

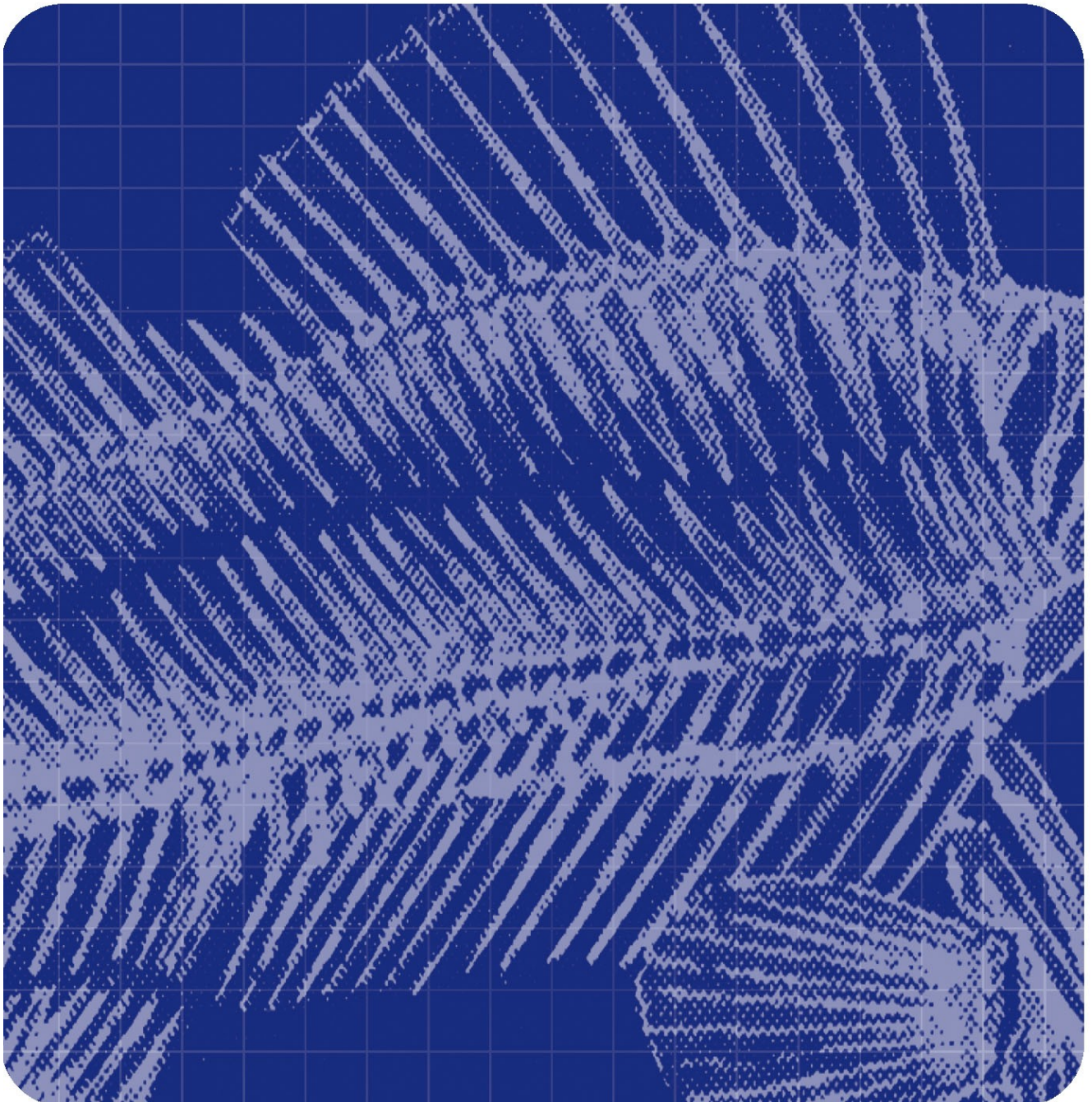


# Fiskeriforskning

RAPPORT 22/2005 • Utgitt desember 2005

## **Fangstbasert havbruk - mellomlagringsløsninger for den mindre kystflåten**

Kjell Midling, Kåre Aas, Torbjørn Tobiassen og Leif Akse (Fiskeriforskning)  
Bjørnar Isaksen, Svein Løkkeborg og Odd-Børre Humborstad (Havforskningsinstituttet)





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 Fiskeriforskningens 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)

**Norsk institutt for fiskeri- og havbruksforskning AS**

Hovedkontor: Postboks 6122, 9291 Tromsø

Besøksadresse: Muninbakken 9-13,

Tlf.: 77 62 90 00, faks: 77 62 91 00

E-post: post@fiskeriforskning.no

Avd. Bergen: Kjerreidviken 16, 5141 Fyllingsdalen

Tlf.: 55 50 12 00, faks: 55 50 12 99

E-post: office@fiskeriforskning.no

Internett: www.fiskeriforskning.no

Organisasjonsnr.: NO 964 441 898 MVA

# RAPPORT

ISBN-13 978-82-7251-572-9

ISBN-10 82-7251-572-5

Rapportnr:

22/2005

Tilgjengelighet:

Åpen

*Tittel:***Fangstbasert havbruk - mellomlagringsløsninger for den mindre kystflåten***Dato:*

28. desember 2005

*Antall sider og bilag:*

23 + video

*Forskningsjef:*

Arne Mikal Arnesen

*Forfatter(e):*

Kjell Midling, Kåre Aas, Torbjørn Tobiassen, Leif Akse (alle Fiskeriforskning), Bjørnar Isaksen, Svein Løkkeborg og Odd-Børre Humborstad (alle Havforskningsinstituttet)

*Prosjektnr.:*

6357 og 1541

*Oppdragsgiver:*

Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond, Innovasjon Norge og Norges forskningsråd

*Oppdragsgivers ref.:*

200400017/424, 52-2004/003221 og 158887/I10

*3 stikkord:* Fangstbasert havbruk, lineflåten, mindre kystfartøy*Sammendrag: (maks 200 ord)*

Prosjektet har evaluert hvilke muligheter den minste kystflåten (< 15 meter) har for å lagre deler av fangsten sin levende (Fangstbasert havbruk). Tre linefartøy og to snurrevadfartøy har deltatt aktivt, men også redskapet teine er evaluert. Prosjektet er verdikjedeorientert og mange av forsøkene har inneholdt vurderinger av prosessparametre som kvalitet, utbytte, farge, osv. Hovedkonklusjonene er at også line er et egnet redskap når man ønsker å holde fangsten levende, og at den mindre kystflåten er sentral i utviklingen av fangstbasert havbruk som alternativer til konvensjonelle fangster. Andre sentrale konklusjoner er:

Linefanget torsk viser overlevelse etter fangst tilsvarende som fra snurrevad.

Kvaliteten hos levendelagret torsk blir bedre etter fangst, selv etter svært kort lagringstid (&lt; 1 døgn).

Torsk fra levende lager gir optimal kvalitet, forutsatt korrekt slakting.

Det er utviklet kriterier for ombygging (volum av transporttank, pumpebehov i forhold til fangstevne).

Variasjon i torskens oksygenbehov (liter/minutt\*kilo) er beskrevet, samt når det vil være mulig å transportere torsken ved høy tetthet (> 300 kilo/m<sup>3</sup>).

Torskens restitusjonskurve (hvor lang tid tar det etter fangst før torsken er fysiologisk "normal") er beskrevet.

Det er utviklet enkle flatbunnede restitusjonsmerder, tilpasset kystflåten, basert på "utrangerte" stålanlegg.

Torskens mekanisme for å "reparere" sprenget svømmeblære er beskrevet.

Det er utviklet kriterier for slakting (bedøving, avliving, bløgging og utblødning).

*English summary: (maks 100 ord)*

This project has evaluated the future role for the coastal fleet within capture-based aquaculture. Three long-line vessels and two seine-net vessels participated. The project is value-chain oriented and important quality variables as colour, blood-residues, yield etc. have been monitored. The main conclusion is that long-line is a suitable gear for capture-based aquaculture. Other conclusions are: The quality of the fish improve if kept alive post catch, Cod from capture-based aquaculture gives an optimal quality, provided correctly slaughtered. Criteria for the new on-board technology have been developed. Time and conditions for physiological restitution post catch is found. New flat-bottom cages for restitution of newly caught cod is described. The mechanism for gas-bladder restorations is described. Methods for killing and bleeding of cod are tested

# INNHold

1	SAMMENDRAG.....	1
2	ORGANISERING .....	3
3	FINANSIERING .....	3
4	KUNNSKAPSFORIDLING .....	3
5	MELLOMLAGRINGSLØSNINGER – FANGSTBASERT HAVBRUK.....	4
5.1	Fangstprofil .....	5
5.2	Nødvendig teknologi .....	6
5.2.1	Fartøyene.....	6
5.2.2	Fangst og behandling .....	7
5.2.3	Mottaksmerder .....	8
6	FORSØK OG RESULTATER .....	10
6.1	Mekanisme for sprenging av svømmeblære hos torsk .....	11
6.2	Restitusjon etter fangst .....	12
6.3	Oksygenforbruk og atferd .....	14
6.4	Resultater fra lineflåten .....	15
6.5	Teine kontra line.....	17
6.6	Kvalitet .....	18
6.6.1	Slakteforsøk .....	20
6.6.2	Pre-rigor .....	21
7	SLUTTKOMMENTAR OG TAKK!.....	23



# 1 SAMMENDRAG

Bakgrunnen for å engasjere seg i fangstbasert havbruk (å lagre deler av fangsten levende) er å maksimere verdien av fangsten. I prinsippet kan dette gjøres på to måter:

- **Gjennom å forbedre kvaliteten på råstoffet**
- **Gjennom å lagre fangsten og omsette den når etterspørselen og prisen er bedre (i praksis på høsten)**

For å oppnå dette må både tekniske, biologiske og organisatoriske utfordringer møtes og løses. Det er i utgangspunktet ingen automatikk i at et ”perfekt” råstoff skal oppnå bedre pris, og særlig for den minste flåtegruppen innebærer lang lagringstid en stor likviditetsutfordring.

I prosjektet ”Mellomlagringsløsninger – en tiltaksplan for den mindre kystflåten” er det gjennomført en lang rekke forsøk, i første rekke av teknologisk, biologisk og kvalitetsmessig art. I tillegg til snurrevadfartøy, som tidligere er relativt godt dokumentert gjennom flere år, har redskapene i dette prosjektet vært line og teine. Resultatene vil gi et bedre grunnlag for å evaluere denne flåtegruppens muligheter innen fangstbasert havbruk og peker samtidig på hvilke områder som er sentrale å løse i fremtiden.

Prosjektet har ikke resultert i nye organisasjonsformer eller utvidet samarbeid mellom aktører i næringen. Derimot er forutsetningene for slike samarbeidsformer blitt tydeligere. Det mest kritiske punkt for å utløse større aktivitet innen fangstbasert havbruk (og andre kvalitetsfremmende tiltak) er fortsatt mangelen på sammenheng mellom kvalitet og pris. Det er derfor fortsatt liten grunn til at flåten skal investere i nytt utstyr for å bedre kvaliteten på råstoffet (linehaler, transporttanker, lagringsmerder osv.).



*Fiskeværet Stø lengst nord på Langøya i Vesterålen var lokalitet for forsøk med levende torsk fra kystlineflåten. Det ombygde stålanlegget for mottak og restitusjon av levende torsk sees i forgrunnen. Anlegget har kapasitet til å betjene åtte fartøy.*

### **Hovedkonklusjonene fra forsøkene i 2004 og 2005 er:**

- **Den mindre kystflåten er sentral for å øke kapasiteten innen fangstbasert havbruk opp mot 30.000 tonn.**
- **Linefanget torsk viser overlevelse etter fangst tilsvarende som fra snurrevad.**
- **Nye linehaler-konsept (Delitek as) er testet i prosjektet, men er ennå ikke skånsom nok.**
- **Kvaliteten hos levendelagret torsk blir bedre etter fangst, selv etter svært kort lagringstid (< 1 døgn).**
- **Torsk fra levende lager gir optimal kvalitet, forutsatt korrekt slakting.**
- **Det er utviklet kriterier for ombygging (volum av transporttank, pumpebehov i forhold til fangstevne).**
- **Variasjon i torskens oksygenbehov (liter/minutt\*kilo) er beskrevet, samt når det vil være mulig å transportere torsken ved høy tetthet (> 300 kilo/m<sup>3</sup>).**
- **Torskens restitusjonskurve (hvor lang tid tar det etter fangst før torsken er fysiologisk "normal") er beskrevet.**
- **Det er utviklet enkle, flatbunne restitusjonsmerder, tilpasset kystflåten, basert på "utrangerte" stålanlegg.**
- **Torskens atferd det første døgnet i merd, avhengig av om den er fanget med snurrevad eller line, er beskrevet.**
- **Torskens mekanisme for å "reparere" sprenget svømmeblære er beskrevet.**
- **Torskens magetømmingsrate (minste sultetid før slakting) er målt.**
- **Det er utviklet kriterier for slakting (bedøving, avliving, bløgging og utblødning).**
- **En rekke sentrale "konfliktområder" i forbindelse med foreslåtte forskrifter for fangstbasert havbruk er belyst.**

## **2 ORGANISERING**

Feltaktiviteter som dette trenger sterk lokal forankring og organisering. I tillegg til fartøy og mannskaper ble det engasjert en lokal ”liasson”-offiser, Kurt Karlsen, Øksnes kommune, som organiserte lokale avtaler og hadde ansvar når prosjektets ledelse ikke var til stede. Dette fungerte meget godt i praksis og sørget, i tillegg til forberedelse av forsøksaktivitetene, for at kunnskapsformidlingen ble bedre. Faglig har prosjektet vært ledet av Fiskeriforskning i Tromsø med viktige bidrag fra Havforskningsinstituttet i Bergen (ansvarlig fangst).

## **3 FINANSIERING**

Aktiviteten ble finansiert av Fiskeri og havbruksnæringens forskningsfond (FHF), Innovasjon Norge (IN) og Norges forskningsråd (Nfr). Rolledelingen mellom de tre finansierer var:

- Nfr: ansvar for grunnleggende studier og eksperimentelle aktiviteter innen fysiologi, atferd og kvalitet.
- FHF: ansvar for de konkrete forsøk og utprøvinger i flåteleddet samt formidling av resultater og informasjon til andre deler av næringen.
- IN: ansvar for kostnader knyttet til kjøp og ombygging av stålanlegg, ombygging inkludert forsøkstanker med mer for de deltagende fartøy.

I tillegg bidro Fiskeridirektoratet med tilsagn om forskningskvoter knyttet til de konkrete forsøkene.

## **4 KUNNSKAPSFORMIDLING**

I forsøksperioden er det holdt svært mange foredrag og informasjonsmøter. Arbeidet med å utvikle, og senere kommentere forslaget til nytt regelverk for fangstbasert havbruk har tatt mye tid, men resultatet vil være konstruktivt for næringen. Forsøkene har sterkt bidratt til at fangstbasert havbruk kommer til å bli en viktig bidragsyter i fremtidens fiskerinæring, hvor kvalitet og pris vil være sentrale.

## **5 MELLOMLAGRINGSLØSNINGER – FANGSTBASERT HAVBRUK**

Fangstbasert havbruk (FH) er verken en ny aktivitet eller en særnorsk aktivitet. Det å holde fangsten levende etter at den er fanget har vi holdt på med svært lenge, og denne formen for næringsutøvelse var naturlig i tider hvor det ikke fantes fryserier eller god logistikk av kjølte produkter. Teknologi for å oppnå størst mulig overlevelse er også gammel og var allerede en del av norsk fiskerinæring i 1879 da organisasjonen ”Selskapet for Norske Fiskeriers Fremme” ble dannet. I regi av dette selskapet ble fartøy (seilbåter eller brønnsmakker) stimulert til å holde deler av sin torskefangst ved Island levende. Opptil hundre ganger høyere pris kunne oppnås når den levende torsken ble levert i Grimsby. I dag lagres en rekke arter for å oppnå bedre pris gjennom og levere et produkt av dokumentert bedre kvalitet eller ved å kunne levere produktet til tider med stor etterspørsel (for eksempel fersk torsk til jul).

Internasjonalt utgjør FH om lag 20 % av den totale akvakulturaktiviteten i verden (eng. Capture-based aquaculture), noe som tilsier verdier for nær 80 milliarder NOK per år. FAO (se definisjon) innførte dette som egen statistikk fra 2004. Vår fangst og lagring av torsk, flatfisk, krepsdyr, muslinger, snegler og pigghuder faller alle inn under denne definisjonen og er en del av det internasjonale fangstbasert havbruk.

**FAO-definisjon:**  
**Fangstbasert Havbruk er innhenting av levende dyr fra naturen**  
**– fra yngel til voksne –**  
**i den hensikt å lagre eller fôre disse til markedsstørrelse**

Torsk har vært hovedart innen FH i Norge. Snurrevad har på samme måte dominert som mest brukte redskap. Før snurrevad ble introdusert i norske fiskerier (1925-1930) var teine/ruse vanlig å bruke for å fange torsk levende og disse redskapene er fortsatt vanlig sør for Vestfjorden. Tidligere hadde det vært gjort mindre forsøk med krokfanget torsk (Altafjorden 1988, K. Midling, FTFI), men også garn (trollgarn) ble brukt for å skaffe settefisk til oppfôring av torsk (Sørlandet).

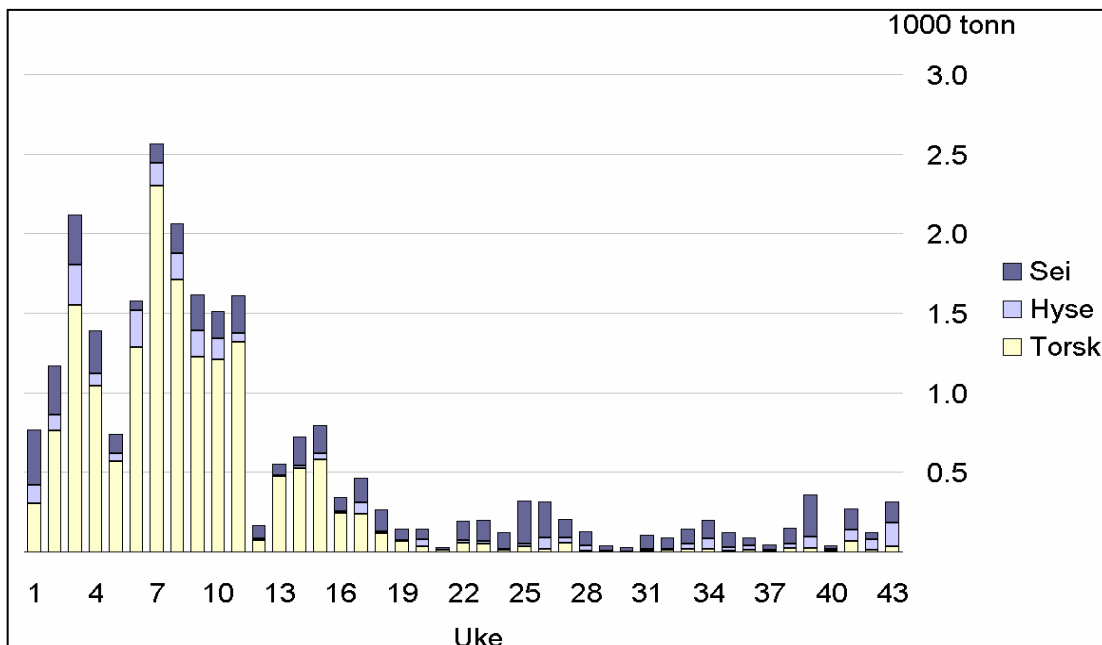
Denne oversiktsrapporten omfatter forsøk med line. Egnetheten for line innen FH er tidligere ikke dokumentert, selv om redskapet er benyttet til innhenting av stamfisk av en rekke arter (torsk, pigghvar, kveite). Lineflåten utgjør en svært viktig del av kystflåten og er kjent for å levere råstoff av bedre kvalitet enn snurrevad og garnflåten. Flåtegruppen sliter imidlertid med redusert lønnsomhet etter at agntilskuddet ble borte. Å øke lønnsomheten ved å levere uskadd råstoff (linehaleren) eller levende er en sentral motivasjon i flåten.

Spesielle tema vil rapporteres i egne delrapporter.

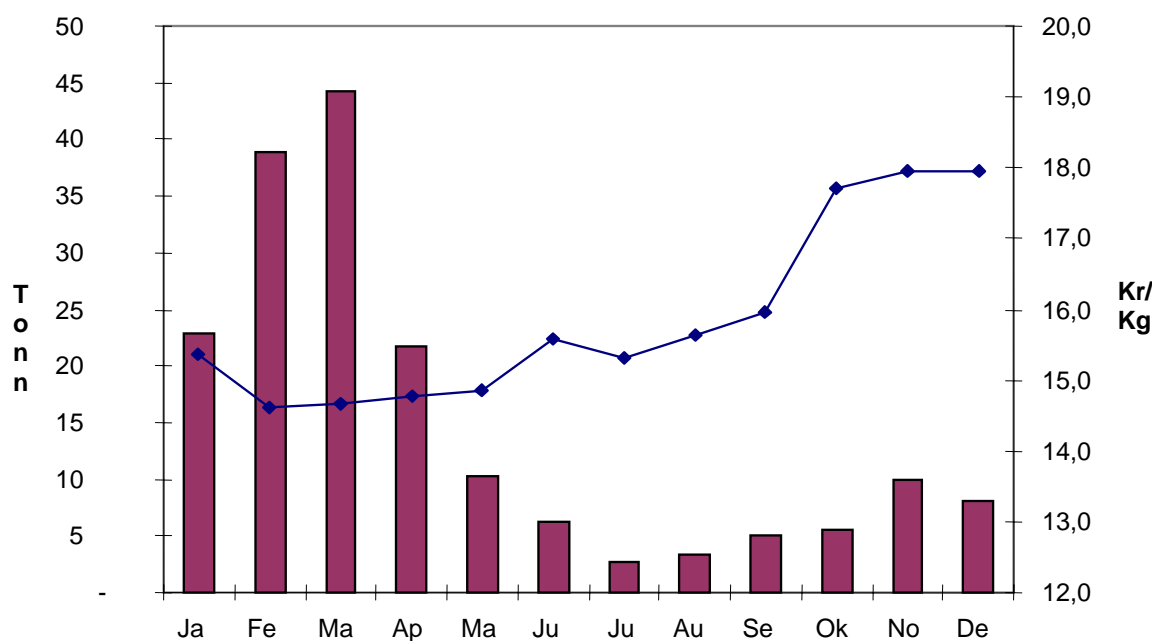


## 5.1 Fangstprofil

Våre kystnære fiskerier har alle en utpreget sesongprofil. For artene sei, torsk og hyse foregår fiskeriene i all hovedsak de første fire månedene (Fig.1). Selv om tilgjengelighet og objektiv kvalitet på råstoffet er best i perioden før gyting er flåten utsatt for sammenhengen mellom utbud og pris (Fig 2.). Uten å kunne lagre deler av kvoten sin levende til prisene øker (ofte så tidlig som i mai), er det ikke mulig å utnytte denne årvisse prisstigningen.



Figur 1. Typisk sesongmessig variasjon i fangster av torsk, sei og hyse (2003).



Figur 2. Sammenheng mellom månedlige leveranser av torsk og samfengt førstehåndspris (2003).

## 5.2 Nødvendig teknologi

Føringskapasitet for levende fisk må tilpasses normal fangstkapasitet og fartøyets størrelse og stabilitetskrav. Den kystnære lineflåten opplever sjelden dagsfangster over 2,5 tonn. Med et mål om å bringe 60 % av fangsten (1500 kilo) levende til land og med kjente maksimale tettheter i transporttanken (150 kilo/m<sup>3</sup>) er det enkelt å dimensjonere levendefisktankene til denne flåtegruppen. I dette eksempelet ville det derfor være tilstrekkelig å ha en tank på 10 m<sup>3</sup>. For fartøyene som deltok i disse forsøkene ville installasjon av 10 m<sup>3</sup> tanker kreve ombygginger i rommet. Det ble derfor konstruert dekksmonterte tanker på 1800 liter for å teste egnetheten i kystlineflåten (Blokken Skipsverft AS).

Torskens behov for oksygen og vann vil variere med tilstanden den er i like etter fangst. Tommelfingerregelen tilsier at man minst må ha 0,5 liter vann per kilo torsk per min. Med andre ord trenger man 750 liter/minutt for å frakte 1500 kilo levende torsk til land. I dette tilfellet var det nødvendig å installere litt større reimdrevne impellerpumper (2,5 tommer). Kystflåten har vanligvis 1,5 tommers pumper som spylepumper og disse vil gi for lite vann. For ett av fartøyene (M/K Gisløyværingen) var det ikke plass til større pumpe. Her ble det montert en ekstra, elektrisk pumpe og et strømaggregat. Denne løsningen fungerer, men er ikke optimal med hensyn til arbeidsmiljø (støy).

### 5.2.1 Fartøyene

I forsøkene i 2004 og 2005 deltok i alt fem fartøy; linefartøyene Brattholmen (15,62 meter), Gisløyværingen (15,18 meter), Krusholmen (10,62 meter) og snurrevadfartøyene Gina Marie (12,20 meter) og Kloegga (23,20 meter).



*M/K Gisløyværingen, en typisk representant for den mindre kystlineflåte.*

De nye tankene ble plassert i forkant av styrhuset og i senter av båten.

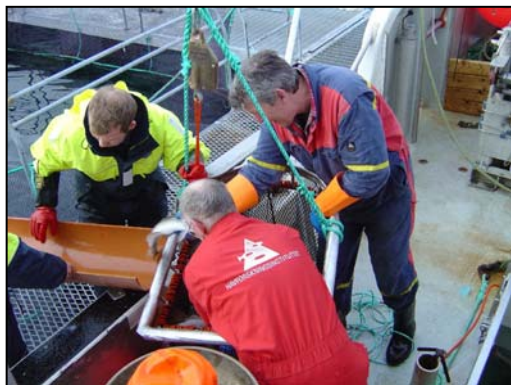
### 5.2.2 Fangst og behandling

To av fartøyene hadde montert automatisk linehaler fra Myre-bedriften Delitek as, og dette gjorde det enklere å gjennomføre prosjektet. Linehaleren er en hydraulisk drevet conveyor eller heis som bringer fisken om bord etter at den er avanglet oppe ved båtripa. Medbringerne er laget av aluminium og er skånsomme mot fisken dersom denne ikke klemmes nede i fangvolumet.



*Fisken avangles på vanlig måte og faller deretter ned i en renne som leder den inn i medbringer-volumet. "Kort"-mannen observerer at ikke fisk driver bort.*

Etter at fisken er kommet til mottaksbingen blir den inspisert av fisker. Her sjekkes fiskens tilstand (utmattet eller vital) og særlig om kroken sitter fremme i munnen eller om den er mageslukt. I sistnevnte tilfelle bløgges fisken på vanlig måte. Er den uskadd føres den i en renne over i transporttanken. Vann inn i tankene på 1800 liter blir fordelt gjennom en



perforert dobbelbunn. Avstanden mellom bunnene er 7,5 cm og dette er sammen med den lave perforeringsgraden (< 1 % lysåpning) nok til å gi en jevn oppadstigende strøm over hele bunnarealet. Denne vannfordelingen er svært viktig da torsken etter fangst søker ned på bunnen av tanken hvor den hviler og restitueres.

*Leveranse av torsk fra snurrevadfartøyet "Gina-Marie" under ledelse av forsker Bjørnar Isaksen, Havforskningsinstituttet.*





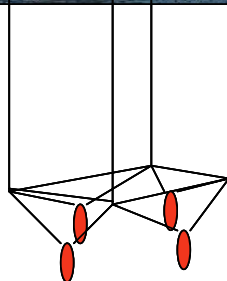
*Fisk som har små skader og er vitale overføres via en renne til transporttanken etter at linehaleren har tømt den i mottaksbingen. Bilde til høyre viser avangling av hyse hvor forsynet er kuttet før linehaleren fordi hyse ikke tåler fysisk kontakt med linehaleren.*

### 5.2.3 Mottaksmerder

For at torsken skal restitueres effektivt i merd må mottaksmerdene ha en flat bunn. I dette forsøket ble torsken restituert innenfor moloen på Stø, og siden lokaliteten har lav eksponeringsgrad ble det anskaffet et eldre stålanlegg (Viking-merd fra slutten av 1980-årene). Denne type anlegg fases ut av norsk oppdrettsnæring, men egner seg svært godt mottaksmerder for restitusjon av torsk.



*De 7 x 7,5 meter store flatbunnene består av tre-tommers aluminium-rør trukket med stormasket, sterkt notlin. All ombygging ble foretatt på Stø, i nært samarbeid med bedriften Gunnar Klo AS og deltakende fiskere. Til høyre blir selve notposen montert på bunnen hvorpå bunn og pose senkes til fem meters dyp.*



*M/K Brattholmen leverer levende torsk til restitusjonsmerden på Stø.*

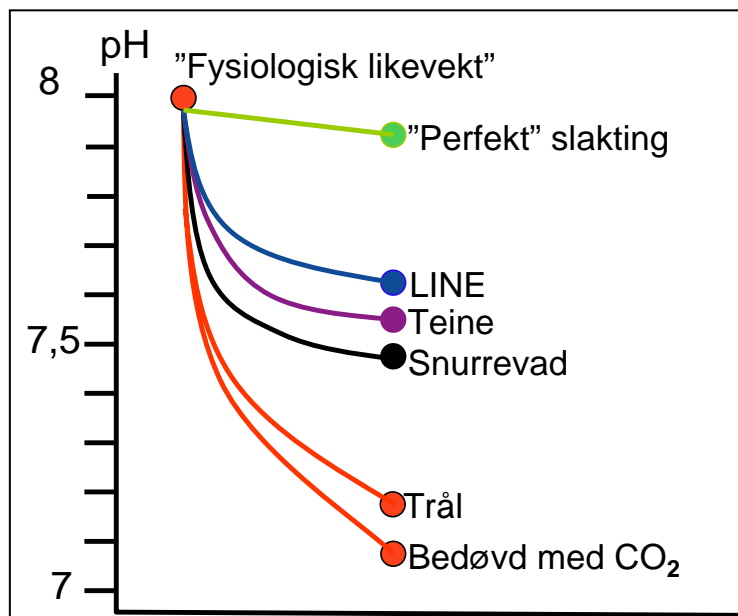


Mottaksmerdene er konstruert slik at en person kan operere dem alene. Aluminiumsrammene er tette og har derfor egen oppdrift. Ved å heise fire 20-kilos lodd vil den flate bunnen stige langsomt mot overflaten. Skadet fisk kan så enkelt fjernes av fiskerne. Hvert deltakende fartøy disponerte en merd med et bunnareal på 50 m<sup>2</sup>. Med en maksimal tetthet under restituering på (50 - 60 kilo/m<sup>2</sup>) tilsvarer dette en kapasitet på om lag tre tonn torsk på flatbunnen. Torsken som hviler på bunnen blir pelagisk etter om lag ett døgn og bunnen er da klar for restituering av en ny leveranse. For snurrevadfanget torsk vil om lag 50 % ha behov for restitusjon på bunnen, mens %-andelen for linefanget torsk ligger vesentlig høyere (om lag 80 %).

**En flatbunnet merd på 100 m<sup>2</sup> kan restituere minst 10 tonn snurrevadfanget levende torsk per døgn.**

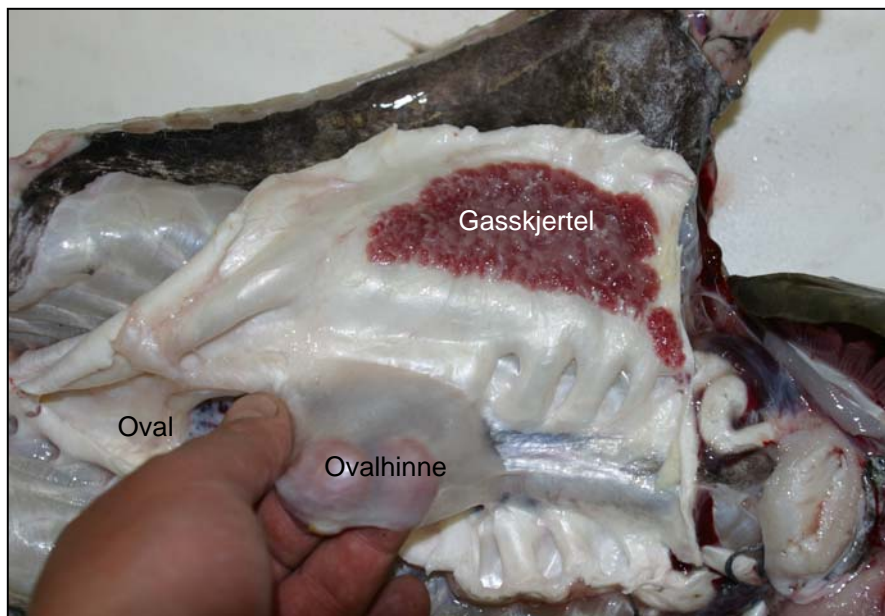
## 6 FORSØK OG RESULTATER

Det er en utbredt oppfatning blant linefiskerne at torsk som krokes på lina ligger i ro på bunnen kort tid etter at den er krøket (forutsatt at kroken ikke er mageslukt). Dette baseres blant annet på at torsken er i tilsynelatende god form selv om lina har måttet stå i sjøen flere døgn på grunn av dårlig vær. Våre målinger av torsk tatt på line (stress) støtter denne oppfatningen da utmattelsesgraden definert som reduksjon i blod-pH er svært liten og torsken har en høyere pH enn torsk fanget med snurrevad (Fig. 3).



Figur 3. Blod hos torsk har en surhetsgrad (pH) som er nær 8 når den er i hvile (fysiologisk likevekt). Når torsken så stresses (utmattes) blir blod og muskel surere. Linefanget torsk er lite utmattet og dette forklarer langt på vei hvitheten i fileten og den generelle gode kvaliteten.

Torsken er likevel utmattet når den kommer til overflaten og har behov for restituering umiddelbart. I tillegg til lav pH (melke- og karbonsyre, laktat og  $\text{CO}_2$ ) har den indre skader. For torsk fanget på større dyp enn 50 meter vil nær 100 % ha sprengt gassblære. Blæren blir imidlertid raskt "reparert" av en indre hinne (ovalhinnen) og er derfor funksjonell kort tid etter fangst (timer). Sårheling tar derimot lengre tid (flere uker), men det er små og bagatellmessige indre blødning knyttet til dette (K. Kohren, veterinær, pers. medd.).

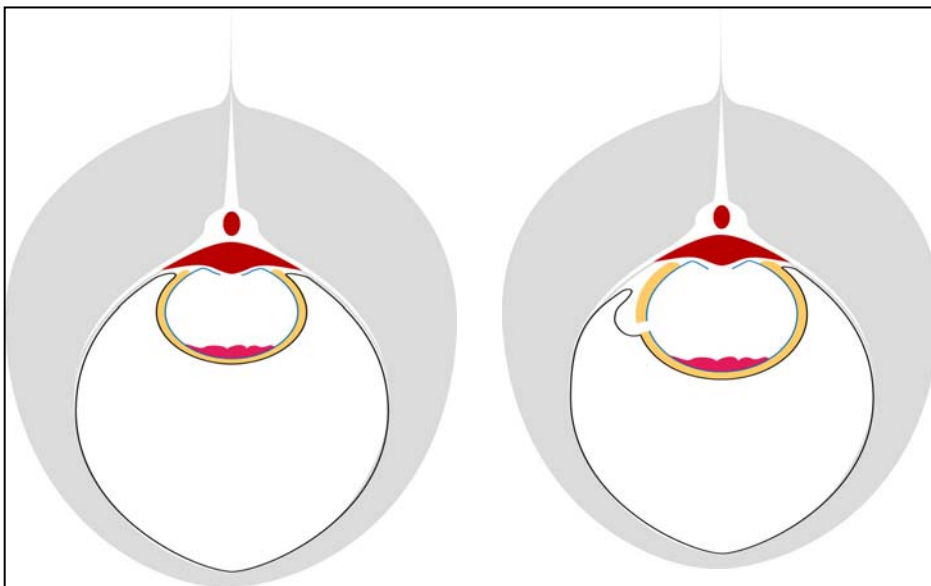


Svømmeblæren hos torsk består av selve blæreveggen, dekket på utsiden av bukningen (svarhinnen) og på innsiden av ovalhinnen. Gass inn i blæren produseres av en gasskjertel, mens gass ut passerer via en åpning mot nyrene (ovalen)

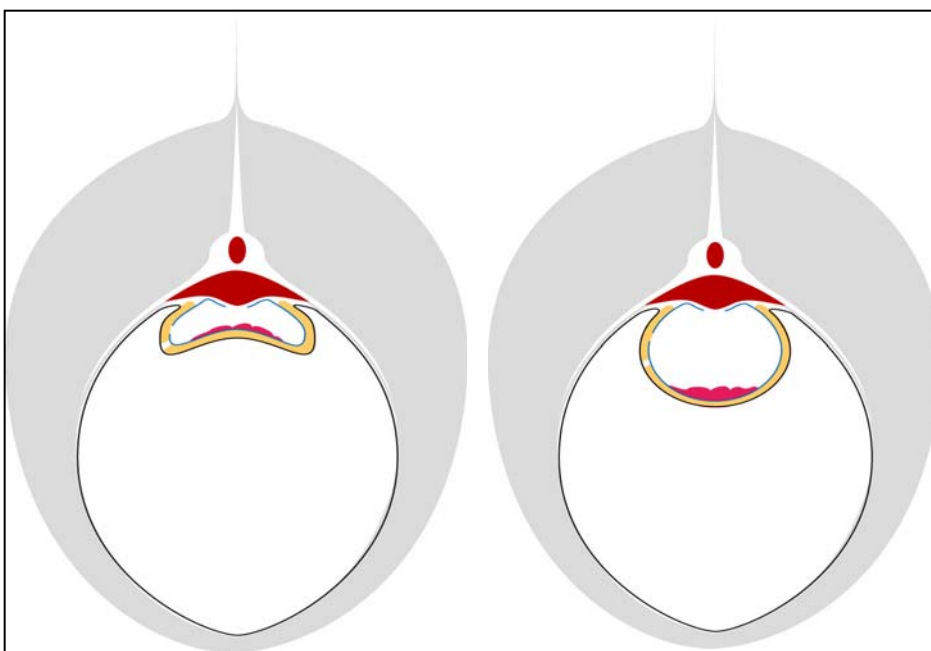


## 6.1 Mekanisme for sprenging av svømmeblære hos torsk

Blæra sprenges når omgivelsestrykket reduseres med mer enn 60 % (eller fra ca 20 meters dyp og opp til overflaten).



Figur 4. Gassen i blæren presses ut gjennom blæreveggen og "punkterer" både oval-hinne og blærevegg. Gassen passerer så ut under bukinnen og forlater torsken gjennom et svakt punkt ved gattet.

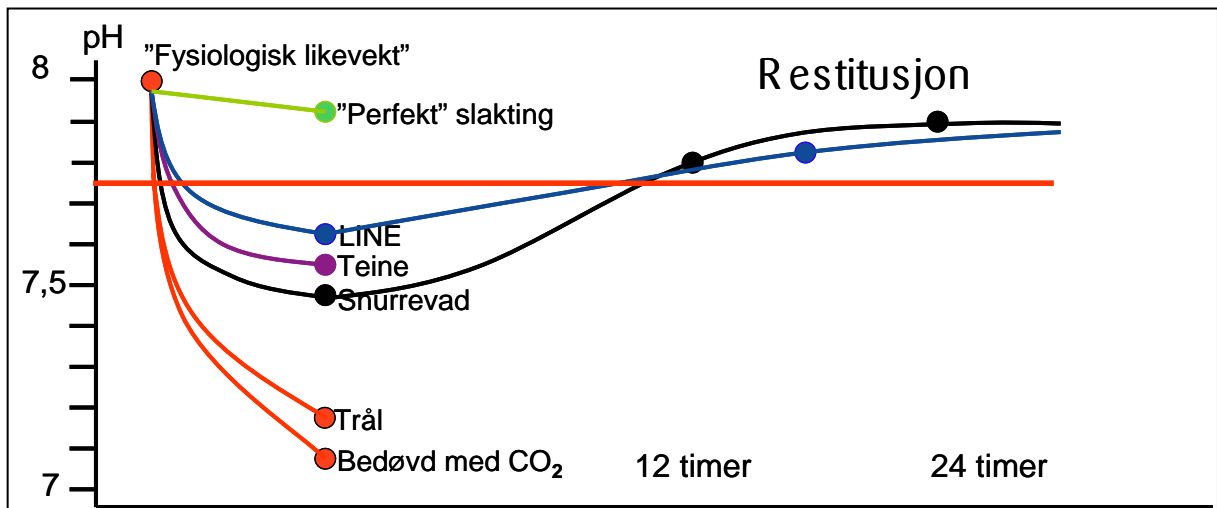


Figur 5. Etter "sprenging" faller blæren sammen og ovalhinnen glir over stedet den ble punktert. Når så blæren fylles igjen, har ovalhinnen tettet blæren og den er igjen blitt funksjonell.

Det gjenstår fortsatt en del før vi har gode nok målinger på sårheling og reparasjon av blæren, men skaden ser ikke ut til å påvirke torskens velferd under lagring.

## 6.2 Restitusjon etter fangst

Etter at torsk er vurdert av fisker som lite skadet og overført til transporttanken trenger den noen timer før den igjen er tilbake til "normalt" stressnivå. Figuren viser målinger fra line- og snurrevadfanger torsk og nivået 7,75 i blod-pH (rød linje) er her definert som restituert fisk. Restitusjonen tar omtrent 12 timer og ved dette nivået vil torsk reagere normalt på endringer i miljø (lyd, lys, tetthet osv..). Det er derfor på dette nivået man kan transportere torsk ved høyere tettheter enn like etter fangst ( $300 \text{ kg/m}^3$  mot  $150 \text{ kg/m}^3$ ). Det er også ved dette nivået vi ser store endringer i torskens kvalitet (rødfarge i fileten). Å holde torsk i live 12 timer etter fangst vil derfor øke kvaliteten betydelig.



Figur 6. Restitusjonskurve for levendefanget torsk, line og snurrevad

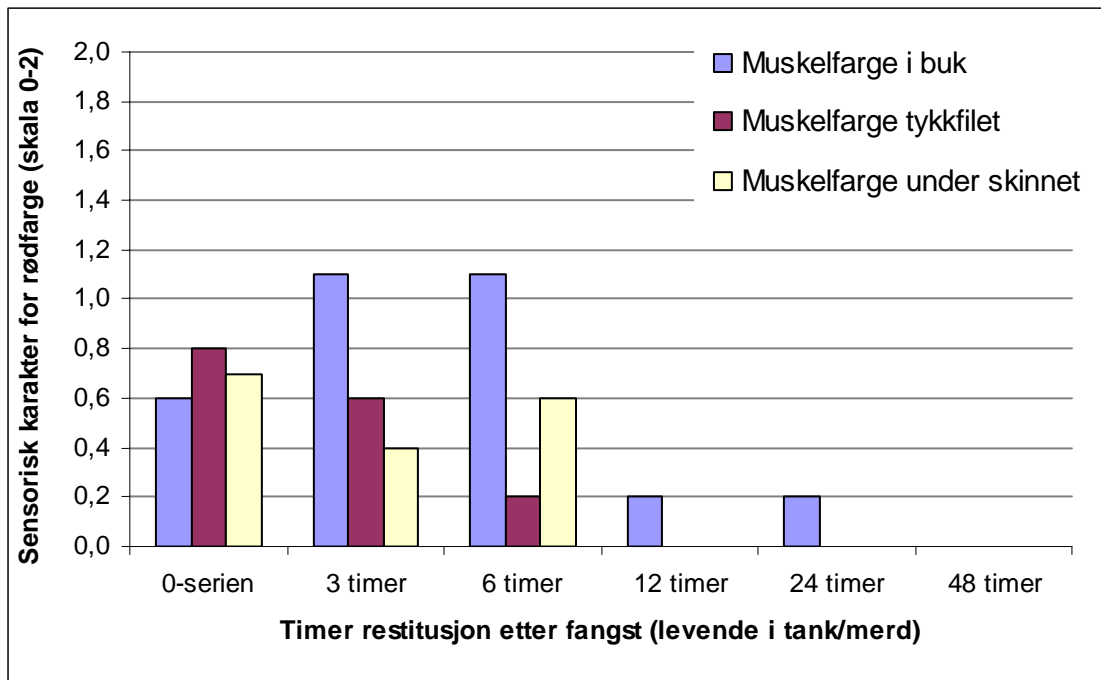
**Torsk holdt levende i 12 timer etter fangst restitueres raskt og er nær normal i blod- og muskel-pH. Restituert torsk vil gi en hvitere filet.**

Tilsvarende endrer torskens kvalitet seg med hensyn til farge i fileten. I forbindelse med fangsten vil torsk ha mye blod i muskelen og fileten blir derfor mer eller mindre rosa. Dette sees tydelig hos snurrevadfanger torsk og særlig ved store fangster hvor det er gått lang tid før fisken er bløgget og sløyd.



Fileten til venstre er produsert like etter fangst, mens filetene til høyre er produsert fra fisk holdt levende i 24 timer. Restitusjonen har ført til mindre blod i fileten, en hvitere filet og potensielt en høyere pris.

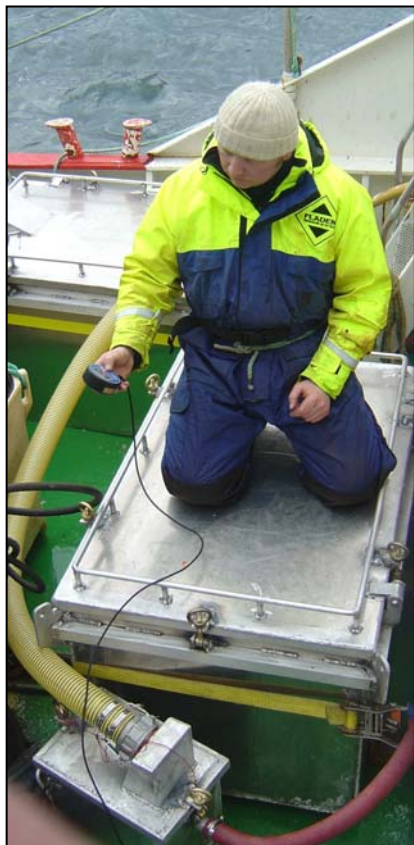
Utviklingen i hvithet er også målt sensorisk og viser svært god korrelasjon med økningen i pH-verdier.



Figur 7. Rødfarge som kan sees i fileten øker litt i timene etter fangst, særlig i bukklappene. 12 timer etter fangst er den nesten borte og etter to døgn vil fileten være helt hvit.

### 6.3 Oksygenforbruk og atferd

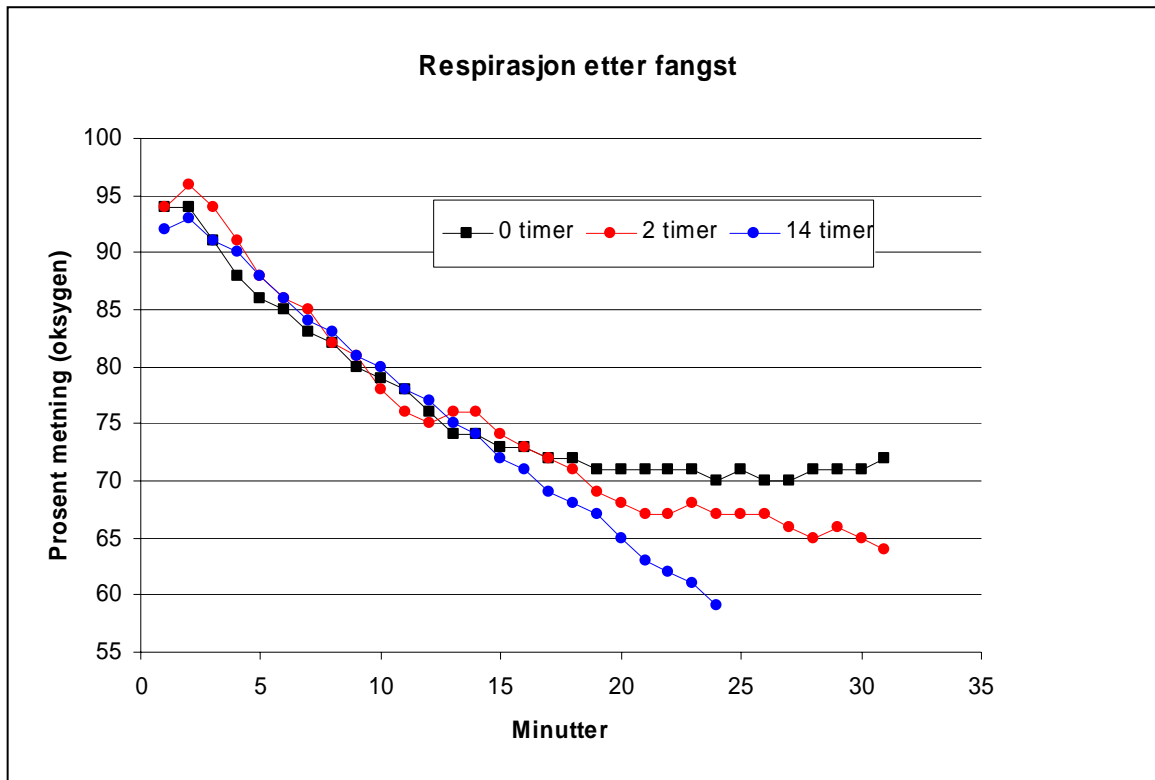
Etter at torsken er overført til rommet vil den søke ned mot bunnen. Den har, på grunn av den punkterte svømmeblæren, negativ oppdrift (vil synke dersom den ikke svømmer) og er stresset. For å kompensere for denne atferden må derfor vannet i tankene komme fra bunnen og ikke horisontalt. Det er imidlertid ikke bare fordelingen, men også mengden av friskt vann som er viktig. Når torsken er utmattet (de første timene etter fangst) vil den ha behov for svært høy oksygenmetning i vannet.



*150 kilo nyfanget torsk holdes i en 800-liters tank. Hver andre time settes tanken på resirkulering og oksygenforbruket kan måles, her av forsker Kåre Aas, Fiskeriforskning, om bord på snurrevadfartøyet M/K Kloegga*

Normalt vil torsk kunne forbruke oksygenet i vannet helt ned til ca. 1 ml O<sub>2</sub> /L (ca. 10 % metning ved 5 grader celsius) før den får problemer (asphyxia – tap av likevekt), men utmattelse og surhet i blod og muskel reduserer evnen til å nyttegjøre oksygenet sterkt. Parallelt med dette holdes tilsvarende mengde torsk i samme type tank. Denne fisken ble brukt til kvalitetsvurderinger (se figur 8).

Like etter fangst viser målingene at oksygenverdiene faller jevnt ned mot 70 % metning for så å flate ut. Utflatingen tyder på at torsken ikke greier å nyttegjøre seg oksygenet i vannet og vill dø dersom man fortsatte forsøket. To timer etter fangst skjer det samme, men nå flater nivået ut ved ca 65 % metning. Først etter 12-14 timer viser kurven jevnt fall ned mot 60%.

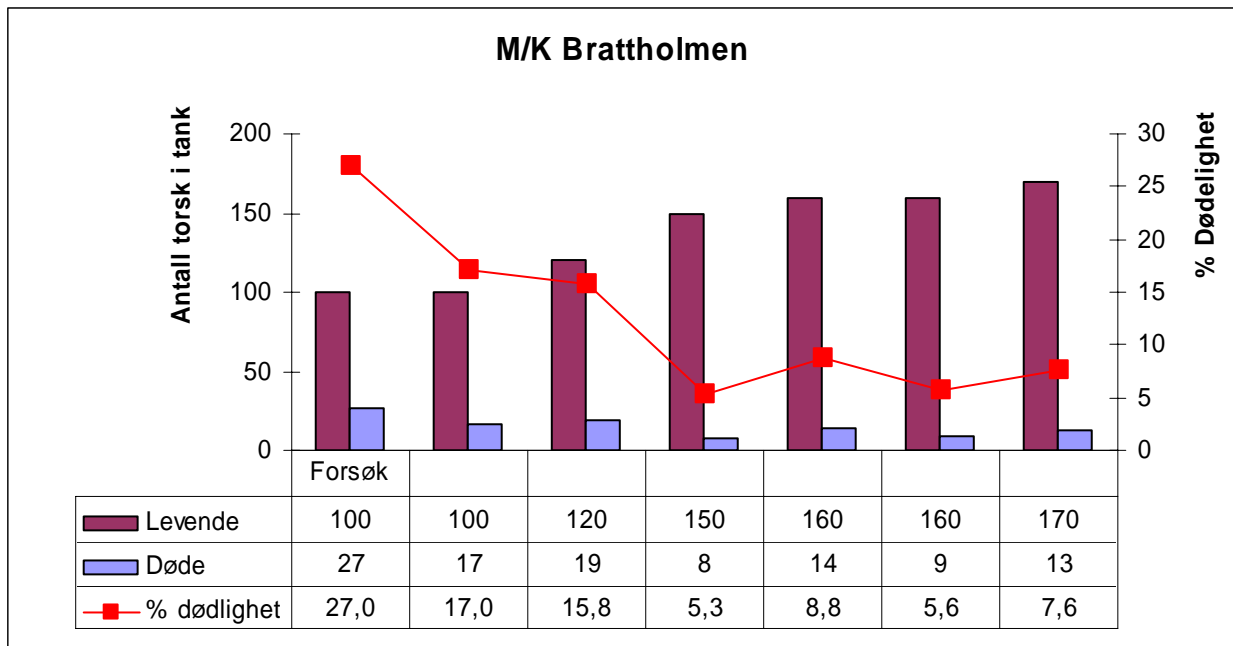


Figur 8. Oksygenforbruk og evnen til å utnytte lave oksygenverdier 0, 2 og 14 timer etter fangst.

**Torsk trenger minst 0,5 liter vann per kilo per minutt**  
**De første 12 timene etter fangst trenger torsk høye oksygenverdier i føringstanken. Det kan oppstå høy dødelighet på grunn av oksygenmangel selv med over 70 % oksygenmetning i utløpsvannet.**

## 6.4 Resultater fra lineflåten

Å gå fra et konvensjonelt fiske til å skulle holde store deler av fangsten levende er ikke alltid enkelt. Læringskurven i dette forsøket var imidlertid svært bratt og etter to turer var mannskapene på båtene fullt ut i stand til å vurdere torskens evne til overlevelse. I motsetning til ved snurrevadfiske er variasjonen i evnene til å overleve hos torsk stor. Dette har sammenheng med strømforholdene der lina står; sterk strøm gir kroking fremme i munnen; lite strøm gir stor andel av mageslukt krok. Resultatene gjennom sesongen illustrerer læringen for mannskapet om bord på M/K Gisløyværingen og M/K Brattholmen. På de første turene opplevde de at om lag 20 % av torsk de hadde overført til transporttanken døde under transport, eller kort tid etter overføring til mottaksmerkene. På de siste turene var denne andelen nede i ca 5 %. Det er grunn til å tro at denne dødeligheten vil bli nær null i løpet av for eksempel en sesong.



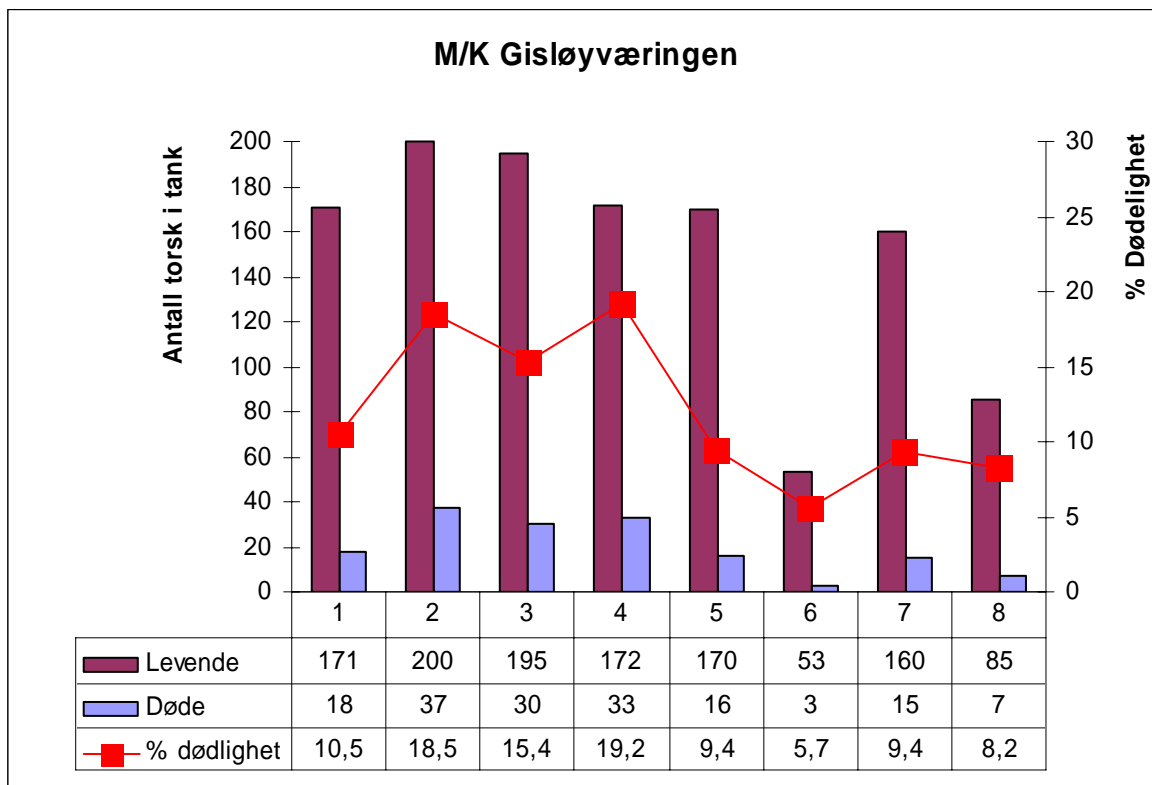
Figur 9. Forsøkene om bord M/K Brattholmen viser en jevn nedgang i dødelighet gjennom forsøkene samtidig som mengden levende torsk ved hvert sjøvær øker.

Torsk som er fanget på krokredskaper får selvsagt skader i munnregionen. Disse kan være små og nesten usynlige eller store slik at beinsplinter stikker ut gjennom hud og vev. I fortsettelsen av fangstbasert havbruk fra lineflåten vil det være viktig å utvikle sorteringskriterier som tar hensyn til torskens skader og evne til overlevelse og sårheling. Med strenge sorteringskriterier er det mulig å ha et skadeomfang på fisken sammenlignbart med torsk fanget med snurrevad.



Typiske og moderate sår hos linefanget torsk.





Figur 10. Utviklingen hos M/K Gisløyværingen er tilsvarende, men på dette fartøyet var pumpekapasiteten vesentlig høyere. Flere av transportene skjedde derfor med stor tetthet av torsk (mer enn 300 kilo/m<sup>3</sup>).

## 6.5 Teine kontra line

Det ble gjennomført ett tokt med formål å undersøke om teine kunne være et alternativ til line i levendefangst av torsk for den mindre kystflåten. Det ble lagt opp til sammenlignende forsøk mellom line og teiner i månedsskiftet mars-april 2005, på Stø i Vesterålen.

Det ble gjort til sammen kun fire sammenligninger (sjøvær), men fangstene var for små og for varierende til at de danner et godt grunnlag for å vurdere fangsteffektivitet. Operasjonelle vanskeligheter pga dårlig vær og landligge førte videre til et lite og ubalansert datamateriale. Tross lave fangster også for line, var de likevel høyere enn for teiner. Liner og teiner bruker begge agn for å tiltrekke fisk, men det ble spekulert på at også det visuelle stimuli fra agn bidro til høyere fangster på line. Lineryggene var også fløytet med jevne mellomrom slik at deler av linen sto høyere, mens teinene sto på bunn. Derfor dekker lina ett større område (både horisontalt og vertikalt) og hadde kanskje høyere påtrefferate av vandrende fisk.

Artsmessig var det likevel interessante observasjoner da teinene fanget en del hyse, mens teinene erfaringsmessig har fanget mest brøse, lange og torsk i tidligere forsøk. De høye driftskostnadene i linehysefisket, samt problemer med å holde hyse levende, gjør at det kan være verdt å se nærmere på fangsting av hyse til levendefangst formål med teiner. På grunn av det beskjedne datagrunnlaget og det spesielle linefisket i området, bør nye forsøk gjennomføres før man kan trekke konklusjoner omkring egnethet for teiner i levendefisk sammenheng for torsk.



*Det ble benyttet klassiske to-kammer teiner i forsøkene, egnet med samme agn som på line, her fra forsøkene om bord på M/K Brattholmen utført av forskerne Svein Løkkeborg og Odd-Børre Humborstad, begge Havforskningsinstituttet.*

## 6.6 Kvalitet

Det har i de siste årene vært gjennomført kartlegginger av råstoffkvaliteten hos torsk ved leveranse. Undersøkelsene har vært lagt til forskjellige sesonger (Lofotfisket og sommertorskfisket på Finnmarkskysten) og fra forskjellige redskapsgrupper (garn, juksa, line og snurrevad). Hovedkonklusjonene er at krokredskaper gir den beste kvaliteten, garn dårligst og at det er et stort forbedringspotensiale på store snurrevadfartøy.



*Kvaliteten hos torsk og hyse fra de forskjellige forsøkene ble evaluert ved anlegget på Stø. Her under ledelse av "kvalitets-sjef" Leif Akse, Fiskeriforskning.*

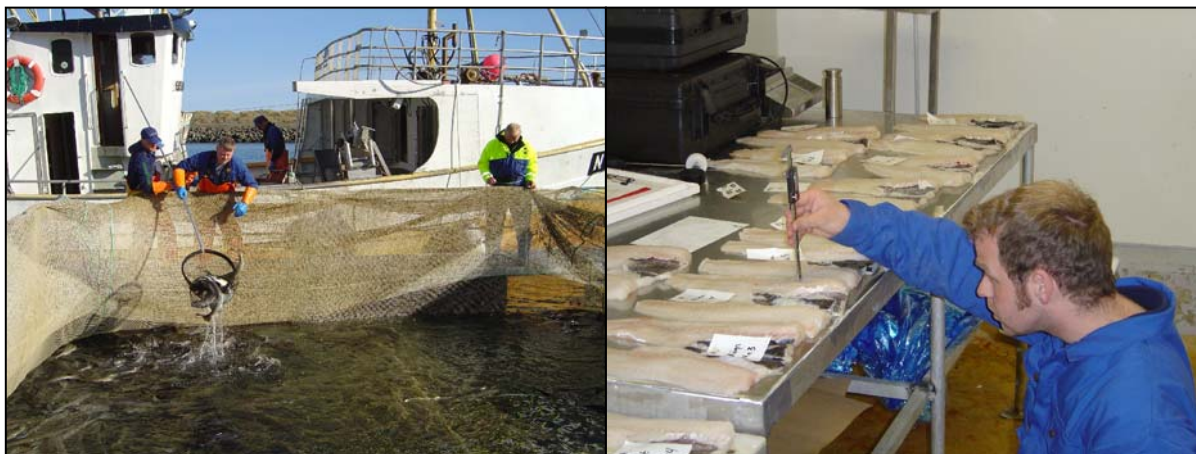
I tillegg til målbar kvalitet (sensorisk) har også temaet "etisk kvalitet" blitt aktuelt, særlig innen fangstbasert havbruk (jfr. Nytt regelverk for utøvelse av dette fisket). I denne forbindelse har vi dokumentert hvilke kvalitetsforbedringer lagring av levende fisk kan gi, og ikke minst hvilke muligheter dette gir foredlingsindustrien i forhold til kontinuerlige leveranser av fersk fisk. Det er heldigvis svært gode sammenhenger mellom hvor skånsomt

man behandler en fisk og hvor god kvalitet sluttproduktet får. Dette gjelder for nær alle målbare parametere (hvithet, spalting, holdbarhet, drypptap osv). Å fokusere ensidig på velferd eller etikk vil derfor ofte ikke være nødvendig, men være en naturlig konsekvens av ønsket om å forbedre kvalitet og pris på produktet.

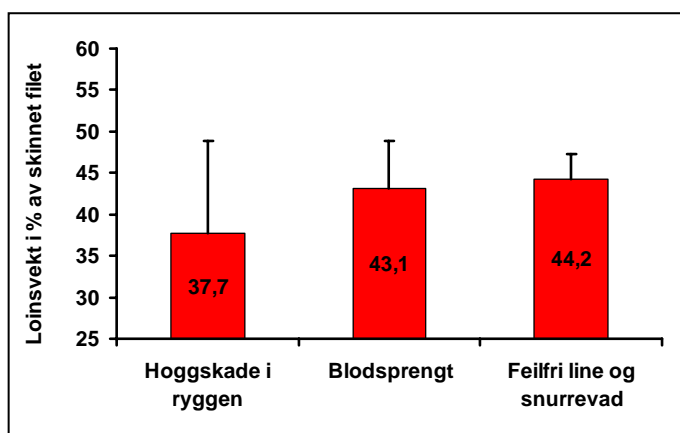
#### Hovedkonklusjoner kvalitet:

- Desto raskere og mer skånsomt man kan fange og avlive fisk, desto bedre blir kvaliteten.
- Gode mål på den levende fisken:
  - pH i muskel og blod
  - Tid til *Rigor mortis* og styrke
  - Vannbinding og spalting
- Utmattet fisk gir kraftig dødsstivhet kort tid etter død
- Direktesløyvd fisk blir dårligere ut enn fisk som er bløgget først

På Stø ble det gjennomført en rekke små forsøk for å illustrere disse sammenhengene, både for de deltakende fiskerne og for det lokale mottaket.



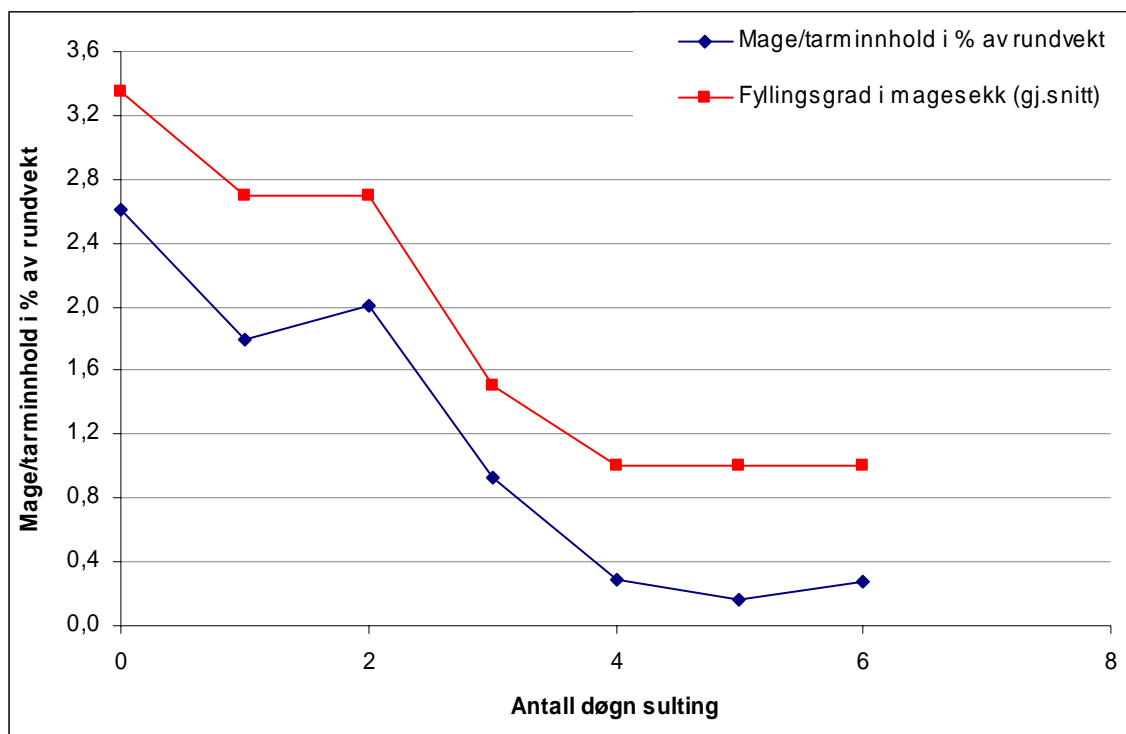
*Uttak av fisk fra merdene var enkelt, men arbeidskrevende. Til høyre er forsker Torbjørn Tobiassen, Fiskeriforskning, i gang med å måle krymping på pre-rigor filetert torsk.*



Figur 11. Figuren viser utbytteforskjeller mellom feilfri line og snurrevadfisk (levende lagret) og fisk med skader i gruppene "Blodsprenget" og "Hoggskaider".

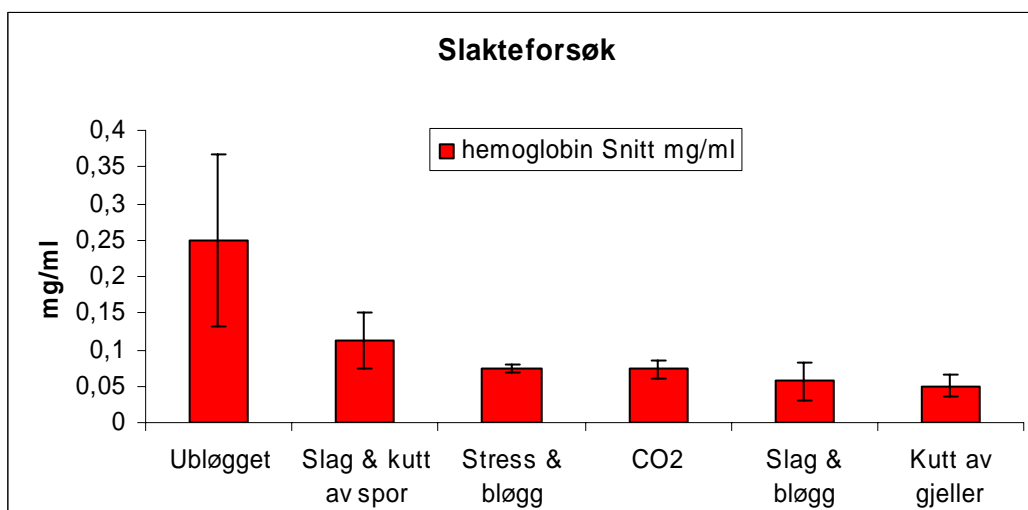
### 6.6.1 Slakteforsøk

Før torsken slaktes må den sultes slik at mage og tarm er tomme. Dette gjøres primært for å få mindre bakterier i slaktelinjen, men også fordi en sultet fisk har et lavere oksygenforbruk og derfor tåler transport, håving og pumping bedre. Sultetid før mage/tarm er tom er avhengig av temperatur og hva slags fôr fisken har fått (magetømmingsrate). Det er ikke klare kriterier (forskrifter) eller anbefalinger for sulting av torsk, men tilsvarende råd innen oppdrettsnæringen er 60 døgngrader (for eksempel seks dager ved 10 grader celsius i vannet). Våre forsøk tilsier at dette også vil være tilstrekkelig for torsk (Fig.12).

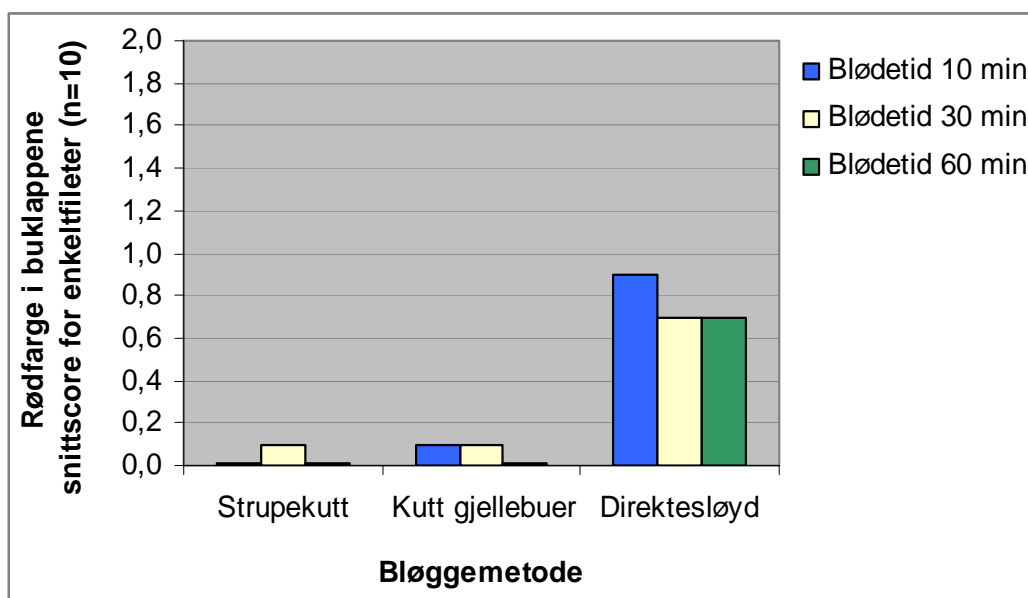


Figur 12. Etter fire døgn ved ca. åtte grader er mage og tarm tomme.

Teknologi og praksis i forbindelse med avliving og utblødning av fisk varierer mye mellom redskapsgruppene. I motsetning til i oppdrettsnæringen er det ikke vanlig å bedøve fisken før avlivning, med unntak av slag i hodet, dersom fisken er svært vital. Mye av de registrerte kvalitetsforskjellene kan forklares ved at i juksa- og linefisket kommer fisken en og en om bord og kan derfor gis individuell behandling, mens det for snurrevad og trål er vanlig at store mengder fisk kommer om bord samtidig. I tillegg har det tidligere vært anbefalt å sløye fisken direkte uten at den først har fått ligge og blø ut i rennende vann (for eksempel 20-30 minutter). Forsøkene med forskjellige avlivings- og bløggemetoder ved anlegget på Stø viste at slag i hodet etterfulgt av gjellekutt og utblødning ga like godt resultat som tradisjonell gjellekutting av levende fisk og noe bedre resultat enn bedøvelse med CO<sub>2</sub> (Fig 13).



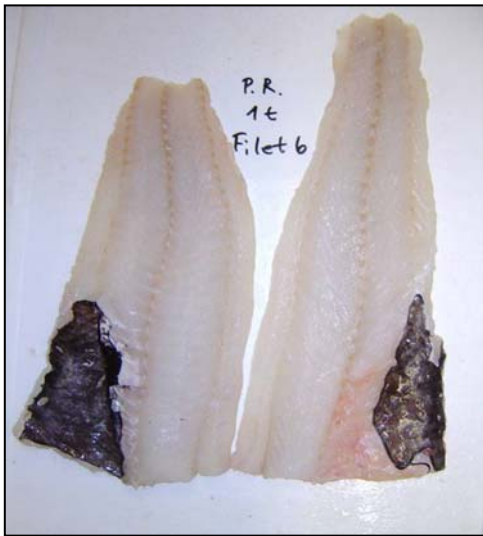
Figur 13. Utblødning målt som rester av hemoglobin (røde blodlegemer) i muskulatur hos torsk slaktet på forskjellige måter.



Figur 14. Forskjeller i rødfarge i filet (sensorisk vurdert) mellom direktesløyd fisk og fisk som får blø ut i vann før sløyting.

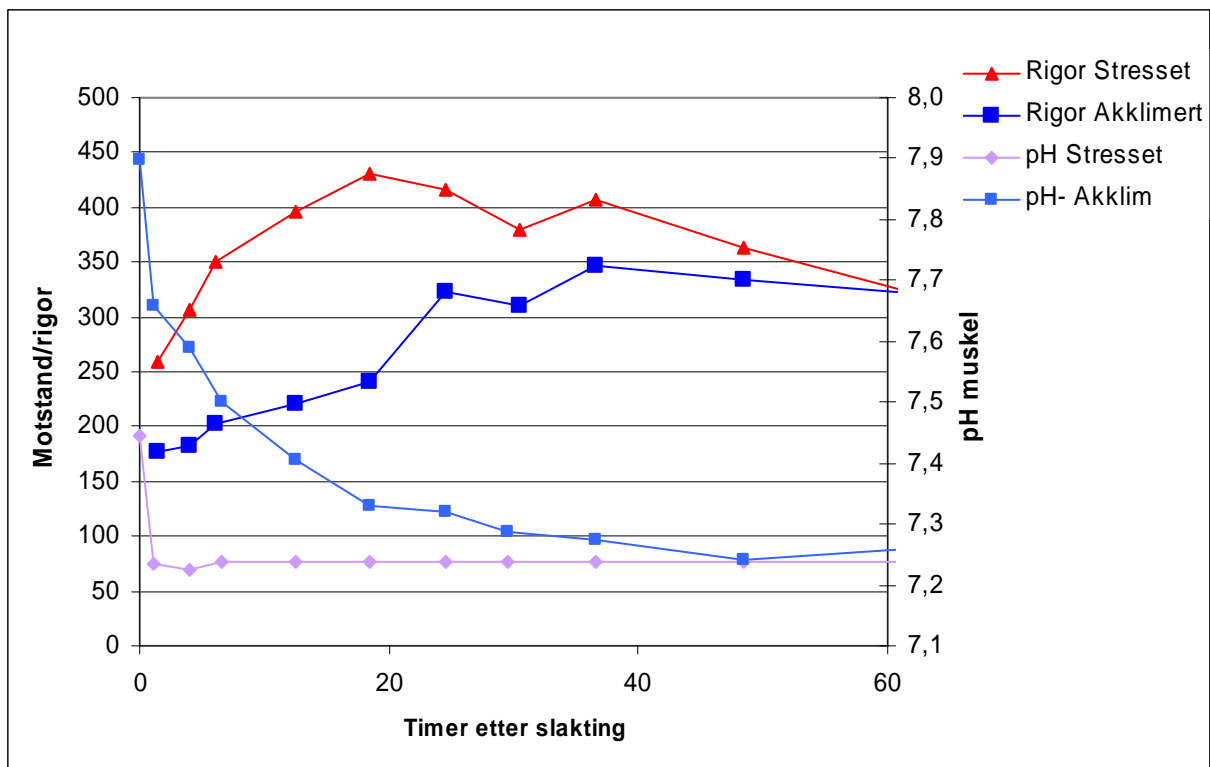
## 6.6.2 Pre-rigor

For å utnytte våre nasjonale komparative fordeler som helårig leverandør av ferske fiskeprodukter må vi ha et lager av levende fisk. I tillegg ønsker foredlingsindustrien å evaluere pre-rigor (før dødsstivhet) filet. Denne fileten blir ulik den tradisjonelle fordi den etter filetering krymper, blir fastere og spalter mindre. I industriell sammenheng er det viktig å ha tilstrekkelig tid før dødsstivheten inntreer fordi filetering av fisk i dødsstivhet fører til lavere utbytte og flere skader på fileten.



Bildet viser forskjell i utseende på høyre og venstre fileten (fra samme fisk) skåret før og etter rigor. Fileten krymper gjerne 10-12 % i lengderetningen når den blir skåret før dødsstivheten inntreer.

Nivå av utmattelse (stress) korrelerer godt med hvor lang tid det tar før fisken blir dødsstiv; jo roligere fisken er desto lengre tid før den blir dødsstiv. Målingene er foretatt med et Penetrometer, et lite håndholdt instrument som måler stivheten i muskulaturen (tekstur).



Figur 15. Utvikling i dødsstivhet (Rigor mortis) og fall i surhet (pH) avhengig av om fisken er rolig (akklimert) eller utmattet (stresset).

Figuren illustrerer tydelig at stresset fisk (rød linje) går raskere inn i rigor (2 timer mot 24 timer for ustresset, akklimert) og at sammentrekningen i tillegg er betydelig kraftigere og derved mer ødeleggende for kvaliteten.



## 7 SLUTTKOMMENTAR OG TAKK!

Prosjektleder vil med dette takke finansiører og deltakere i prosjektet i 2004 og 2005. Fangstbasert havbruk kommer til å få enda større betydning i kommende år fordi metoden bidrar til å nå våre mål med beskatning av våre fornybare ressurser.

**Våre fornybare ressurser utnyttes optimalt og etisk forsvarlig**

- ved en bærekraftig forvaltning
- ved at fisken vi fanger har best mulig kvalitet
- ved å stimulere synergier mellom oppdrett og fiske





# 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-13 978-82-7251-572-9

ISBN-10 82-7251-572-5

ISSN 0806-6221