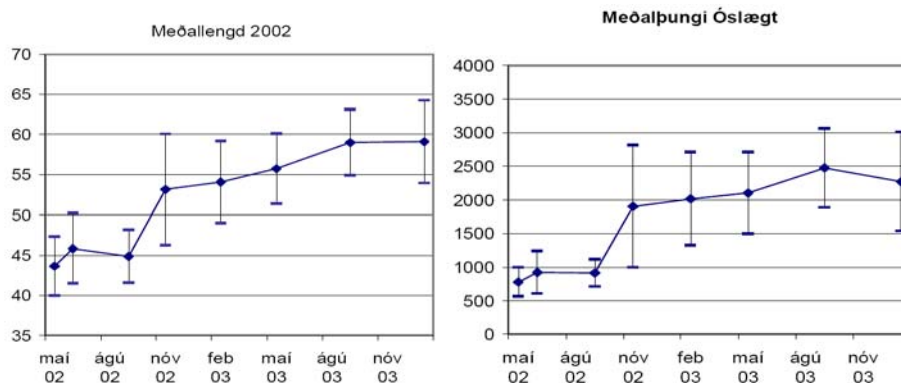
Kvalitetsproblemenes gjenspeiles også til en viss grad i prisene de forskjellige redskapsgruppene oppnådde. Det er imidlertid viktig å vurdere prisene i forhold til at 99 % av autolinefangstene var stor hyse levert fryst, mens 45 % av snurrevadfangstene besto av hyse under en kilo. Flere fiskekjøpere i Finnmark hevder at det er rom for 50 til 75 % økning i pris for hyse til snurrevadflåten dersom hyse kunne vært levert levende.

## 1.2 Levende hyse

I snurrevad eller trål, hvor den som regel blir fanget sammen med torsk, vil hysa presses opp i øvre del av redskapen hvor den påføres skinnskader av notlinet. I transporttanker unngår den torsken og sees da øverst i tanken. Hyse fra snurrevad utvikler normalt også sår i løpet av to til tre dager og dødeligheten kan være svært høy. Forsøk fra linefiske viser imidlertid at hysa kan overleve godt i tank og merd så lenge den unngår fysisk kontakt. Den tåler tilsynelatende også sprenging av gassblæren bedre enn torsken og trenger heller ikke ligge på merdbunnen under restitusjonsperioden. Det er derfor sannsynlig at store deler av hyskvoten kan fanges og holdes levende dersom riktig redskap benyttes på riktig måte. I Norge har vi begrenset erfaring med å holde hyse levende, utenom linefanget i forbindelse med Stø-prosjektet, oppføring av 0-gruppe hyse fra Sørøya i 1998 og innledende forsøk med hyse i oppdrett (Austevoll).

Det rapporteres imidlertid fra flåten om flere fangster av hyse med not. Dette er delvis gamle observasjoner fra den tiden fangst av torsk med not var lovlig, dels fra fangster av "feil" art når man fisker etter sei og endelig ett notkast etter torsk i 2002 (M/K Sjøarmør) hvor man fikk hyse i stedet i forbindelse med forsøksfiske (B. Isaksen, Havforskningsinstituttet, pers. medd.). I sistnevnte tilfelle måtte fangsten slippes da fartøyet dessverre ikke var "klarert" for fangst av hyse. I alle tilfeller rapporteres det om at hysa var uskadd og at det ikke var noen flytere.

Det er også rapportert fra snurrevadfiskere at "rene" hysfangster, hvor hele fangsten består av hyse, har gitt god overlevelse. Men fisken har i disse tilfellene bare vært holdt om bord i båten fra 4-5 timer til om lag ett døgn. På Island har man også gode erfaringer med fangst av liten hyse (mindre enn 800 gram) i store havteiner (New Foundland cod-traps). Det rapporteres også derfra at denne hysa var svært lett å tilvenne tørrfôr. Oppføring av liten hyse kan derfor være av interesse for industrien.



Figur 2 Resultater fra oppføring av liten hyse på Island i 2002. Lengden økte med 12 cm på ett år, vekten med 1,4 kilo (Valtýsson, H., Hafrannsóknastofunin, Island 2007).



*Skal hysa berges levende fra line må forsynet kuttet og fisken løftes direkte over i tank uten å komme i berøring med noe.*



*Skadet hysa vender buken opp og kan enkelt sorteres fra. Den uskadde svømmer pelagisk og hviler, i motsetning til torsk. Ikke på bunnen av tanken.*



*Hysa tåler lite trykk og skrap. Her fra forsøk med automatisk linehaler.*

Foto fra lineforsøket på Stø i 2005

### **1.3 Bestand og biologi**

Bestanden av hysa (*Melanogrammus aeglefinus* L.) er i god forfatning og i sterkt vekst. Det er knyttet usikkerhet til seleksjonsdødelighet i fiskeriene, omlasting og utkast. I 2006 var totalkvoten satt til 120 000 tonn, den rapporterte fangsten var 131 859 tonn, hvorav norsk fangst var 69 273 tonn. Usikkerheten var beregnet til å være mellom 9000 og 40 000 tonn.

Totaluttaket av hyse er derfor ukjent. Totalkvoten for 2008 er satt til 155 000 tonn. Hyse viser stor variasjon i årsklassestørrelsene og det har vært flere gode rekrutteringer de siste tiårene. Gytebestanden er pt høy og det rapporteres også om svært mye umoden hyse i fangstene langs kysten for tiden (høst 2008). Vår bestand (nordøstarktisk hyse) har variert mye etter krigen, men er nå på samme nivå som i midten av 50-årene og begynnelsen av 70- og 90-tallet.



*Utbredelse og gyteområder (røde felt) for nordøstarktisk hyse.*

Hyse er sannsynligvis den arten i torskefiskfamilien (*Gadidae*) som tåler minst fysisk berøring før den blir skadet og dør. I motsetning til torsk og sei, er det sannsynligvis svært stor dødelighet hos hyse etter at den er selektert gjennom en rist eller trålmåske. Dødeligheten i feltforsøk med trål, hvor fisken holdes i bur på bunnen etter seleksjon, er så stor at også hyse i kontrollgruppene dør (Ingólfson *et al.*, 2007). Også når hyse i laboratorieforsøk blir tvunget til å svømme til den er utmattet dør mange av forsøksfiskene (Breen *et al.*, 2004). Breen hevder at all hyse som blir selektert ut av trål gjennom maske eller skillerist dør (9 av 10 fisk som går inn i trålen). I tillegg er muskulaturen svak og den får lett trykk- og klemskader.



## 2 Resultater og diskusjon

### 2.1 Fangsten

Forsøksfisken ble tatt med snurrevad på ca 80 favners dyp på Makkaurbakken ved Sandfjorden. Det ble benyttet ni kveiler tau. I halet ble det tatt 2500 kilo torsk og 250 kilo hyse; et normalt blandingsforhold. Det var lite åte i hysa og siden halet var relativt lite var hysa lite klemt ved sekking. 9,5 % av hysa som ble overført en og en til karene døde etter kort tid (mindre enn 20 minutter). Resten fortsatte i forsøket.



*Foto fra fangst og ombordtaking på M/K Kildin.*

*Tabell 1. Fiskegruppene*

Gruppe	<i>n</i>	Standard lengde	±SD
0 timer etter fangst	10	48.2	6.9
12 timer etter fangst	10	51.9	6.2
Respirometrifisk	62	50.9	4.8

## 2.2 Fysiologi, glukose og laktat

Det er dessverre relativt lite kunnskap om hvordan de forskjellige redskapene påvirker fiskens fysiologi. Det meste av denne forskningen (stress, utmattelse og fysiologiske endringer) har foregått på fisk i fangenskap (oppdrett) og disse stresstestene er ofte mindre dramatiske enn det er å bli fanget i et fiskeredskap. I tillegg til å kjempe mot redskapet (for eksempel line), er ofte fisken utmattet (for eksempel trål) og for arter som torsk og hyse er også svømmeblæren punktert. Dette gir fysiologiske responser hos fisken som har til hensikt å redusere de negative effektene av hendelsene. I noen tilfeller er responsene utilstrekkelige og fisken dør etter belastningen (Breen et al., 2004).

Ofta brukes begrepet homeostase eller likevekt, og man sier at likevekten forskyves når fisken utsettes for stress. Responsene som fisken iverksetter når de utsettes for stress er ment å bringe fisken tilbake i likevekt igjen. Ved kortvarig og mildt stress er responsen tilsvarende, og fisken vil raskt kompensere for stresset. Ved vedvarende, kraftig eller gjentatt stress vil responsene være kraftigere, og i noen tilfeller vil responsene i seg selv utgjøre et problem for fisken. Fiskens responser til stress gjenspeiles i fiskens blodkjemi og kroppsvæsker, og det er derfor mulig å registrere og å kvantifisere en del endringer som kan settes i sammenheng med fiskens stress nivå. I disse forsøkene har vi valgt å beskrive den fysiologiske tilstanden hos nyfanget hyse ved hjelp av pH i blod og muskel, glukose og laktat i blod. Den nyfangede fisken ble holdt i to 800 liters kar med separat vanntilførsel. Det ene karet ble benyttet til å måle endringer i oksygenforbruk etter fangst (restituering), det andre for uttak av hyse for å dokumentere muskelkjemiske og fysiologiske endringer over tid.



*Foto fra rigging av forsøkskar på dekket hos M/K Kildin. Til venstre de to 800-liters karene, til høyre er ett kar åpnet for uttak av forsøksfisk.*

### 2.2.1 Generelt om fysiologiparametrene

En av de mest brukte indikatorer for stress er hormonet kortisol. Kortisol settes ofte i sammenheng med stress, og er en vanlig indikator på individuelt stressnivå hos fisk (Sumpter, 1997; Wendelaar Bonga, 1997, Mommsen *et al.*, 1999). Kortisol er kjent som et "stresshormon" blant annet fordi det bidrar til å tilgjengeliggjøre energi til muskelaktivitet, samt øke blodsirkulasjonen til muskler hos fisk som er utsatt for stress (Sumpter, 1997; Wendelaar Bonga, 1997; Mommsen *et al.*, 1999). Disse responsene antas å bedre fiskens sjanse til å håndtere stresset og å overleve. Stress involverer energikrevende prosesser og glukose er en viktig energikilde for metabolismen; eksempelvis er vev som hjernen, hjerte, blodceller og gjeller primært basert på **glukose** (Mommsen *et al.*, 1999). Det er langt enklere å måle blodglukoseverdiene direkte enn å måle kortisol, både fordi analysemetodene er raskere og billigere og fordi det tar lengre tid før glukosenivået stiger ved stress enn hva tilfellet er for kortisol. Kortisol er på grunn av kort responstid metodisk vanskelig å måle, fordi sjansen for å måle stressresponser som følge av selve målingen fremfor stressoren man undersøker er relativt stor. Glukose vil på samme måte som kortisol kunne relateres til stressnivå, men her er responstiden lengre. Man må imidlertid huske på at Glukosenivåene i blodet svinger med fødeinntak, så man må ta hensyn til fiskens ernæringsmessige status dersom denne er kjent. Laksefisk viser kun en moderat økning i glukose ved stress; en økning på 25 % fra basalnivå kan forventes etter stress. Ustresset laksefisk har blodglukosenivåer rundt 100 mg/dL, noe som tilsvarer ca. 5.5 mmol/L (Barton & Iwama, 1991). Ved betydelig stress vil nivået kun øke til 10-12 mmol/L. Forøvrig er det verdt å merke seg at basalnivå ved stress er svært artsavhengig, og mer sedate arter som f. eks steinbit har basalnivåer under 1 mmol/L.

**Laktat.** Musklenes forbrenning av energi (glukose) med oksygen til stede (aerob forbrenning) fører til økt produksjon av karbondioksid ( $\text{CO}_2$ ). pH reduseres ( $\text{H}^+$  øker) med økende  $\text{CO}_2$  som følge av likevekten mellom vann ( $\text{H}_2\text{O}$ ),  $\text{CO}_2$  og hydrogen protoner ( $\text{H}^+$ ). Hvit muskulatur, som utgjør hovedandelen av fileten, har dårlig blodtilførsel og dermed liten oksygentilgang. Høy muskelaktivitet medfører derfor økt forbrenning uten oksygen til stede (anaerob forbrenning). Slik forbrenning fører til økt produksjon av melkesyre (laktat) i muskelen, som igjen fører til redusert pH. Fisk som stresses over tid vil derfor ha redusert pH i blod og muskel både som følge av økt oksygenforbruk (økt  $\text{CO}_2$  produksjon) og forhøyet laktat nivå (anaerob forbrenning).

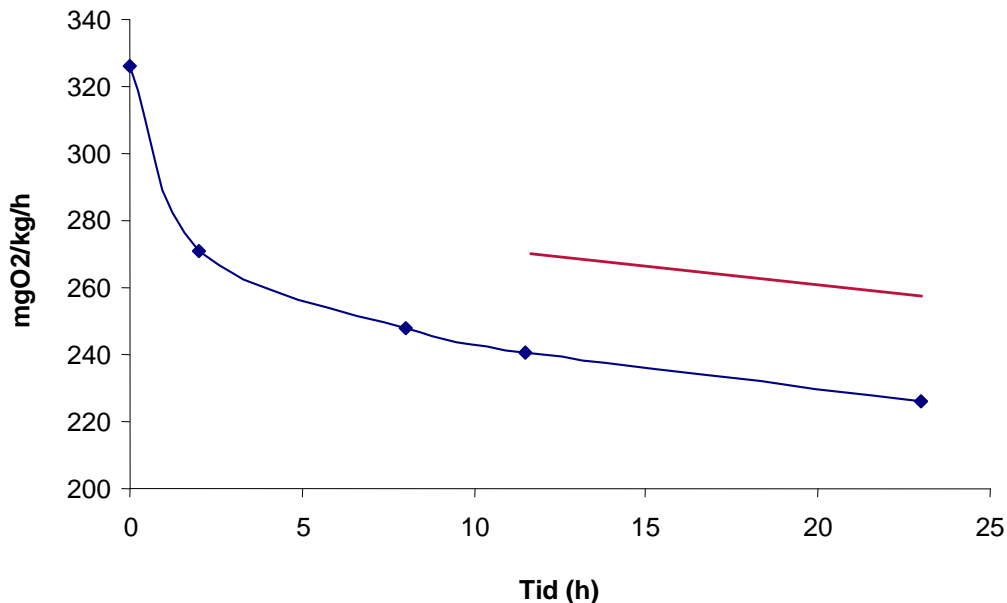
**pH.** pH eller surhetsgraden i fisken er logaritmen til summen av  $\text{H}^+$ -ioner fra melkesyre (laktat) og karbondioksyd (karbonsyre,  $\text{CO}_2$  i blodet). Lav pH er derfor ofte resultatet av en serie negative omstendigheter eller behandlinger (trenging, pumping, overføring til/og fra ventemerd og bedøvelse). Blodet har kapasitet til å motstå reduksjon i pH som følge av bufringsegenskapene til  $\text{HCO}_3^-$  (**bikarbonat**). Denne egenskapen har ikke fiskemuskel, og det er typisk lavere pH i fiskemuskel sammenlignet med fiskens blod så lenge bufferkapasiteten er intakt. *Målinger av pH i blod og muskel gir et samlet uttrykk for "all belastning og arbeid" fisken har hatt i forbindelse med slaktingen.* Samtidig påvirker fiskens fysiologiske status også hvor lang tid det tar før den blir dødsstiv etter avlaving og hvor kraftig dødsstivheten blir. Lang pre-rigor tid er et uttalt mål for laksenæringen. Derfor er det sammenfallende interesser fra forvaltning, industrien og deres kunder.

### 2.3 Restitusjon

Fisken er naturlig nok mest utmattet like etter fangst og dersom den holdes under gunstige forhold vil den langsamt restitueres inntil den igjen oppnår fysiologisk likevekt. Igjen finnes det meste av litteratur fra havbruksforskningen (slakteforsøk og lettere stressforsøk), men også innen forskning på "Catch and release". Alle forsøk viser at restitusjon tar lang tid og at fisk gjerne trenger 3-4 dager før den har normale verdier igjen.

### 2.3.1 Oksygenforbruk etter fangst

Oksygenforbruk (forbruk per kilo fisk) er et godt mål for stressnivå, men er også korrelert med fiskens størrelse og ernæringsmessig status; jo mindre fisk, desto større oksygenforbruk. Det er et tydelig fallende stressnivå og oksygenforbruk etter fangst.



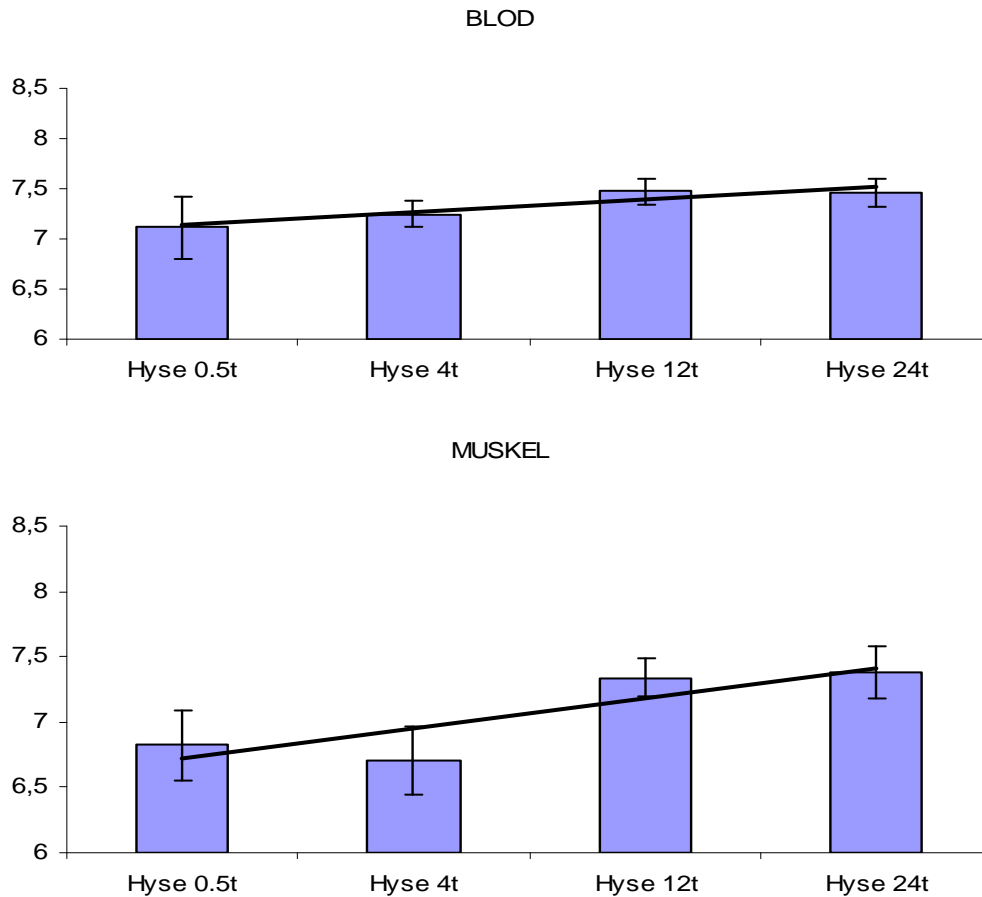
Figur 3 Oksygenforbruk hos torsk (blå linje) og hyse (rød linje) det første døgnet etter fangst. Det var måletekniske problemer under forsøkene med hyse, men i området vi har data er hysas oksygenforbruk ca 15 % høyere enn torskens. Dette kan delvis forklares ved at hysa var mindre, delvis ved at torsk ikke stresses (utmattes) så lett som hyse.

### 2.4 pH i blod og muskel

Både pH i blod og muskel viser en svak, men jevn stigning det første døgnet etter fangst. Blod-pH fra 7,2 til ca 7,5, muskel-pH fra 6,8 til ca 7,4.

Verdiene like etter fangst viser at blodets bufferkapasitet er langt overskredet og selv etter 24 timer mangler hysa ca 0,3 pH-enheter for å komme i fysiologisk likevekt (pH-blod mellom 7,8 og 8,0).

Muskelens pH viser liknede forløp og svært lave verdier like etter fangst. Det er likevel sannsynlig at den gjenværende forsøksfisken ville ha overlevd dersom den ikke hadde skjelltap og avskraping av slim



Figur 4 Endring i blod- og muskel-pH gjennom de første 24 timene av hysas restitusjon.

## 2.5 Glukose og laktat

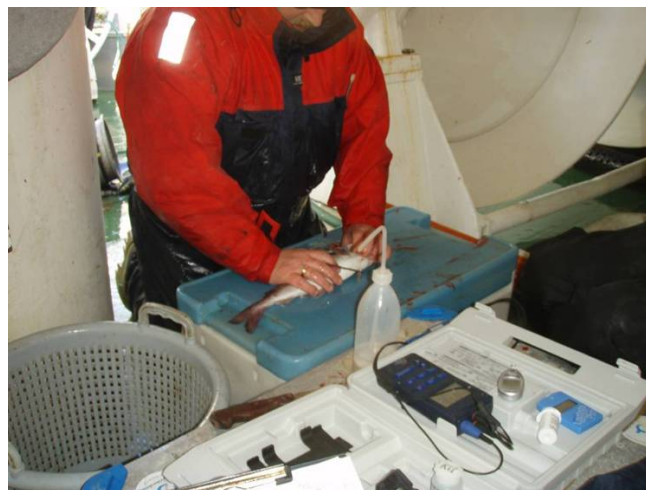
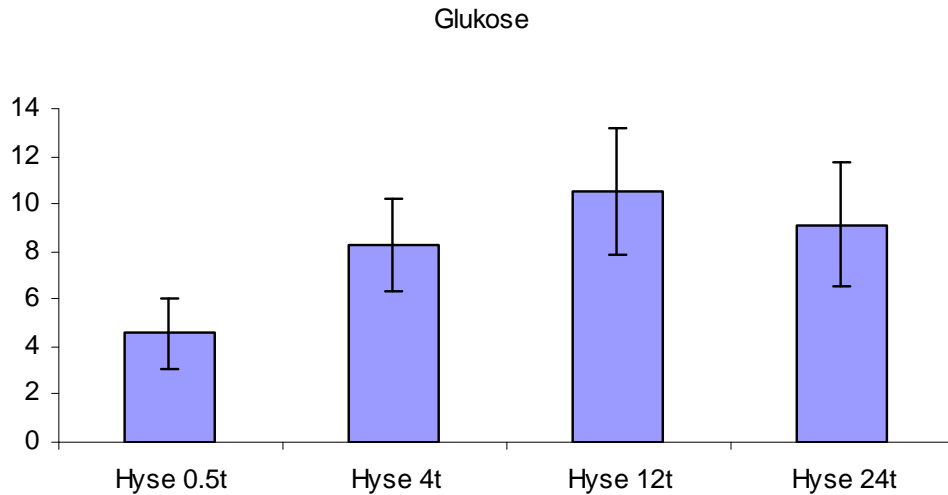


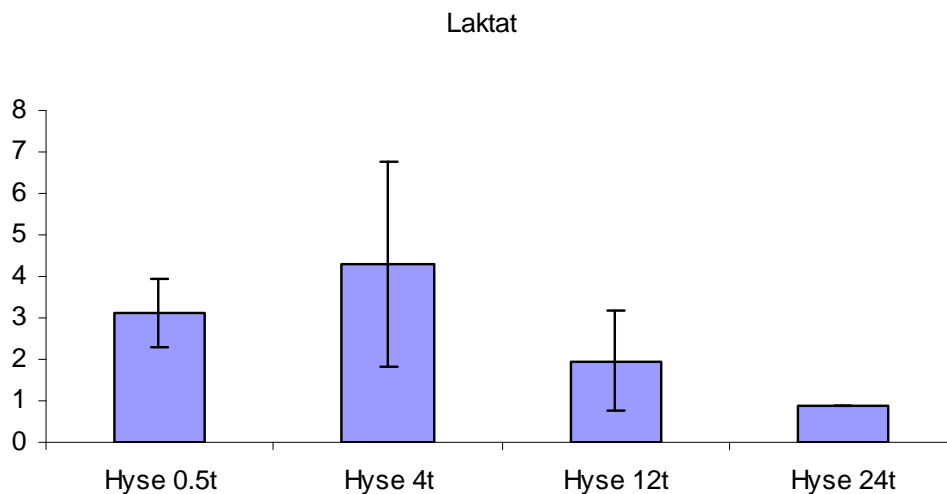
Foto fra prøvetakingen om bord på M/K Kildin.

All forsøksfisk ble avlivet med slag i hodet. pH i muskel ble målt midt i loinsdelen av fileten og venøst helblod ble tatt direkte fra hjertesekken før måling av pH i blod.

Figur fem og seks illustrerer godt utviklingen hos restituerende hyse etter fangst og forskjellene i glukose og laktat. Glukoseverdiene er fortsatt svært høye ett døgn etter fangst selv om vi dessverre ikke kjenner hvilenivået. Høyeste nivå var etter om lag 12 timer. Laktatverdiene går under deteksjonsgrensen (0,8 mmol/L) etter 24 timer og følger ellers kjent forløp.

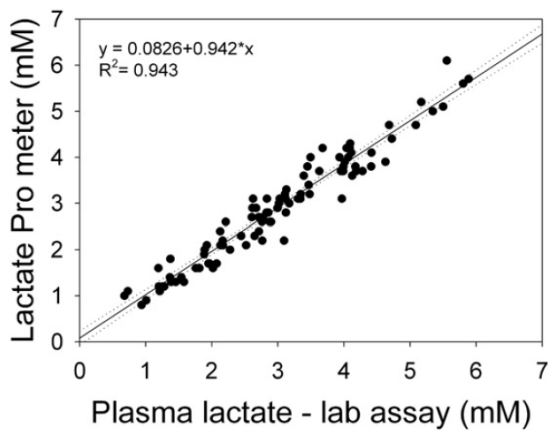


Figur 5 Utvikling i blodglukose (blodsukker) hos hyse 24 timer etter fangst.



Figur 6 Utviklingen i blodlaktat (melkesyre) hos hyse 24 timer etter fangst.

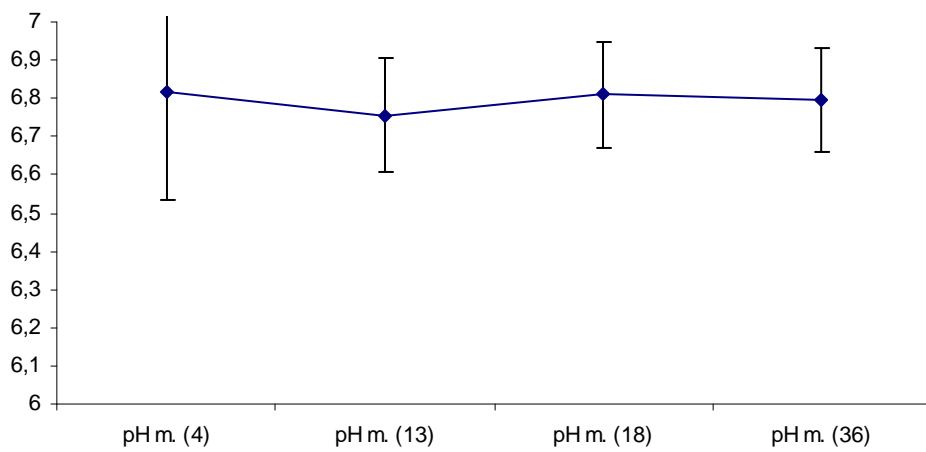
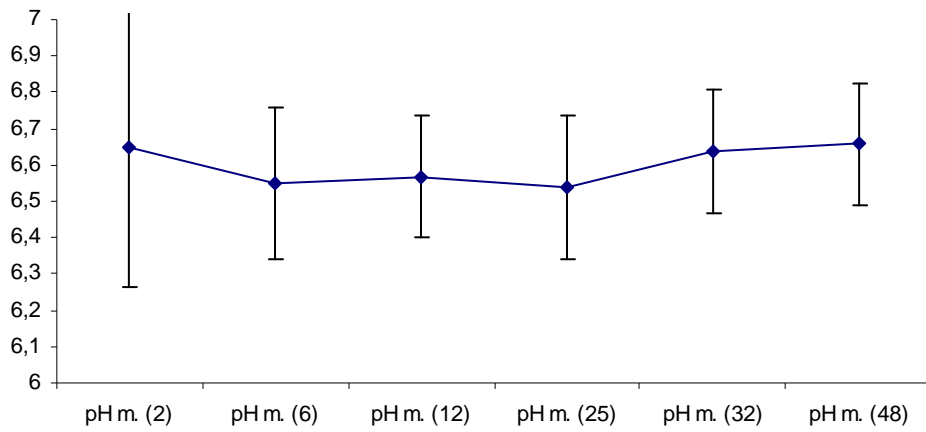
I disse forsøkene har vi benyttet et nytt, enkelt og mobilt instrument for å måle melkesyre (Lactate Pro meter). Figur 7 viser korrelasjon mellom dette instrumentet og laboratorie-assay på laktat hos fisk. Det er svært god korrelasjon mellom metodene ( $R^2 = 0,94$ ).



Figur 7 Korrelasjon mellom laboratorie og Lactate Pro meter.

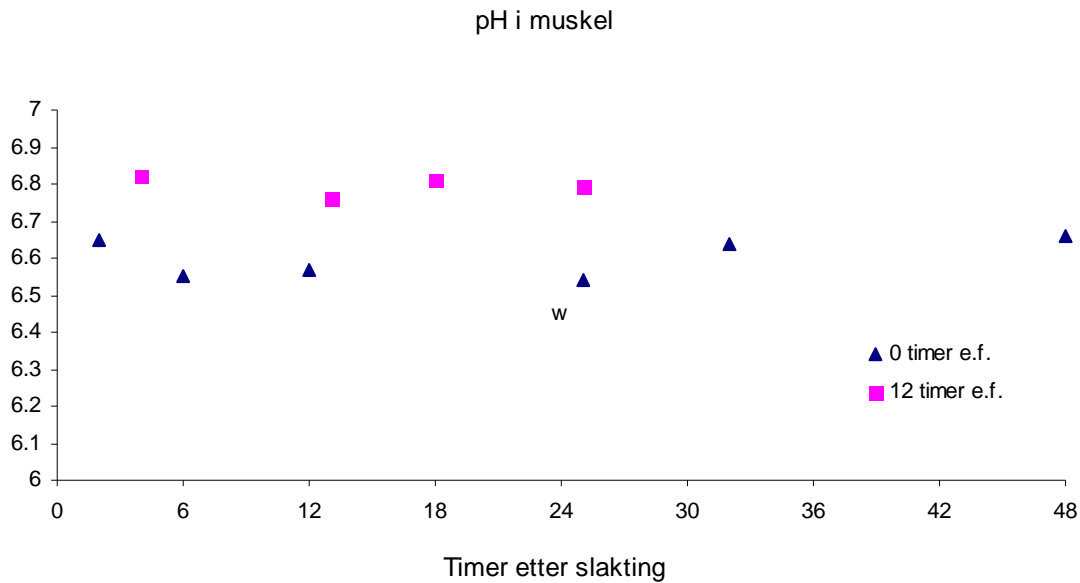
## 2.6 pH post mortem og *rigor mortis*

Det er ikke stor forskjell på utviklingen i pH post mortem hos de to gruppene med hyse. Gruppe 1 (øverst) ble tatt ut direkte etter fangst, mens gruppe 2 ble tatt ut fra forsøketanken etter 12 timer. Muskel-pH like etter avlaving er noe høyere etter 12 timer i tank, men begge gruppene har nesten flate forløp i muskel-pH. Figurene viser at det er stor variasjon mellom individene. Selv om uttakene ikke er store (n=10) er det en tendens til at variasjonen som forventet blir mindre etter at hysa er lagret levende.



*Figur 8 Utviklingen i muskel-pH like etter avliving hos hyse like etter fangst (øverst) og etter levende lagring in 12 timer (nederst).*



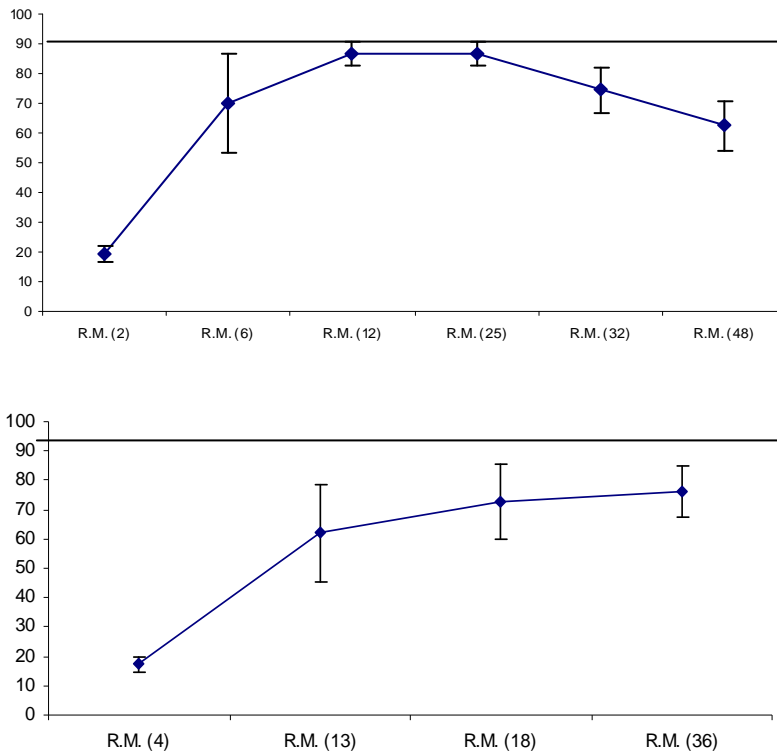


Figur 9 Utvikling i post mortem-pH vist som gjennomsnitt i gruppen avlivet direkte fra fangst (lilla) og etter 12 timer i tank (blå).



Foto av "Tail-drop" på laks.

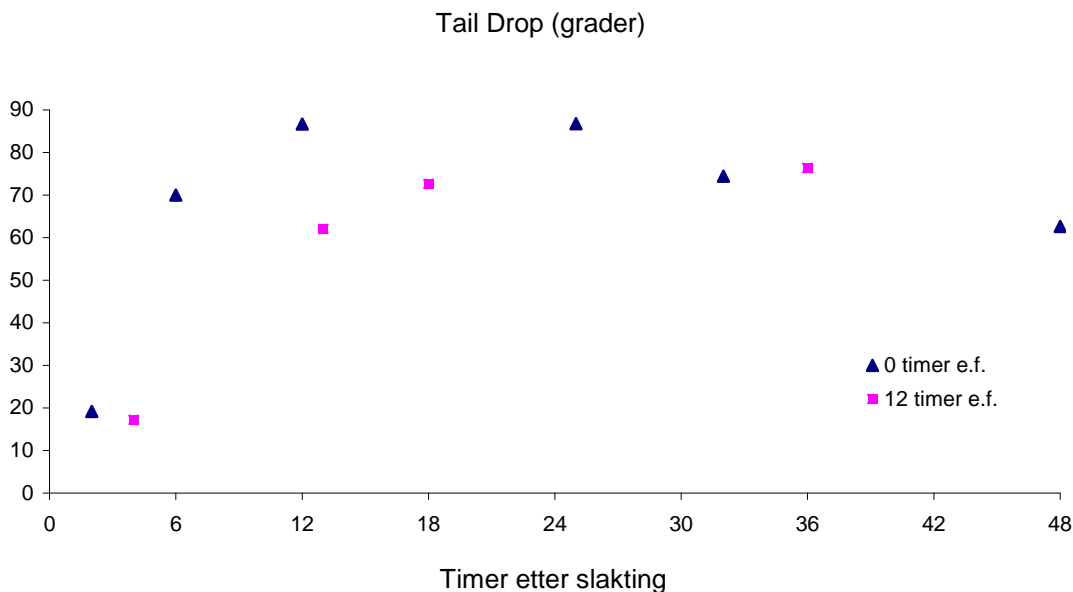
Utviklingen i dødsstivhet (*rigor mortis*) følger samme forløp som utviklingen i muskelens pH. Vi antar at grad av dødsstivhet, både hvor i forløpet fisken befinner seg og hvor sterk den er også påvirker råstoffets evne til å tåle behandling (for eksempel pumping på land). Vi har her brukt en enkel metode for å måle utviklingen i R.m. : "Tail-drop". Halvparten av fisken holdes utenfor en bordkant og avbøyningen kan leses direkte av som grader avbøyning (Tail-drop). Når fisken er i full rigor er vinkelen 90.



Figur 10 Post mortem utvikling i dødsstivhet målt som "Tail-drop" på fisk avlivet liketter fangst (øverst) og etter 12 timer i levende i tank (nederst).

Utvikling i dødsstivhet like etter fangst viser at hysa oppnår full stivhet (90) mindre enn 12 timer etter fangst. Denne stivheten varer i mer enn ett døgn (lagret iset i kasser). Dette er innenfor normalt tidsrom for levering i et "normalt" hysefiskeri.

Lagres derimot hysa levende 12 timer vil den aldri bli så dødsstiv at sporden holdes vannrett. Dersom dette råstoffet har analoge egenskaper med laks vil den tåle mer behandling før den skades, blir spaltet og bløt.



Figur 11 Utvikling i rigor mortis for hysa like etter fangst og hysa avlivet etter 12 timer i tank.

## 2.7 Andre innledende forsøk

Disse forsøkene representerer første del av forsøk på å holde hyselevende etter fangst. I tillegg til disse ble to andre aktiviteter gjennomført uten at det var representanter fra Nofima til stede:

**M/K Stålegg** gjorde primo mars noen enkle innledende forsøk med direkteleveranse av levende hyse til G. Klo as på Myre i Vesterålen. Hyse levert levende gir svært god kvalitet og selv hyse fra store snurrevadfangster vil kunne sammenlignes med kystlinehyse. Hysa har da vært holdt levende om bord over natten og det rapporteres om svært lav dødelighet og svært god kvalitet ved leveranse. Nofima as hadde observatør ved Klo as like før påske, men da var hysa levert den dagen dessverre allerede slaktet. Hysa er modnende og det meste av den vil gyte i løpet av april måned. Dette er kanskje også noe av grunnen til at det rapporteres at den tåler fangstbehandlingen godt (faste skjell). På M/K Stålegg pumpes hysa om bord, direkte fra sekken. Svømmeblæren er allerede punktert og man unngår kontakt mellom hysa og notlin. Sekking fører til mye kontakt med notlin med sannsynlig rist- og slimtap som resultat. Det ble også satt inn en fangst (ca fem tonn) i merd ved Klo as sitt anlegg i Staven, Myre i Øksnes kommune. Dødeligheten var (sagt å være) svært stor og all fisk ble tatt ut av merden etter noen dager. Dessverre er det ingen dokumentasjon utover dette som kan avklare om det er fangsten, redskapet, behandlingen, pumpingen eller merden som påførte hysa skadene. Det vil derfor være naturlig å gjennomføre et mindre forsøk på gytmoden hyse i forbindelse med leveranse av levende hyse.

**M/K Olagutt** fikk i august mulighet til å fange hyse med snurpenot under seifisket. Det var meldt om flere aktuelle pelagiske registreringer av hyse ved Sleppen. Siden vi ikke kunne være tilstede avtalte vi at fangsten burde være over fem tonn før vi forsøkte med levende lagring og videre forsøk. Olagutt fikk bare en fangst av hyse, ca 2,5 tonn, 4. august. Hysa ble holdt ved siden en stund for observasjon og det ble ikke observert skadet fisk. Fisken ble tatt om bord og det var 17 % undermåls hyse (under 44 cm). Det ble ikke gjort forsøk på å holde hysa levende ombord.

Med bakgrunn i resultatene fra forsøkene om bord på M/K Kildin (og delvis fra M/K Stålegg) synes snurrevad lite egnet for å holde hyse levende over lang tid. Det bør derimot vurderes forsøk på kort tids levendelagring (dagsfangster). Bedre kvalitet, utbytte (og pris?) må i så fall vurderes mot velferdsmessige forhold for levende hyse fanget med snurrevad. Inntil nye resultater foreligger er det overveiende sannsynlig at store deler av slike hysefangster vil dø i tanken før den leveres. Man bør i tillegg sammenligne levende hyse med alternative tradisjonelle betingelser: i is og vann, i RSW, iset i container og iset i kasser. M/K Kildin er forlenget til 120 fot siden dette forsøket ble gjort og vil egne seg svært godt til denne type forsøk (samme råstoff lagret på fem forskjellige måter).

### 3 Konklusjon

Resultatene fra forsøket er ikke overraskende og har gitt relativt klare svar som oppsummert er:

1. Hyse er utmattet etter fangst med snurrevad og har lav pH i blod og muskel samt høye glukose- og laktatverdier.
2. Hyse bruker lang tid på å restitueres og vil trenge flere dager under gunstige forhold for å oppnå normal fysiologisk tilstand (homeostase).
3. Levende hyse har oksygenforbruk noe høyere enn torskens og fallende oksygenbehov i perioden etter fangst.
4. Det er små forskjeller i utviklingen i muskel-pH post mortem avhengig av om den er avlivet like etter fangst eller etter 12 timer levende i tank.
5. Forløp i *rigor mortis* på hyse tatt med snurrevad er nå kjent.
6. Det er nå enklere å designe pumpeforsøk på sløyd kjølt råstoff; sammenhengen mellom skader, rigorstatus og kvalitet.
7. Det er betydelige forskjeller i utvikling, forløp og styrke i *rigor mortis* avhengig av om den er avlivet like etter fangst eller etter 12 timer levende i tank.
8. Snurrevad egner seg ikke som redskap dersom hysa skal holdes levende mer enn to dager etter fangst.
9. Snurrevadfartøy som leverer hysa levende over kai dagen etter fangst gir råstoff med svært god kvalitet.
10. Både sekking med lerretsløft og bruk av vakuumpumpe påfører sannsynligvis hysa skader.

Basert på disse konklusjonene anbefales følgende tre forsøk neste år:

1. Forsøk med ombordtaking ved hjelp av airliftpumpe (mammut) samt sammenligne denne metoden med vakuum og/eller lerretsløft.
2. Gjennomføre forsøk med alternative lagringsstrategier for hyse
  - levende i 24 timer
  - i is og vann
  - i RSW
  - iset i container
  - iset i kasser
3. Ytterligere forsøk på å få gode fangster av hyse tatt med not.

## 4 Referanser

- Breen, M., Dyson, J., O'Neill, F.G., Jones, E., and Haig M. 2004. Swimming endurance of haddock (*Melanogrammus aeglefinus* L.) at prolonged and sustained swimming speeds, and its role in their capture by towed fishing gears. – ICES Journal of Marine Science, 61:1071-1079.
- Ingólfsson, Ó. A., Soldal, A. V., Huse, I., and Breen, M. 2007. Escape mortality of cod, saithe, and haddock in Barents Sea trawl fishery. –ICES Journal of Marine Science, 64:1836-1844.

