

# Teknologiutvikling for fangst, føring og håndtering av levende villfanget torsk

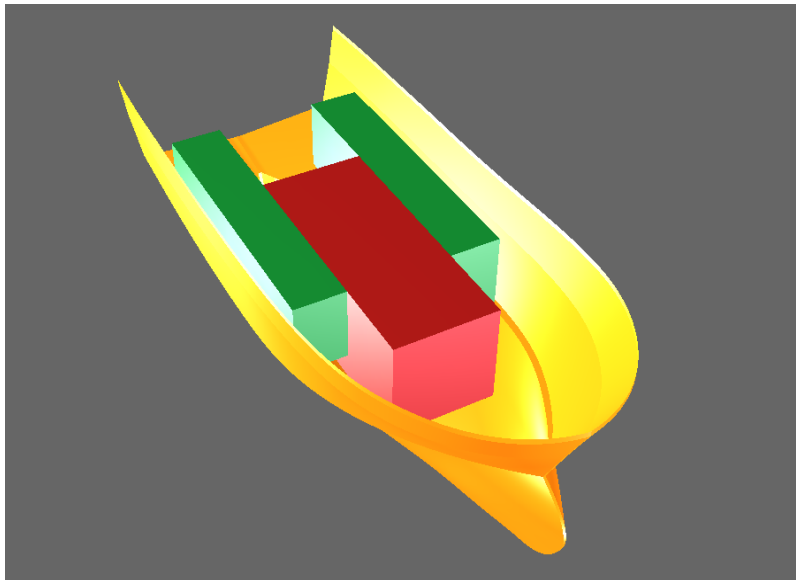
Odd Børre Humborstad, Bjørnar Isaksen, Jonatan Nilsson (Havforskningsinstituttet)  
Lasse Rindal, Roar Pedersen, Birger Enerhaug (SINTEF)  
Kjell Øivind Midling, Chris Noble og Tor Evensen (NOFIMA)





# **Teknologiutvikling for fangst, føring og håndtering av levende villfanget torsk**

Odd Børre Humborstad, Bjørnar Isaksen, Jonatan Nilsson (Havforskningsinstituttet)  
Lasse Rindal, Roar Pedersen, Birger Enerhaug (SINTEF)  
Kjell Øivind Midling, Chris Noble og Tor Evensen (NOFIMA)



 **HAVFORSKNINGSINSTITUTTET**  
*INSTITUTE OF MARINE RESEARCH*

 **Nofima**  **SINTEF**



<h1>PROSJEKTRAPPORT</h1>		Distribusjon: Åpen	
		HI-prosjektnummer 12993	
 <b>HAVFORSKNINGSINSTITUTTET</b> <i>INSTITUTE OF MARINE RESEARCH</i> Nordnesgaten 50, Postboks 1870 Nordnes, 5817 BERGEN Tlf. 55 23 85 00, Fax 55 23 85 31, <a href="http://www.imr.no">www.imr.no</a>		Oppdragsgiver(e): Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF)	
		Oppdragsgivers referanse: 900293	
		Dato: 03.06.13	
Tromsø 9294 TROMSØ Tlf. 55 23 85 00	Flødevigen 4817 HIS Tlf. 37 05 90 00	Austevoll 5392 STOREBØ Tlf. 55 23 85 00	Matre 5984 MATREDAL Tlf. 55 23 85 00
Rapport: Rapport fra Havforskningen	Nr 20-2013	Program: Akvakultur	
Tittel (norsk/engelsk):  Teknologiutvikling for fangst, føring og håndtering av levende villfanget torsk / <i>Technology development for Capture Based Aquaculture</i>		Forskningsgruppe:  Fangst	
Forfattere: Odd Børre Humborstad, Bjørnar Isaksen, Jonatan Nilsson (Havforskningsinstituttet), Lasse Rindal, Roar Pedersen, Birger Enerhaug (SINTEF), Kjell Øivind Midling, Chris Noble og Tor Evensen (NOFIMA)		Antall sider totalt: 64	
<p><b>Sammendrag (norsk):</b></p> <p>Hovedmålet med prosjektet var å fremskaffe kunnskapsgrunnlag for at fangstbasert akvakultur (FBA) kan videreutvikles som en bærekraftig næring. Prosjektet har hatt fire arbeidspakker:</p> <p>Sammenligning av sekking og pumping som ombordtakingsmetode for levende torsk. Forsøkene viser at under forutsetninger om gode forhold for levendefangst og god sortering, er det lite som skiller de to ombordtakingsmetodene i utmattingsgrad, skader, overlevelse og heling på torsk. Observerte forskjeller var ikke entydige i retning én av metodene, og verken på skade, fysiologi eller dødelighet var det alarmerende høye nivåer. Forsøkene, spesielt på fysiologisiden, viser at variasjonsbredden er naturlig stor. Ombordtakingsmetodene var ikke forskjellige fiskevelferdsmessig, og valg av metode kan gjøres av andre hensyn. Feilstilling av pumper under tømning av transporttanker kan forårsake klemskader uavhengig av ombordtakingsmetode. Det anbefales å se nærmere på vannkvalitet under tømning av rom, og at mottaksbinger, renner og lignende i større grad utformes for effektiv sortering.</p> <p>Oksygenering av transporttanker for levende torsk om bord på snurrevadfartøy. Et tokt ble gjennomført med snurrevadfartøyet "Bernt Oskar" i 2012 for å undersøke kritisk oksygenmetning for stresset fisk og effekt av oksygenering på restitusjon. Det ble ikke funnet</p>			

forhøyede kritiske oksygenmetningsverdier eller endring i oksygenforbruk over tid like etter fangsting. Begge resultater var noe uventet, men forklares ut fra moderat til lite stresset fisk i forsøkene. Forsøkene viste også at lav vanngjennomstrømming og lavt oksygenivå gav like god restitusjon som oksygenerte grupper med høy vanngjennomstrømming. At fisken i våre forsøk var lite stresset er noe atypisk, men forklares av den store tilgjengeligheten av fisk og tilsvarende korte hal med lite utmattende svømming. Det ble ikke observert noen negative effekter av oksygenering. En kombinasjon med tilsetning av oksygen kan anbefales i tillegg til ordinær vanntilførsel, f.eks. i tilfeller med raskt synkende eller vedvarende lave oksygenverdier. Gitt de eksperimentelle begrensningene ved feltforsøk der man har liten kontroll på stressnivåer og tilsvarende stor variasjonsbredde, vil det være nødvendig å repetere forsøk under mer kontrollerte betingelser i lab. Siden man ikke fant klare grenser i dette forsøket, men tidligere har funnet indikasjoner på problemer med oksygenopptak hos nylig fanget fisk ved 70 % metning, anbefales det fortsatt å ha høy metning de første timene etter fangst.

#### **Fartøyutforming for fangst og føring av levende fisk for kystflåten**

I samarbeid med to redere er det utarbeidet kravspesifikasjon for fartøykonsept under 15 meter, egnet for rigging med snurrevad og føring av levende fisk. Begge rederier ønsket god kapasitet på føring av levendefisk, samtidig som de ville kunne lagre bløgget/sløyd fisk i containere. Skrog ble designet for å maksimere hvileareal i form av stort bunnareal med et skrog med liten avsmalning og stor bredde. For å maksimere totalt bunnareal samtidig som en får fleksibilitet til å operere med containere parallelt med levendefisk, ble det valgt et design med tre separate lasterom; en stor sentertank i full høyde og to sidetanker gjort grunnere for å utnytte båtbredden maksimalt. Dette ble gjort for to skrog; ett på 14,99 x 6 meter med åpent dekk og ett på 14,99 x 6,5 meter med lukket shelterdekk. Føringskapasitet for levende fisk på designet med 6 meter bredde blir estimert til om lag 5 tonn for sentertank og til sammen 5 tonn for sidetanker dersom disse også nyttes til levendefangst. På designet med 6,5 meters bredde øker en føringskapasitet i sentertank til om lag 6 tonn. Selfa Arctic har fått tegningsgrunnlaget for skrog på 14,99 x 6 og vil forhåpentlig bruke det til å bygge en kombinert teine-/ snurrevadbåt til fisker på Myre.

#### **Parsnurrevad for økt ilandføring av levende torsk**

Parsnurrevad som fangstform vil øke effektivitet under torskefiske hos en flåtegruppe som i vanlig fiske med snurrevad sliter med problemer og lav effektivitet pga. liten taulengde, liten not og knapp maskinkraft for å trekke snurrevaden. Forsøk utført i 2010 og 2011 viste at metodikken som ble utviklet/tatt i bruk i Canada på slutten av 1960-tallet, med små modifikasjoner kan tas i bruk av små snurrevadfartøy (< 15 m) i Norge. Taulengde kan fordobles, og det kan og bør benyttes en større og tyngre not. Redskapsinstrumentering vil sikre at redskapen opprettholder optimal fasong under fangstoperasjonen, noe som er spesielt viktig når det fiskes med fartøy med forskjellig lengde og tyngde. Pilotforsøk i prosjektperioden har også vist at en modifisert parsnurrevad-teknikk mest sannsynlig ville kunne benyttes pelagisk i fløyt fisket etter hyse på sommer/ ettersommer. Under alt fiske med snurrevad inntreffer det situasjoner med til dels store fangster. Et samarbeid mellom to fartøy vil derfor være ønskelig ut fra HMS-hensyn. Parsnurrevad blir betraktet som partrål i norsk fiskerilovgivning, men vil, med utsikter for et friere redskapsvalg, kunne bli en aktuell

fangstform for den mindre kystflåte som sliter med kvalitetsproblemer (garn) og/eller lav inntjening (line).

**Summary (English):**

The main objective of this project was to gain knowledge on various aspects related Capture Based Aquaculture (CBA) to enhance the sustainable viable growth of this trade. The project was divided into four work packages: (1) Evaluation of bagging and pumping as transfer methods for live cod (2) Oxygenation of transport tanks for live cod onboard Danish seine vessels (3) Shipdesign for capture and transport of live cod for the coastal fleet and (4) Pairseine for increased landings of live cod.

**Emneord (norsk):**

Fangstbasert akvakultur, ombordtaking, fartøyutforming, oksygenering, parsnurrevad, not

**Subject heading (English):**

Capture-based Aquaculture

# Innhold

Forord.....	10
Arbeidspakker..	11
1 Ombordtaking, sammenligning sekking mot pumping .....	11
1.1 Bakgrunn.....	11
1.2 Materiale og metoder .....	13
1.3 Resultat .....	15
Fase .....	15
Sekking sammenlignet med pumping.....	16
Finneskader.....	17
Blodutredelser, skjellavskraping og sår .....	19
Reflekshemming og dødelighet .....	22
1.4 Diskusjon .....	24
Ombordtakingsfase .....	24
Sekking vs. pumping .....	24
Dødelighet og reflekshemming.....	26
1.5 Konklusjon.....	27
2 Transportfase - effekt av oksygenering .....	28
2.1 Bakgrunn.....	28
2.2 Materiale og metoder .....	29
2.3 Resultat .....	30
Kritisk oksygenmetning.....	30
Oksygenforbruk over tid.....	31
Oksygenering.....	31
2.4 Diskusjon .....	34
Kritisk oksygennivå .....	34
Oksygenforbruk etter fangsting .....	34
Oksygenering.....	35
2.5 Konklusjon.....	36
3 Fartøyutforming, konsept for fangst og føring av levendefisk .....	37
3.1 Bakgrunn.....	37
3.2 Case 1 - Åpent dekk og 6 meters bredde .....	37
Spesifikasjon av fartøykonsept .....	37
Foreslått konsept.....	39
3.2 Case 2 - Lukket shelter med 6,5 bredde .....	40
Spesifikasjon case 2 .....	41
Foreslått konsept med 3-D-illustrasjoner .....	43
Skrogegenskaper.....	44
Fartsprognose.....	45



	Sjøegenskaper .....	48
	Kommentarer skrogegenskaper .....	49
	Utnyttelse av resultater .....	49
4	Parsnurrevad og not for økt ilandføring av levende torsk.....	50
4.1	Bakgrunn.....	50
	Parsnurrevad: Historikk og forarbeid .....	51
4.2	Materiale og metode .....	54
	Fartøy.....	54
	Redskap.....	54
	Instrumentering.....	55
	Forsøksmetodikk .....	57
	Gjennomføring.....	57
	Not .....	58
4.3	Resultater .....	58
	Forsøk 2010 .....	58
	Forsøk 2011 .....	59
4.4	Diskusjon .....	61
4.5	Konklusjon.....	62
	Takk.....	63
	Referanser.....	63

## Forord

Fiskerinæringen, fiskeindustrien og Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF) har en felles målsetting om å utvikle fangstbasert akvakultur (FBA) som en lønnsom alternativ driftsform. Også regjeringens felles plattform ("Soria Moria-erklæringen"), Fiskeri- og kystdepartementets ferskfiskstrategi og Stortingsmelding nr. 19 (2004–2005) om Marin næringsutvikling vektlegger FBA som en nasjonalt viktig strategi for økt marin verdiskaping og bedre utnyttelse av kvoter. Fiskeri- og kystdepartementet opprettet i 2010 et nasjonalt kompetansesenter for fangstbasert akvakultur ved Nofima i Tromsø. Næringen har en langsiktig visjon om at opptil 20 % av all torsk skal kunne landes levende. For å kunne nå dette målet er det nødvendig med et godt og konstruktivt samarbeid mellom næring, forskningsinstitusjoner og forvaltning.

FHF besluttet i 2009 å starte opp to hovedprosjekt innen fangstbasert akvakultur; ett prosjekt for "Mellomlagring, oppføring og foredling av villfanget fisk" og ett for "Teknologiutvikling for fangst, håndtering og føring av levende fisk" som beskrives her. Hovedmålet med prosjektet er å fremskaffe kunnskapsgrunnlag for at FBA kan videreutvikles som en bærekraftig næring.

Prosjektet er et samarbeid mellom SINTEF, NOFIMA og Havforskningsinstituttet (HI), hver med sine respektive komplementære kompetanseområder og spesialkunnskap. Prosjektet er ledet av Havforskningsinstituttet. I prosjektet er det teknologi for fangst, håndtering og føring som er i fokus. Dette tilsvarer i stor grad den delen av FBA som fisker tar hånd om før fisk selges og går over i akvakulturfase. Prosjektet er organisert i fire arbeidspakker ledet av de respektive institusjonene.

*Arbeidspakke 1:* Evaluering og utvikling av metoder for ombordtaking og flytting av torsk: eksisterende og ny teknologi ble ledet av NOFIMA. Under denne arbeidspakken er det i 2 år utført en omfattende sammenligning av sekking og pumping som ombordtakingsmetode for levende torsk.

*Arbeidspakke 2:* Evaluering av transportfase for torsk, herunder overvåking av fisketilstand, overvåking og krav til miljø, og utvikling/uttesting av alternativ føringstankutforming ble ledet av Havforskningsinstituttet. Her ble det gjort en studie på effekt av oksygenering på restitusjon og oksygenforbruk over tid etter fangsting.

*Arbeidspakke 3:* Evaluering og utvikling av fartøyutforming for fangst og føring av levende fisk for kystflåten ble ledet av SINTEF.

*Arbeidspakke 4:* Utvikling av parsnurrevad og not for økt ilandføring av levende torsk ble ledet av Havforskningsinstituttet. Her ble det gjennomført to tokt på parsnurrevad, mens det for not ble opprettet et nytt forprosjekt i 2010.

Under følger beskrivelse av forsøk utført under hver av arbeidspakkene.

# Arbeidspakker

## 1 Ombordtaking, sammenligning sekking mot pumping

Ansvarlig institusjon: NOFIMA

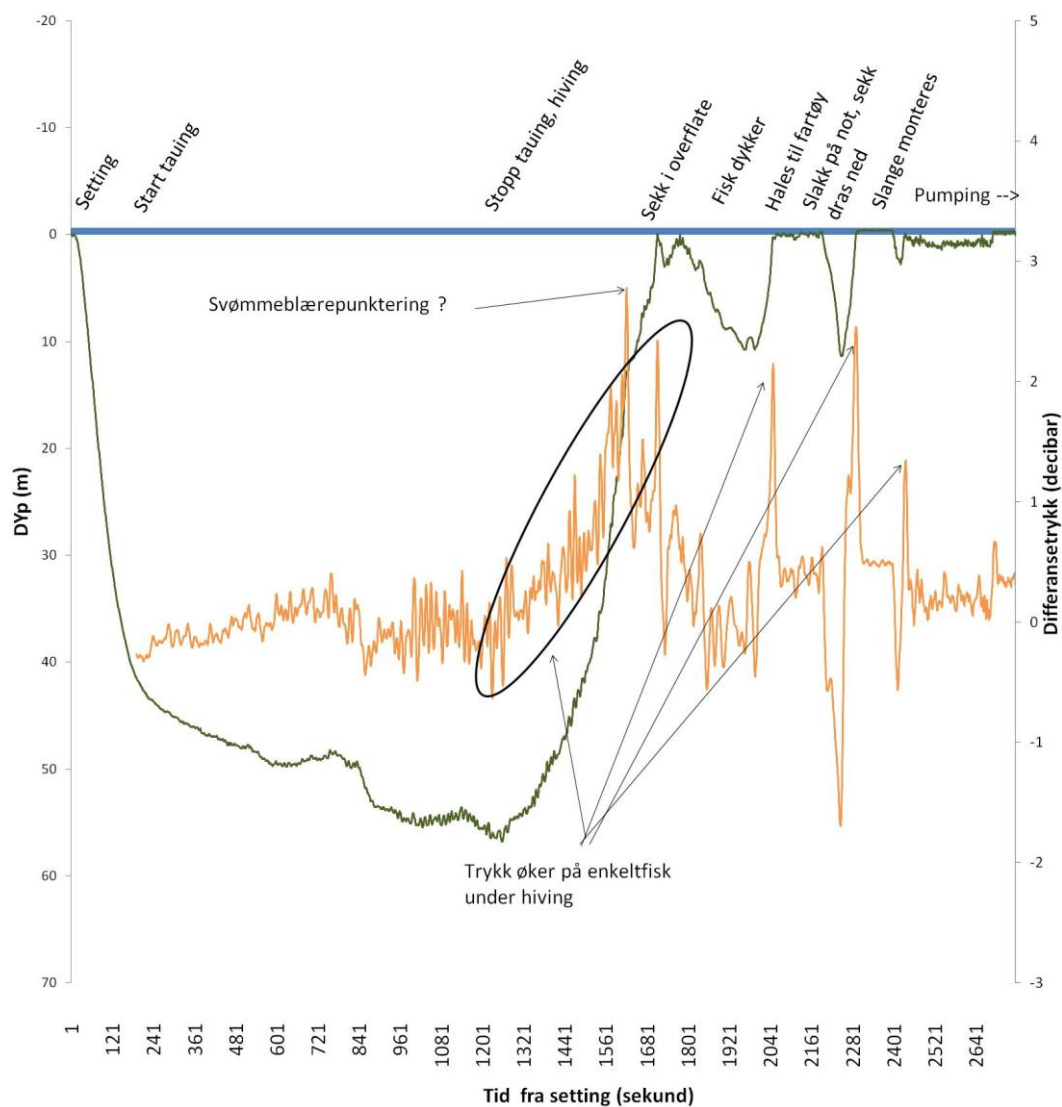
Utarbeidet av Kjell Midling, Chris Noble, Tor Evensen og Odd-Børre Humborstad

### 1.1 Bakgrunn

Ombordtaking av levende torsk fra snurrevad har tradisjonelt foregått på samme måte som under ombordtaking under konvensjonelt fiskeri, med en viss mengde fisk i hvert løft som heises om bord. Mengden av fisk i løftet har imidlertid blitt regulert til ca. 400-500 kg mot normalt 800-1000 kg for hvert løft under konvensjonelt fiskeri. Men også med 400-500 kg i snurrevadløftet vil levende torsk bli utsatt for et visst press. For å redusere ytre påvirkninger på torsk under ombordtaking har det derfor vært montert et lerret/presenning inne i løftet, og fisk blir da løftet om bord i en form for håv med vann, og ikke ulikt det som benyttes i laksenæringen. Ombordtaking ved hjelp av lerretsløft er relativt skånsomt ved små fangster. Ved større fangster må fisken "tørkes" fram og tilbake i snurrevadpose for hver sekk som løftes om bord, og dette kan medføre slitasje på skinn og oppflising av rygg- og bukfinner. I de siste årene har en del fartøy begynt å pumpe levende torsk om bord. Ved pumping unngår man å måtte "tørke" fisk fram og tilbake i posen i like stor grad som for sekking. Pumping utsetter imidlertid fisken for undertrykk (vakuum) på sugesiden av pumpen, og etter det et overtrykk for å føre fisk videre til silekasser og sorteringsbord.

Når sekk kommer til overflaten kan man som regel se luftbobler fra punktert svømmeblære. Kort tid etter vil mye av fisken forsøke å dykke igjen og dra sekken ned (Figur 2.1.1), med unntak av fisk som er overflotert og ikke klarer dykke igjen. Dette har konsekvenser for hvordan fisken må håndteres ved ombordtaking. Ved sekking må hele codend senkes (for å få fisk inn i lerretsløftet) og løftes for hver sekkeoperasjon, ved pumping må dybden på sekk justeres ved hjelp av triplex for å føre passe mengde fisk foran innsuget. Figuren viser også hvordan trykk på fisk øker utover i hal med økende mengde fisk i sekk.

Målsetning med forsøkene om bord på KILDIN var å undersøke om det var forskjeller i skader og overleving på fisk tatt om bord med sekking mot pumping. For å få relevans til praksis i næringen ble fisk evaluert etter sortering om bord av fiskere. Sortering er påkrevd i FBA og det var således de skadene som man ikke klarer å detektere eller plukke ut som var viktigst å få kvantifisert. Utnyttelsesgrad av hal tatt om bord med de to forskjellige metodene ble ikke undersøkt pga for få hal til å få god nok statistikk.



**Figur 2.1.1.** Trykkforløp i sekk på individuell fisk i et 11 tonn snurrevadhål med pumping som ombordtaksmetode (fra "Bernt Oskar"). Grønn kurve er dybde på sekk, mens oransje kurve er forskjell mellom omgivelsestrykk (differansetrykk) og trykk inne i en vannfylt blåse montert inne i sekk (Ingolfsson m.fl. 2001). Fra start av tauing med økende fangst til stopp tauing er det en gradvis økning i trykk utover omgivelsestrykk. Ved hiving øker trykk på enkeltfisk. Dette skjer gjentatte ganger når fisk blir tatt til overflate etter dykking (ved dykking reduseres trykk utover omgivelsestrykk). Et fall i differansetrykk før sekk er i overflate kan være effekt av svømmeblærepunktering. Metode for trykkmåling på fisk bør undersøkes nærmere i fremtidige forsøk.

## 1.2 Materiale og metoder

I april 2010 og 2011 ble det gjennomført tokt om bord på snurrevadfartøyet "Kildin". Forsøkene ble utført på fiskefeltene utenfor Båtsfjord på dyp mellom 60 og 120 meter. Her ble det brukt to metoder for ombordtaking av torsk, henholdsvis sekking og vakuum (Figur 2.1.2).



**Figur 2.1.2.** De to brukte metodene for ombordtaking, sekking og pumping.

Etter ombordtaking ble fisken sortert i henhold til beste gjeldende praksis (Isaksen og Midling 2012) av erfarne fiskere. Etter sortering ble så et tilfeldig utvalg på 10 fisk fra hver ombordtakingsmetode avlivet og fisketilstand evaluert på pH i blod fra hjertesekk og pH i muskel i loins like over sidelinjen ved hjelp av et håndholdt pH-meter (Olsen m.fl., in press). Glukose ble målt på helblod tatt fra hjertesekk ved hjelp av en stripsbasert portabel glukosemåler (FreeStyle Lite). Til laktatmålinger ble det brukt en stripsbasert Lactate Pro laktatmåler (Brown m.fl. 2008). For å undersøke om fisketilstand forverret seg ved lengre oppholdstid langs skutensiden ble det tatt fysiologiprøver tidlig (2. sekk eller andre pumpe slag med fisk) og sent (fra 45-60 min.) i ombordtakingsprosessen for hver ombordtakingsmetode. I 2010 ble det også brukt reflekstesting som mål på fisketilstand og overlevingspotensial for et utvalg fisk (100 fisk fra hver ombordtakingsmetode) på samme tidspunkter som fysiologiprøvetaking. Refleks er en ikke-viljestyrt respons på et ytre stimuli. Eksempler på reflekser hos ustresset fisk er sprelling når den ligger på sorteringsbord, sprelling ved grep rundt halerott, lukking av gjellelokk når det løftes, alternerende pustebevegelser og bevegelse av øyne når fisken roteres i lengderetning. Reflekser svekkes ved stress, og fisk som har mindre enn 50 % refleks-hemming er vist i lab å ha stort overlevelsespotensial. For detaljer, se Humborstad m.fl. (2009).

I 2011 ble også restitusjon målt fra ombordtaking opptil 72 timer etter fangst for de to ombordtakingsmetodene. Begge årene ble ca. 3000 fisk fra hhv. vakuumpump og sekking som ombordtakingsmetode ble satt i to forskjellige merder (Figur 2.1.4). 100 fisk fra hver gruppe ble så undersøkt for ytre skader ved innsetting. Fiskene ble evaluert på grad og frekvens av finnesplitt (Canon Jones m.fl. 2010), hvor hver finne på fisken ble undersøkt og antall splitt dypere enn 1 cm ble talt samt registreringer av blødninger for hver finne. Alle finner utenom bukfinnene ble undersøkt. I 2010 ble fisken også fotografert for analyse av blødninger på kropp, skjellavskraping og sår. For disse analysene ble fisken delt inn i soner (Figur 2.1.3) og registrert enten som til stede/ikke til stede på fisken. For fremstilling og analyser ble det brukt en grovere inndeling: frempart øvre (1-5), bakpart øvre (6-8), bakpart nedre (9-11) og frempart nedre (12-16).



**Figur 2.1.3.** Inndeling av fisk i soner for registrering av sår, skjellavskraping og blødninger. Lytefri fisk ved ombordtaking.

Fisk ble så holdt i 6 uker før det ble gjort en ny skadevurdering (ikke fysiologi) av fisk. Dødt fisk ble tatt ut og talt under ukentlig røkting.

Det ble tilstrebet å benytte fisk fra små (minimum 3 tonn) til mellomstore hal (maks 8 tonn), samt at det kun ble utført forsøk i godt vær. Disse forutsetningene er viktige da både store hal og dårlig vær (Humborstad m.fl. 2010) er vist å påvirke fangstbasert akvakultur negativt. Metodene ble sammenlignet på forskjellige hal, da det ikke var praktisk gjennomførbart å benytte forskjellige ombordtakingsmetoder fra samme hal uten å innføre flere større feilkilder.

Fysiologidata ble undersøkt ved hjelp av boxplot, faktoriell ANOVA og parvise tester. Alle fysiologianalyser er utført i R. Analyse av finneskader (både finnesplitt og blødninger) ble analysert ved hjelp av eksakt binomial test. Analyse av fordeling av skader på fisk ble analysert vha. Fishers exact test og nivåer mellom områder vha. eksakt binomial test.

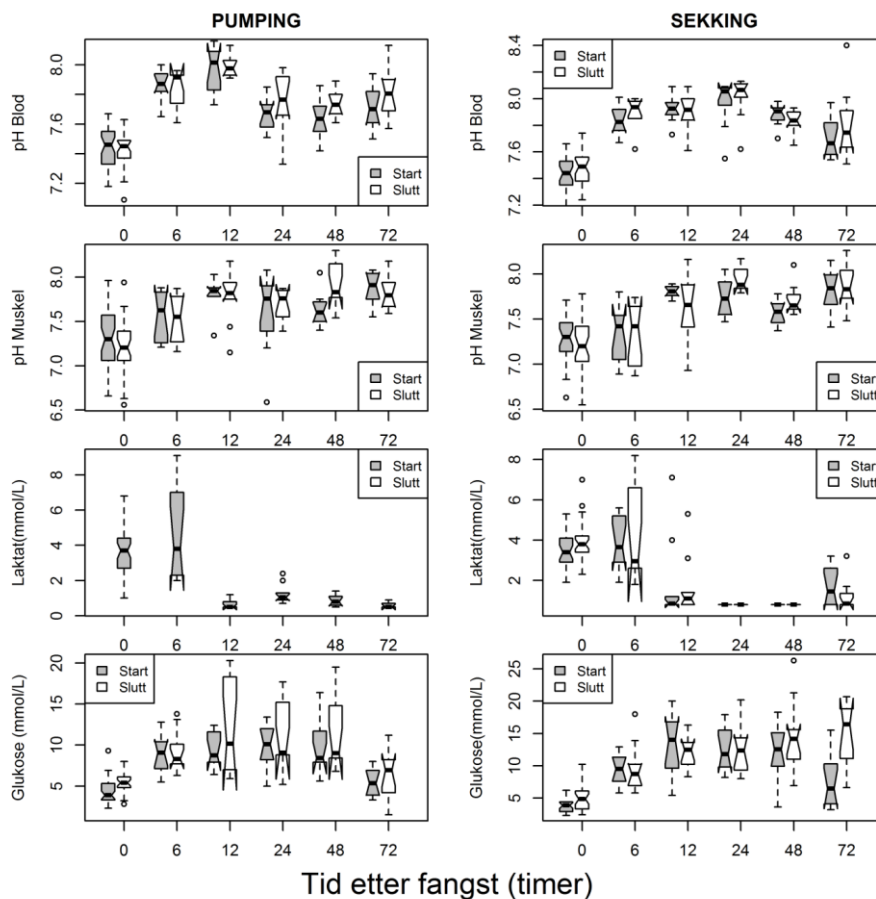
### 1.3 Resultat

#### Fase

Samplingsfase under ombordtaking gav ikke store utslag i fysiologiske parametre, og det ble observert samme generelle restitusjonsforløp. Det ble kun observert signifikante forskjeller med høyere glukoseverdier i slutfasegruppen etter 72 timer for sekking (Figur 2.1.5). Dette ble også slått fast i parvise t-tester med Holm korreksjon av signifikansnivå.



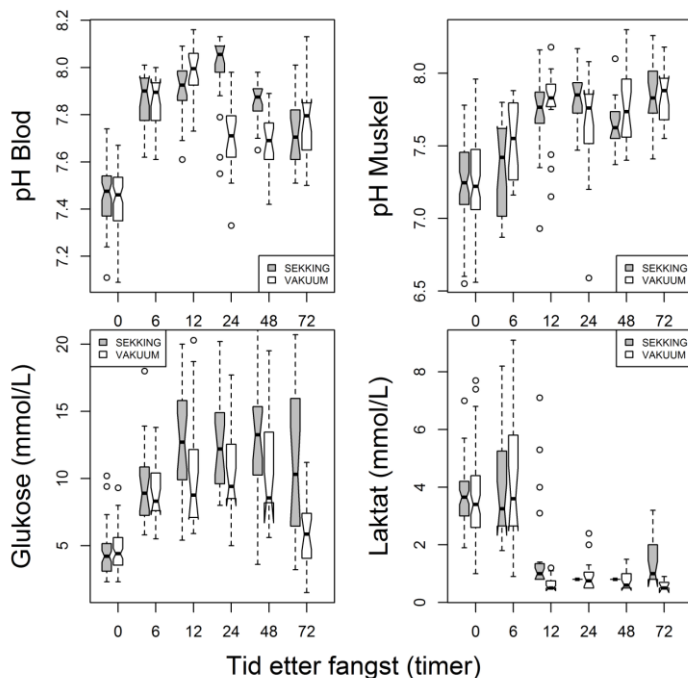
**Figur 2.1.4.** "Kildin" under overføring av fisk til merd i Båtsfjord. Merdene har flat bunn og er 10 m dype.



**Figur 2.1.5.** Sammenligning for start og slutt (ca. 30 min. senere) for pH i blod og muskel, laktat og glukose for hver av de to ombordtakingsmetodene. Horizontal linje angir median, bunn og topp av boks angir henholdsvis 25 og 75 prosentiler, viskere angir 1.5 x interkvartil område (tilnærmet 2 SD) og punkter angir ekstrem observasjonene. Knekkene på boksene angir 95 % konfidensintervaller for median etter Tuckeys metode, ikke overlappende knekker angir således signifikant forskjellige medianverdier. Parvise tester bekreftet det samme (ikke vist).

### Sekking sammenlignet med pumping

Evaluering av sekking mot pumping som ombordtakingsmetode på fysiologiske parametre er vist i figur 2.1.6. Det var lite som skilte ombordtakingsmetodene fra hverandre ved ombordtaking (tid = 0) og det var ingen signifikante forskjeller for noen av de fire parametrene. Det er likevel verdt å merke seg at variasjonen er høy, noe som gjør at forskjeller er vanskelig å påvise uten et relativt høyt antall observasjoner. Utvikling over tid (se under for detaljer) viste i all hovedsak tegn på initiell utmattelse og restitusjon for begge ombordtakingsmetoder.



**Figur 2.1.6.** Sammenligning mellom sekking og pumping i fysiologiske måleparametre, pH i blod og muskel, laktat og glukose. (Benevning som tidligere)

For pH i blod var ble det allerede 6 timer etter fangst observert en signifikant økning fra ombordtaking for begge ombordtakingsmetoder. Ved 12 timer var det en ytterligere økning før det på 24 timer ble observert en nedgang for vakuumgruppen. Denne forskjellen mellom ombordtakingsmetoder var også til stede ved 48 timer, men da hadde også sekking gruppen falt noe. Ved 72 timer etter fangst var det ikke forskjell mellom de to gruppene, men nivået indikerte at fisken igjen hadde pådratt seg lavere pH enn ved 12 og 24 timer.

For pH i muskel var det ingen signifikante forskjeller mellom sekking og pumping ved noen av måletidspunktene. Alt i alt viste pH i muskel tegn til restitusjon med gradvis normalisering av nivåer frem mot siste målepunkt etter 72 timer. Etter 12 timer var det signifikant forskjell fra ombordtakingsverdiene for begge grupper.

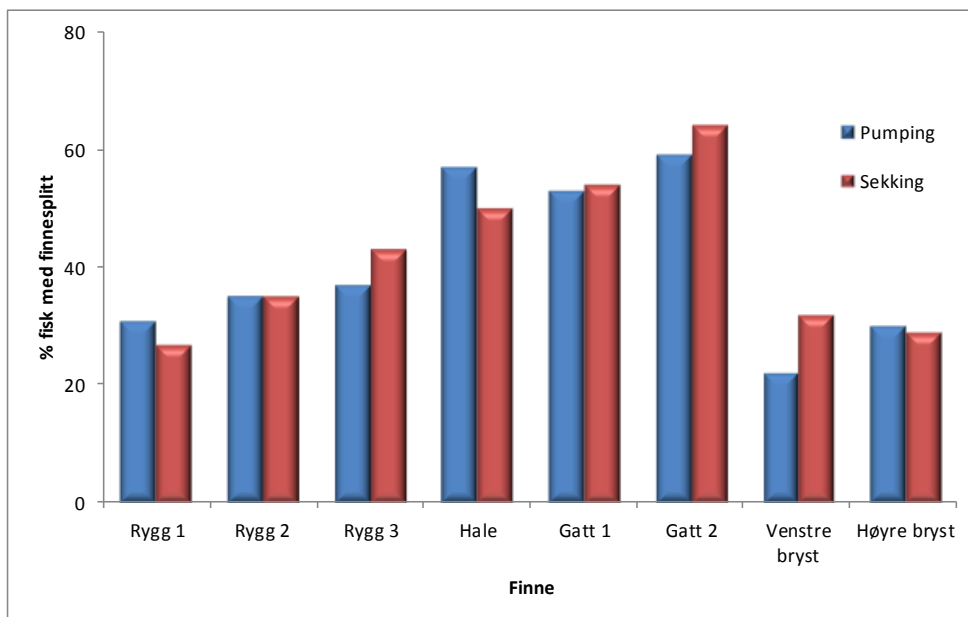
Laktat som er en annen målemetode for svømmestress viste noenlunde samme forløp som for pH, med lave og ikke-detekterbare verdier etter 12 timer. Etter 72 timer var det en økning (ikke signifikant), i laktat for sekking. Laktatmålingen her ble imidlertid gjort med en reservemåler av annet fabrikat (Lactate scout) da vi gikk tom for laktat-strips på foretrukket måler. Foreløpig er ikke Lactate scout verifisert til bruk i slike undersøkelser.



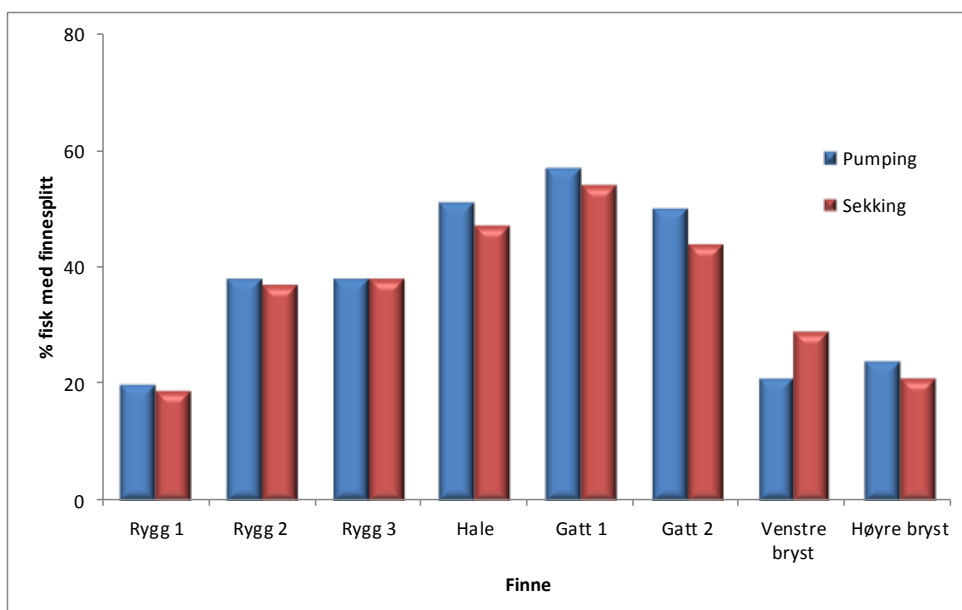
Stress er energikrevende, og fisk øker glukoseverdiene normalt en tid etter stress for å skaffe energi. Ved ombordtaking var det ikke signifikante forskjeller i glukosenivåer mellom sekking og vakuumpumpet fisk. Nivåene ved ombordtaking var også de laveste i tiden opp til 72 timer, noe som forklares ut fra at økning i glukose er en treg respons. Fra 6 til 48 timer viste begge grupper signifikant forhøyede verdier. Etter 72 timer var sekking-gruppen fortsatt forskjellig fra vakuumpumpet-gruppen, mens vakuumpumpet-gruppen nå ikke var forskjellig. Verdt å merke seg var at selv om det ikke var signifikante forskjeller i parvise sammenligninger for noen av måletidspunktene, så var medianverdiene og varians høyere i sekking gruppen for de 5 siste målepunktene.

### Finneskader

Det var noe variasjon i type finneskader i data fra 2010 og 2011, men en del fellestrekk kan likevel observeres. Når det gjelder finnesplitt, var det ingen signifikante forskjeller for noen av finnene mellom fisk for de to ombordtaksmetodene. Dette gjaldt både like etter ombordtaking og etter seks uker i lagringsmerd. Fravær av forskjeller var observert både i 2010 og 2011 (se Sæther m.fl. 2012 for data fra 2010 og Figur 2.1.7a og Figur 2.1.7b for eksempel på nivå av finnesplitt i 2011).

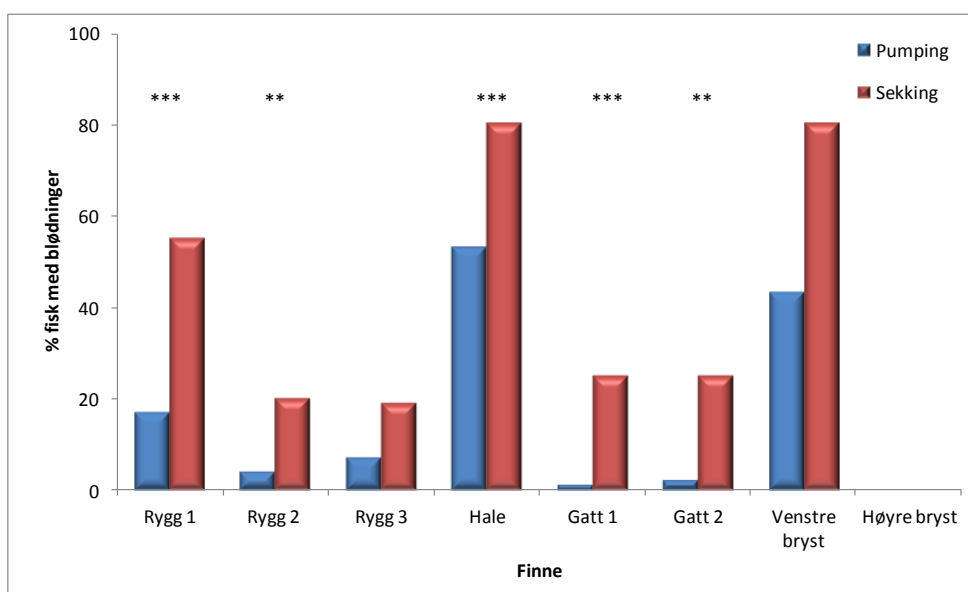


**Figur 2.1.7a.** Sammenligning av nivå av finnesplitt mellom sekket og pumpet fisk like etter overføring til merd ( $P > 0.05$  for alle tester).

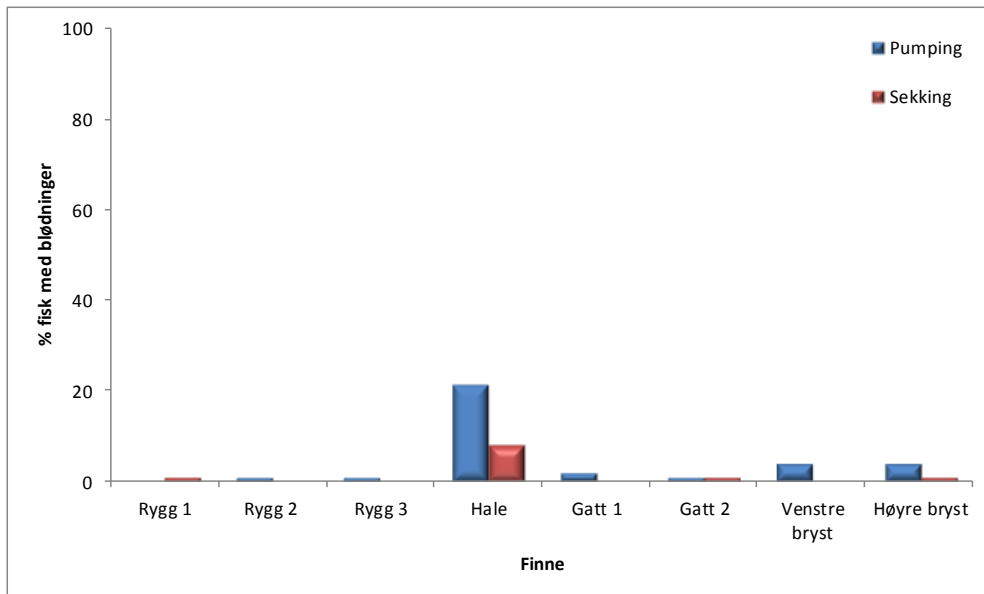


**Figur 2.1.7b.** Sammenligning av nivå av finesplitt mellom sekket og pumpet fisk 6 uker etter overføring til merd ( $P > 0.05$  for alle tester).

I 2010 var det signifikant høyere frekvens av blødninger på finner på sekket fisk enn på pumpet fisk (Figur 2.1.8a). Det ble observert heling for all fisk etter 6 uker og da var det heller ikke forskjell mellom ombordtakingsmetodene i frekvens av blødninger (Figur 2.1.8b).



**Figur 2.1.8a.** Sammenligning av nivå av blødninger på finner mellom sekket og pumpet fisk like etter overføring til merd i 2010. Høyre brystfinne ikke evaluert (\*\*\*) =  $P > 0.001$ , (\*\*) =  $P > 0.01$ ).

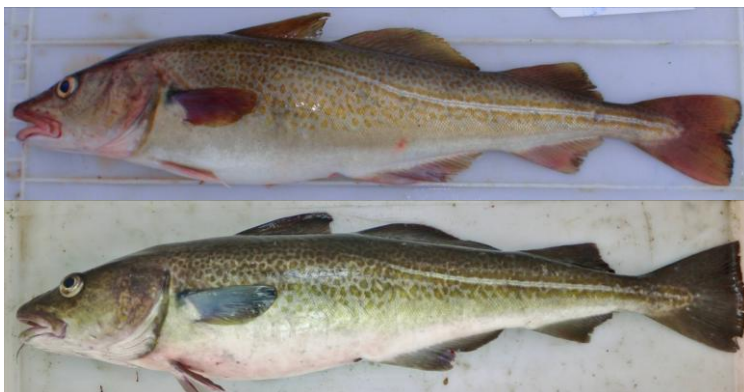


**Figur 2.1.8b.** Sammenligning av nivå av blødninger på finner mellom sekket og pumpet fisk 6 uker etter overføring til merd i 2010. ( $P > 0.05$  for alle statistiske tester).

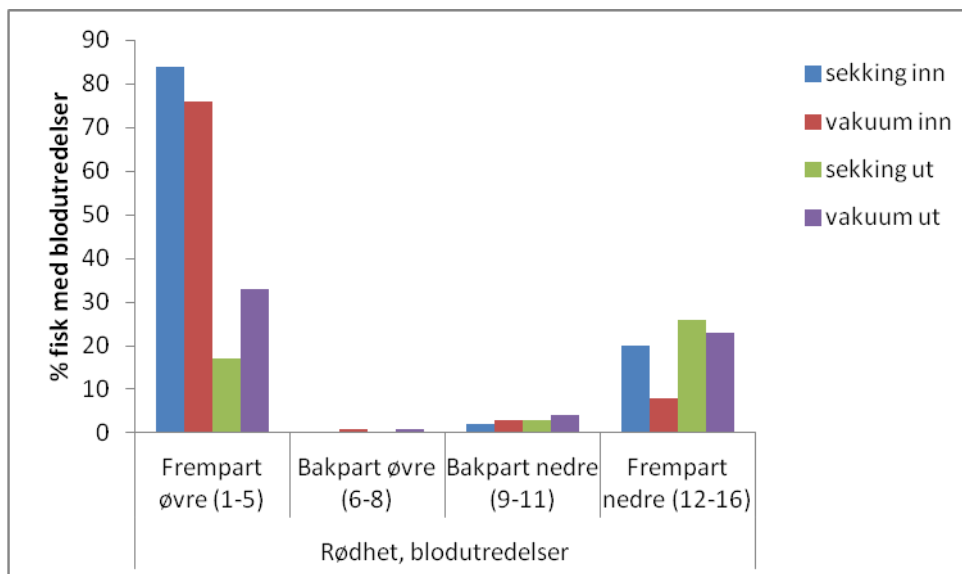
Til forskjell fra 2010 var det i 2011 ikke signifikante forskjeller i blødninger mellom sekket og pumpet fisk verken ved overføring til merd eller etter 6 uker.

### Blodutredelser, skjellavskraping og sår

Fisk med røde områder og blodutredelser ble observert på en stor andel av fisken i øvre frempart av fisken (Figur 2.2.9). Det var ikke forskjeller i fordeling av blodutredelser, det vil si hvor på fisken skadene forekom mellom sekket og pumpet fisk verken ved ombordtaking eller terminering (Figur 2.1.10, Fishers exact test,  $p > 0.05$ ). Det var flere fisk med blodutredelser i sekking-gruppen på nedre frempart ved ombordtaking (exact binom test,  $p < 0,05$ ). Fordeling av blodutredelser endret seg under levendelagring for både sekking og pumping ( $p < 0.001$  for begge ombordtakingsmetoder). Ved terminering var det mindre blodutredelser i øvre frempart (Fishers exact test,  $p < 0,001$  for begge ombordtakingsmetoder), mens blodutredelser økte i omfang på nedre frempart for pumpet fisk og var uforandret for sekket fisk (exact binom test,  $p < 0.01$ , og  $p > 0.05$  respektivt). For bakpart var det for få observasjoner (mindre enn 5) til å utføre statistisk testing.



**Figur 2.1.9.** Blodutredelser ble observert i hoderegion og på finner for en stor andel av fisken ved ombordtaking og noe mer for sekket fisk (øverste bilde). Rød buk ble observert på over 20 % av fisken etter 6 uker for begge ombordtakingsmetoder, mens blodutredelser både på finner og i hoderegion hadde avtatt (nederste bilde).



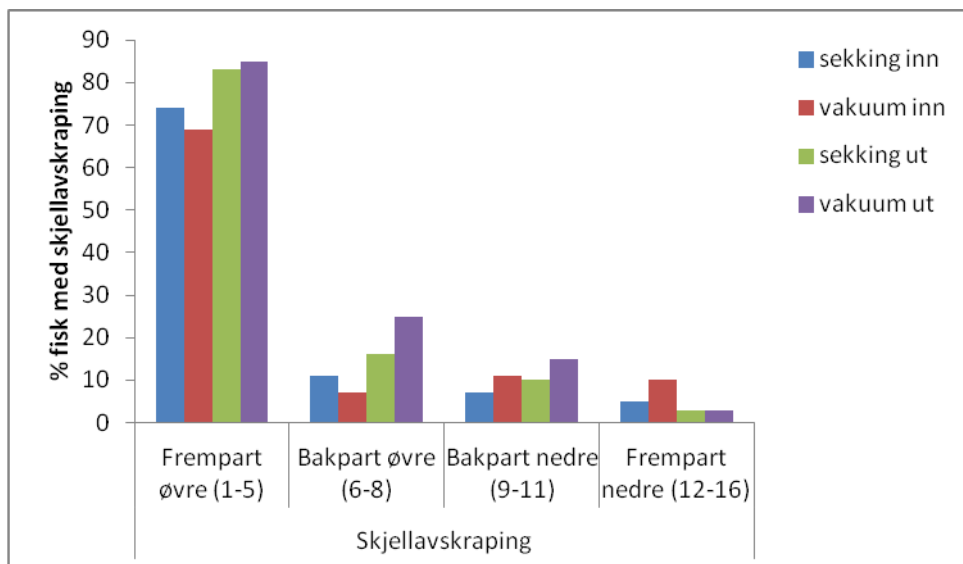
**Figur 2.1.10.** Blodutredelser. Prosentandel fisk med blodutredelser for sekking og vakuum, ved ombordtaking og ved terminering. Fisk inndelt i 4 soner summert etter inndeling av fisk i figur 2.1.3.

Det var ikke forskjeller i fordeling av skjellavskraping for noen sammenligninger (Fishers exact test,  $p > 0.05$ ). Som for blodutredelser var det en høy andel av fisken som hadde skjellavskrapning i øvre frempart (Figur 2.1.11 og 2.1.12) ved ombordtaking. Ved terminering var disse skadene dekket av slim, noe som indikerer heling, men arrene var tydelige (striper/skrap på fisk), noe som gjorde at det ble observert økning i omfang av skjellavskraping for tre av områdene på fisken. Av disse var økning signifikant for pumping-inn mot pumping-ut i øvre frempart (exact binom test  $p < 0.05$ ) og øvre bakpart ( $p < 0,01$ ).

Det ble observert sårskader ved ombordtaking etter sortering på 5 fisk fra sekking og 1 fisk fra pumping. Ved avslutning var det en økning i antall sår for begge grupper. Det var økning i sårfrekvens på nedre frempart både for sekking og pumping (exact binom test  $p < 0.05$ ), men ikke mellom ombordtakingsmetode (exact binom test  $p > 0.05$ ). Sårene var likt fordelt mellom ombordtakingsmetoder (Figur 2.1.14), med høyest frekvens på nedre frempart hvorav de fleste sårene var små ( $< 0,5$  cm i diameter) og observert i bakkant av gjellelokk. Det var også noen få fisker som hadde sår i området ved haleroten, en mulig senskade av pumpe (Figur 2.1.13).



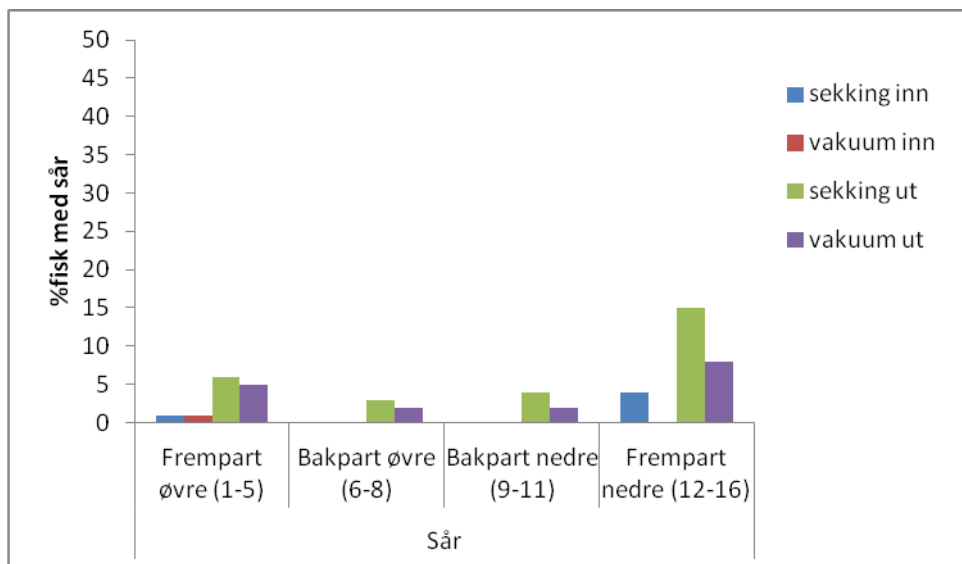
**Figur 2.1.11.** Skjellavskraping og finnesplitt. Torsk ved ombordtaking med skjellavskraping over brystfinne og finnesplitt på 3. ryggfinne og 2. gattfinne (øverste bilde). Torsk etter 6 uker i merd (nederste bilde). Legg merke til områder med skjellavskraping under 1. og 2. ryggfinne, både lyse og mørke striper. Finnesplitt mer enn 1 cm synlig på 3. ryggfinne, halefinne samt første og andre gattfinne.



**Figur 2.1.12.** Skjellavskrapping. Prosentandel fisk med skjellavskrapping for sekking og vakuum, ved ombordtaking og ved terminering. Fisk inndelt i 4 soner summert etter inndeling av fisk i figur 2.1.3. Ved avslutning var områdene med synlige tegn på skjellavskrapping dekket av slim.



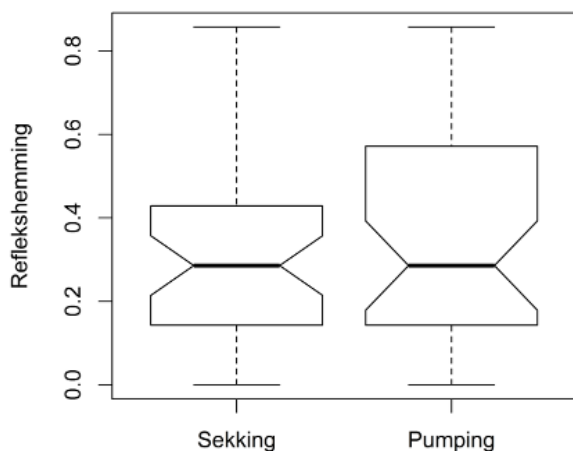
**Figur 2.1.13.** Sår. Små sår ble observert på gjellelokk og buk. Større sår observert på halerot, mulig seneffekt (etter 6 uker) av klemskader, legg merke til knekk ved halerot.



**Figur 2.1.14.** Prosentandel fisk med sår for sekking og vakuum, ved ombordtaking og ved terminering. Fisk inndelt i 4 soner summert etter inndeling av fisk i figur 2.1.3.

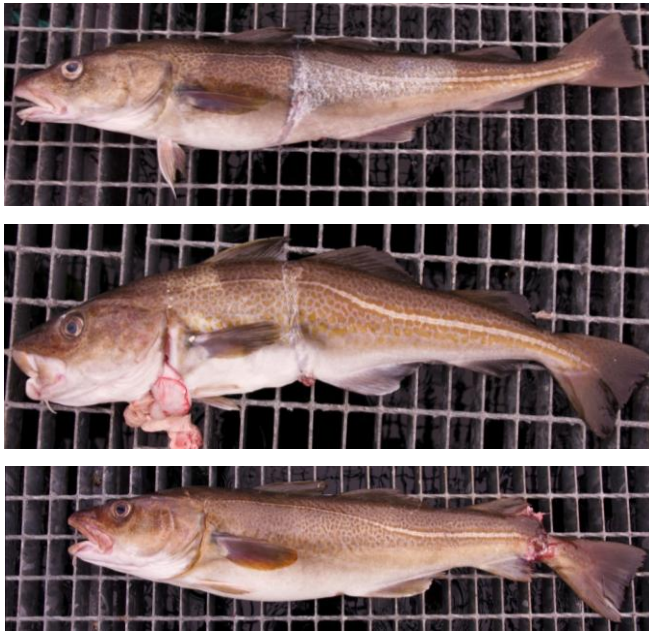
### Reflekshemming og dødelighet

Det var noe større variasjon i reflekshemming på pumpet fisk enn på sekket fisk (Figur 2.1.15), men det ble ikke påvist signifikante forskjeller (Welsh t-test,  $t=-0,7619$ ,  $df=77,29$ ,  $p>0,05$ ). Basert på sammenheng mellom reflekshemming og overlevelse er estimert dødelighet på denne fisken under 1 % (Humborstad m.fl. 2009). Reflekstesting ble kun utført i 2010.



**Figur 2.1.15.** Reflekshemming som mål på fisketilstand etter ombordtaking for sekking og pumping. Reflekshemming på under 0,5 har tidligere vist å gi lav dødelighet (Humborstad m.fl. 2009).

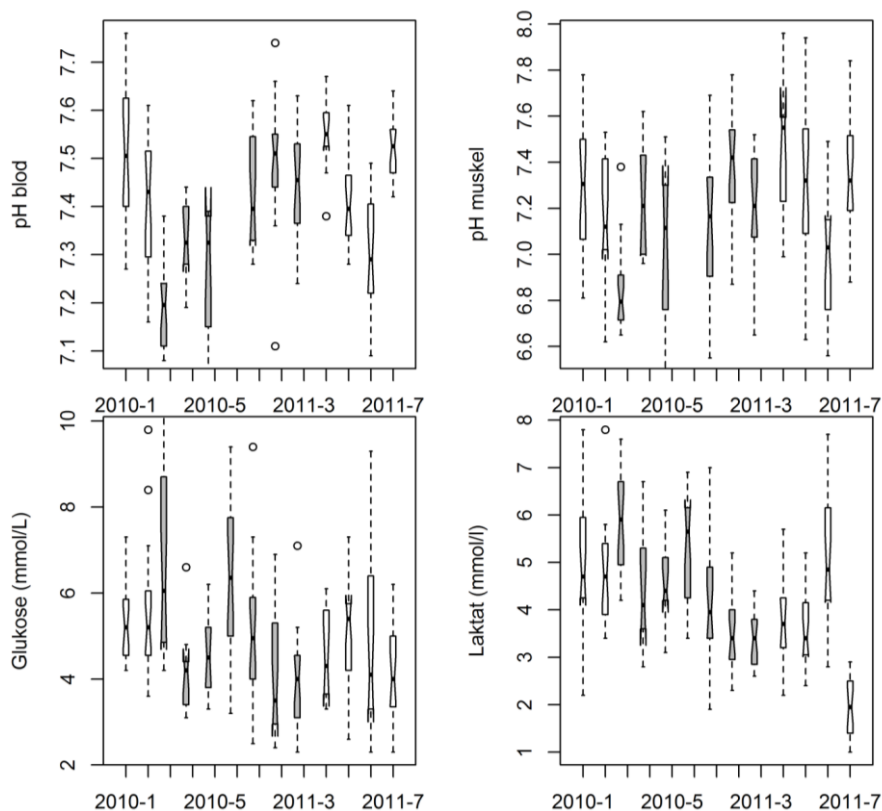
Dødelighet i merd i 2010 var på ca. 1,5 % for både sekking og pumping. Det meste av dødelighet inntraff fra 1-3 døgn etter innsetning. I 2011 var det høy dødelighet (ca. 30 %) på fisken de første dagene etter innsetning merd. Årsaken var trolig en kombinasjon av oksygensvikt i tanker under overføring fra fartøy til merd og feil på innstilling av pumper, noe som medførte en høy andel av klemskader (Figur 2.1.16) på fisk både fra sekking og pumping som ombordtakingsmetode og dårlig sortering mellom fartøy og ut i merd. Ved røkting fra 4 dager etter innsetning og utover var dødeligheten lav og tilnærmet lik mellom de to merdene. Dødelighetsdata fra 2011 er ikke gjengitt, da det er stor usikkerhet knyttet til dem. I 2011 ble det også rapportert om bloduttredelser i rygg under filetering av den største fisken på mer enn 4-5 kg.



**Figur 2.1.16.** Klemeskader i pumpe under overføring fra fartøy til merd i 2011. Fisk med slike skader skal sorteres ut før innsetting i merd. Mye fisk per pumpe­slag medførte imidlertid at fisk som på øverste bilde ble satt i merd med påfølgende høy dødelighet de første dagene (se tekst). Fisk med større skader som de to nederste, er enkle å sortere ut.

### Hal til hal variasjon på ombordtaling

Totalt ble det utført fysiologimålinger ved ombordtaling fra til sammen 6 hal i 2010 og 7 hal i 2011. Figur 2.1.17 viser variasjon i de ulike parametrene mellom halene. Figuren viser betydelig variasjon i verdier, noe som eksemplifiser hvor stor variasjonsbredden er selv innenfor avgrensede områder i tid og rom, med tilstrebet så like forutsetninger som mulig.



**Figur 2.1.17.** Hal til hal variasjon i fysiologiske parametre ved ombordtaling på alle hal det ble tatt prøver fra i 2010 og 2011. Figurene viser at det er stor variasjonsbredden i fysiologisk status på fisk. (Benevning som tidligere).

## 1.4 Diskusjon

For å få relevans til praksis i næringen ble fisk evaluert etter sortering utført av erfarne fiskere. Sortering er påkrevd i fangstbasert akvakultur. Av hensyn til fiskevelferd og regelverksutforming er det viktig å få kvantifisert de skadene man ellers ikke klarer å detektere eller plukke ut. Utnyttelsesgrad for de to metodene ble ikke undersøkt pga. for få hal til å få god nok statistikk.

### Ombordtakingsfase

Tiden fisk ligger ved skutesiden før den tas om bord vil variere både med størrelse på fangst og ombordtakingshastighet. For de fysiologiske parametrene vi hadde tilgjengelig var det ikke signifikante forskjeller mellom tidlig og sent i hal for samme ombordtakingsteknikk (Figur 2.1.5). Forsøket med å måle fysiologi tidlig og sent (45-60 min.) under ombordtaking viser at inntil en time ved skutesiden ikke vesentlig forverrer stressnivåene eller restitusjonsforløpene. Dette er imidlertid bare én av flere faktorer som det må tas hensyn til, og er ikke alene grunnlag for vurdering av når man velger å slakte kontra levendelagre fra et hal. Eksempelvis vil som regel de siste pumpeslagene eller sekkene egne seg dårlig for levendefangst selv om tid langs skutesiden er kortere enn én time.

### Sekking vs. pumping

Valg av ombordtakingsmetode påvirket ikke skadeomfang på finner i stor grad etter sortering. Det ble ikke observert forskjeller i frekvens av finnesplitt mellom metodene verken ved ombordtaking eller etter 6 uker. Denne trenden var observert både i 2010 og 2011. Oppflising av finner observeres under levendefangsting med snurrevad, men som våre resultater viser er fiskerne i god stand til å plukke ut de som har store skader. Når det gjelder blodutredelser på finner så var det en forskjell i mellom resultatene i 2010 og 2011. I 2010 var det høyere frekvens av blodutredelser på sekket enn på pumpet fisk. Dette ble observert på 5 av 7 finner undersøkt. Ved terminering etter 6 uker hadde de fleste fiskene reparert skadene og det var ikke lenger forskjeller mellom ombordtakingsmetoder. I 2011 derimot var det ikke forskjeller i blødninger verken like etter merdsetting eller etter 6 uker. Det er ikke noen umiddelbart gode forklaringer på hvorfor det var forskjell det ene året og ikke det andre. Ulik håndtering kan føre til finneskader (for eksempel Bosakowski og Wagner 1994). Våre data tyder på at ombordtakingsmetode i liten grad påvirker i finnesplitt, men at forskjeller i blødninger med mer blødninger på finner på sekket fisk kan forekomme (2010-data). Imidlertid ser blodutredelser på finner ut til å heles fint i løpet av en 6-ukersperiode.

Ut ifra resultatene på blodutredelser, skjellavskraping og sår, er både plassering av skadene og fravær av store forskjeller mellom ombordtakingsmetoder indikasjoner på at de skadene som fisken har med seg etter sortering er relatert til fangstprosessen og ikke ombordtaking. Unntaket er de helt spesielle klemskadene som oppstår i pumper. Klemskader er normalt enkle å se (se Figur 2.1.16) og skal sorteres ut. Skadet fisk slipper likevel av og til igjennom sortering, som i våre forsøk skyldtes kapasitetsproblemer til å se på hver fisk når det kom mye fisk per pumpeslag (2011). I 2010 når sortering var god fra start, var omfang av klemskader lite.



Vi fant blodutredelser på både sekket og pumpet fisk i hoderegion bak til første ryggfinne. Disse skadene er forenlige med at fisk stanger mot notlin og forsøker å rømme gjennom maskeåpningene. For blodutredelser var det både på finner og kropp høyere frekvens på sekket fisk ved ombordtaking. Forskjellene var imidlertid ikke store og skadene så ut til å hele fint i løpet av en 6-ukersperiode.

Økning av blodutredelser i buk etter 6 uker kan kanskje forklares ut ifra at fisken hviler på flatbunn og på den måten pådrar seg friksjonsskader. Rød buk er tidligere observert på laks fra merd (Espmark m.fl. 2012), men det er ukjent om rød buk er et velferds- eller kvalitetsproblem. Westavik og Grimsmo (2011) fant som oss blodutredelser på hode og finner, men ingen forskjell mellom pumping og sekking. Derimot fant de blodutredelser på skinn på pumpet fisk, mens det ulikt vår studie ikke var observert blodutredelser på skinn fra sekket fisk før sortering. De fant også høyere skjelltap og slitasje på sekket fisk. Deres forsøk tok fisk fra samme hal (20 tonn), hvor fisk til evaluering av sekking uten lerretsløft startet etter at ca. 10 tonn hadde blitt tatt inn med pumping.

Fisk til evaluering av pumping ble tatt fra levendeføringstank, og således var det ikke mulig å bestemme når under ombordtakingsprosessen denne fisken stammet fra. For øvrig avviker metode og gjennomføring i Westavik og Grimsmo (2001) vesentlig fra våre forsøk og kan ikke uten videre sammenlignes direkte med våre resultater.

Fordeling av skjellavskraping var lik mellom ombordtakingsmetode (Figur 2.1.11 og 2.1.12). Etter 6 uker var det en økning i observerte områder med skjellavskraping, disse var imidlertid helet og dekket av slim. Arr etter skjellavskraping ble også tydeligere som følge av at fisken mørknet i merd, noe som kan forklare økning i observerte skader. Det ble observert høyere frekvens av sår etter restitusjonsperioden. Sårene var i all hovedsak funnet på gjellelokk, var små og dekt av slim, og utgjorde trolig ingen velferdsmessige store utfordringer. Plassering av disse sårene overlapper med områdene som før lagring var påvirket av skjellavskraping og blodutredelser. Unntaket var noen få fisk som trolig hadde utviklet sår i område med klemskader (se over). Totalt sett var synlige ytre skader om enn hyppige i frekvens, av lite alvorlig karakter.

På fysiologisiden var det heller ingen indikasjoner på at den ene metoden for ombordtaking var bedre eller verre enn den andre. Fravær av forskjeller initielt samsvarer godt med at det ikke ble observert store forskjeller i restitusjonsforløpene. For pH i blod var det observert signifikant forbedring etter 6 timer for begge ombordtakingsmetoder, mens pH i muskel og laktat var normalisert og signifikant forskjellig fra ombordtaking etter 12 timer. For pH i blod var det forskjeller mellom metodene ved 24 og 48 timer, men ikke ved avslutning (72 timer). Det var også observert en nedgang i pH (forsuring) for begge metoder fra 12 til 72 timer, noe som sannsynligvis er et resultat av økt forbrenning og karbondioksidopphopning i blod (kombinasjon av stress og glukoseforbrenning). Siden dette ble observert i begge kar, kan det tenkes at fisken kan ha blitt stresset av bevegelse og lyd. For pH i muskel var det en jevn stinging fra start til terminering, noe som samsvarer med laktat som opprinnelig forårsaket lavere pH i muskel (anaerob forbrenning og melkesyreproduksjon i hvit, lite blodforynt

muskel under tvungen svømming i fangstprosess) var lav og ikke detekterbar for flere av fiskene etter 12 timer. Glukosemobilisering ble observert frem til 48 timer før den avtok etter 72 timer. Det ble observert større variasjon og i snitt høyere medianverdier for sekking i glukosemobilisering (men ikke signifikant ved samme målepunkt). Hvorvidt dette skyldes en faktisk større belastning ved sekking eller en naturlig forskjell mellom hal, er uvisst. Selv om halene til disse forsøkene ble valgt med omhu både i varighet, størrelse, tid og område, så er det verdt å merke seg at variasjon mellom hal (Figur 2.1.17) på disse to toktene ved ombordtaking er stor, både individuelt innad i hal og mellom hal. Individuell forskjell skyldes trolig ulik status på fisk (for eksempel størrelse, magefylling) samt ulik påvirkningstid, da noen fanges tidlig og påvirkes lengre enn de fiskene som går inn rett før slutt av tauing. Forskjell mellom hal påvirkes igjen av både fangststørrelse og tauetid (Olsen m.fl., in press, trål).

### **Dødelighet og reflekshemming**

Det var ikke forskjell i reflekshemming på pumpet og sekket fisk i 2010. Reflekshemming er ett uttrykk for samlet stressnivå i fisken, og kobling mot dødelighet var basert på tidligere sammenhenger funnet i laboratorium (Humborstad m.fl. 2009). En av fordelene med reflekshemming kontra fysiologimålinger er at metoden i større grad enn fysiologimålinger kan predikere dødelighet (Davis 2010; Davis m.fl. 2001). Lav dødelighet i merd (< 1,5 %) i begge grupper forsterker inntrykket av at ombordtakingsmetode ikke påvirker overlevelse gitt god sortering og at reflekshemming bør videreutvikles tilpasset anvendelse om bord på levendefiskfartøy. I dag gjør flere fiskere varianter av reflekstesting ved å løfte og se på tilsynelatende uskadet, men ”slapp” fisk. Det er indikasjoner på at refleksene er rangerbare idet spordfleks og øyerefleks er noe av det siste som forsvinner, og at det slik sett kanskje kan utvikles metode med langt færre og mer operasjonelle reflekstester.

Dødelighetsdata fra 2011 kan ikke benyttes til å belyse effekt av sekking av vakuum, men viser viktighet av å ha kontroll på alle deler av fangsthåndteringen. Feilinnstilling (for lite vann i pumpe når sekvens innledes, feil på syklus, feiljustert klaffestyring) av pumper kan føre til høy andel av klemskader og selv om klemskadet fisk oftest er enkelt å sortere ut, så er det ikke ønskelig verken for ressursutnyttelse, kvalitet eller ut ifra fiskevelferdshensyn. Det er hittil ikke gjort noen grundig vurdering av dimensjonering av pumper, rør og bend tilpasset levende fisk av ulik størrelse. Det er verdt å merke seg at knekt rygg og blodutredelser også tidligere har vært observert på større fisk (egne observasjoner av fisk levert til merkeforsøk i Lofoten, TRINTO 2008). Westavik og Grimsmo (2011) fant at en større andel av død fisk som var tatt om bord med pumpe, hadde tilsynelatende knekt nakke. Disseksjon og røntgen av denne fisken kunne imidlertid ikke påvise dette. Spiling av gjellelokk og bøyd nakke er også en vanlig observasjon under *rigor mortis*-forløpet og kan lett feilaktig forveksles med nakkeskader. 2011-forsøkene våre viste imidlertid at kapasitetsproblem når det kommer mye fisk frem til sortering kan føre til at skadet fisk settes inn i merd. Dette ble bare observert ved en levering under våre forsøk, og omfang av slike problem i næringen er ikke en uttalt problemstilling. Mottaksanlegg er imidlertid ikke universelt utformet, og det kan trolig gjøres store forbedringer med noen enkle krav til utforming og fokus på åpenbare mangler.

## **1.5 Konklusjon**

Forsøkene våre viser at under forutsetninger om gode forhold for levendefangst og god sortering, så er det lite som skiller de to ombordtakingsmetodene i utmattingsgrad, skader, overlevelse og heling på torsk. Selv om det var signifikante forskjeller i materialet, var ikke forskjellene entydige i retning én av metodene, og verken på skade, fysiologi eller dødelighet ble det funnet alarmerende høye nivåer. Forsøkene, spesielt på fysiologisiden, viser at variasjonsbredden er naturlig stor. Under samme forutsetninger fant vi at metodene ikke var forskjellige fiskevelferdsmessig, og valg av ombordtakingsmetode kan gjøres av andre hensyn. Feilstilling av pumper under tømning av transporttanker kan imidlertid føre til høy andel av klemskader uavhengig av ombordtakingsmetode. For øvrig var fisk satt i merd i god tilstand alle kriterier vurdert under ett, med påfølgende lav dødelighet og god heling av de mindre skadene som slapp gjennom sortering. Det anbefales å se nærmere på vannkvalitet under tømning av rom, samt at mottaksbinger, renner og lignende i større grad utformes for effektiv sortering. Deler av resultatene fra sammenligning mellom sekking og pumping vil bli sendt til fagfelleevaluering og publisering i vitenskapelig journal.

## 2 Transportfase - effekt av oksygenering

Ansvarlig institusjon: Havforskningsinstituttet

Utarbeidet av: Odd-Børre Humborstad, Jonatan Nilsson, Tor Evensen og Kjell Midling

### 2.1 Bakgrunn

Riktig vannkvalitet og tankutforming er vesentlig for å ivareta hensyn til økt overlevelse og fiskevelferd av villfanget fisk. Vannbehandlingssystem brukt i levendefisknæringen har frem til nå nesten utelukkende bestått i vanngjennomstrømming med understrømsprinsipp, der sjøvann blir pumpet under perforert dobbeltbunn og avrenning på tanktopper i åpne systemer. Systemet har blitt utviklet som følge av tilstanden til nyfanget torsk med spesielle utfordringer og krav til tankutforming og miljø, relatert til fiskens fysiologi og adferdsmessige behov. Når nyfanget torsk lastes inn i fartøyet, søker fisken straks ned mot det dypeste punktet i føringsrommet. Det meste av fisken legger seg tungt på bunnen, og etter en hvileperiode av ulik varighet (fra minutter til over 24 timer) løfter fisken seg gradvis fra bunnen av tanken avbrutt av stadig kortere perioder med hvile. På grunn av denne fordelingen av nyfanget fisk øker sannsynligheten for lokal oksygenmangel ved bunn av føringstankene, noe som forsterkes av at den stressede fisken kan ha høyere krav til oksygenmetning enn ustresset fisk. Understrømsprinsipp med pumping av vann under perforert dobbeltbunn, kombinert med overvåking av oksygen for å justere mengde tilført vann, sikrer tilførsel av oksygenrikt vann til all fisk i rommet. Men dersom det blir tilført for mye fisk på en gang med for høye tettheter av hvilende fisk oppå hverandre, øker dødelighet drastisk selv om oksygenmetning er høy, sannsynligvis pga redusert mulighet for bevegelse av gjellelokk. Grenseverdier for tetthet er i stor grad ukjent, og fiskerne finner ut av kapasitet ved hjelp av prøving og feiling. Det er heller ikke usannsynlig at verdiene kan variere fra fangst til fangst pga. ulik grad av stress (og derfor oksygenbehov).

Transport av levende fisk har lenge vært en næring innen akvakultur, men teknologi og erfaringer fra denne har i liten grad blitt forsøkt overført til fiskefartøyene. Transport av villfanget torsk mellom merdanlegg, og fra merdanlegg til slakting, blir gjennomført av spesialiserte brønnbåter. Vannet sirkuleres i disse fartøyene ved hjelp av båtens fart og inntak fremme i tanken hvor vannet blir presset inn, og ventiler i akterkant hvor vannet blir presset eller sugd ut. Når fartøyene ligger i ro opphører denne muligheten for vannsirkulasjon, og vannkvalitet sikres enten ved pumping av friskt vann inn og/eller resirkulering av vann. Pumping av vann inn med sjøvannspumper vil være analogt til det som brukes på fiskefartøyene, mens sirkulasjon basert på fartøyets gange gjennom vannet og lukkede systemer ikke er prøvd på fiskefartøyer for transport av levende torsk. Sistnevnte krever en form for oksygenering av vannet etter hvert som fisken forbruker oksygenet i vannet. Dette setter videre krav, spesielt til karbondioksid som må luftes ut av vannet ved hjelp av "luftekasser" hvor vannet piskes opp og karbondioksid frigjøres. Det er viktig med kunnskapsoverføring fra/til brønnbåtnæringen, i forhold til dette fagområdet.

Med bakgrunn i samtaler med representanter fra brønnbåtnæringen og kommunikasjon med styringsgruppen, ble det vedtatt å gjøre forsøk med oksygenering, som den mest nærliggende

teknologioverføringen som kunne tenkes å gi umiddelbar gevinst i form av bedre vilkår for torsk og potensiell gevinst fra spart vanngjennomstrømming.

## 2.2 Materiale og metoder

Fra 10. til 20. april 2012 ble det gjennomført et forskningstokt om bord på snurrevadfartøyet "Bernt Oskar" i området mellom Gjesvær, Tarhalsen og Langskjæret på dybder mellom 60 og 75 meter. Toktet hadde som formål å finne kritiske oksygenmetningsnivåer rett etter fangst, effekt av oksygenering på restitusjon og oksygenforbruk over tid etter fangsting.

Forsøk med kritisk oksygenmetning ble gjennomført i tre identiske 800 liters kar, koblet til samme vannforsyning fra brannpumpe. Dette er de samme karene som tidligere er blitt brukt under forsøk på Fangstbasert akvakultur ved NOFIMA og Havforskningsinstituttet (Midling m.fl. 2008; Olsen m.fl., in press). Oksygennivåene i tankene ble overvåket ved hjelp av 3 stk oksygenmålere type Hach sc100 koblet til en sc1000 loggeenhet.



**Figur 2.2.1.** Oppe venstre: plassering av kar om bord på "Bernt Oskar"; Oppe høyre: lukket kar med fisk, justering av vanngjennomstrømming; Nede venstre: plassering av oksygenmåler i lokk før avsilingsrist. Nede høyre: overvåking av oksygen og temperatur fra loggeenhet.

For å kunne variere oksygenmengde i vann ble det laget et system med tilsetning av oksygen i to av transportkarene. Ved i tillegg å justere på vanngjennomstrømming kunne man produsere ulike grader av hypoksi, normoksi og hyperoksi. Oksygen ble tilført via en slange fra

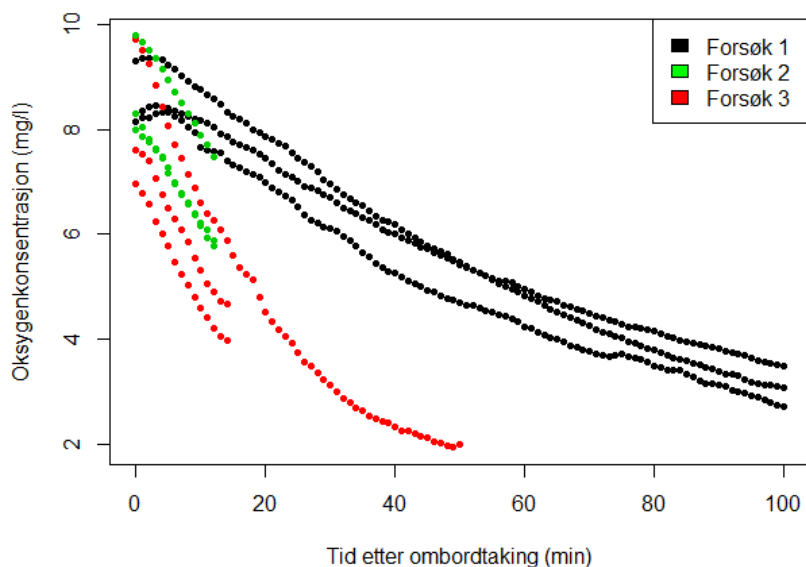
oksygenbeholder og diffusorslange montert under dobbelt bunn. En 12 volt lensepumpe var montert i bunnen av hvert kar med slange til toppen for å sørge for sirkulasjon i karene under oksygenutarmingsforsøkene der vanntilførselen ble stengt av. Vanngjennomstrømming ble målt manuelt ved volum/tid-beregninger.

I tillegg til lengde og vekt ble det for deler av fangsten tatt ut fysiologiske prøver av fisken. Herunder pH i muskel og blod, laktat og blodglukose. Prøvetakingen fulgte samme prosedyrer som beskrevet under ombordtaking arbeidspakke 2. Faktoriell ANOVA, boksplot og parvise tester ble brukt for å analysere restitusjon og effekt av ombordtaksingsmetode på fysiologiske parametre.

## 2.3 Resultat

### Kritisk oksygenmetning

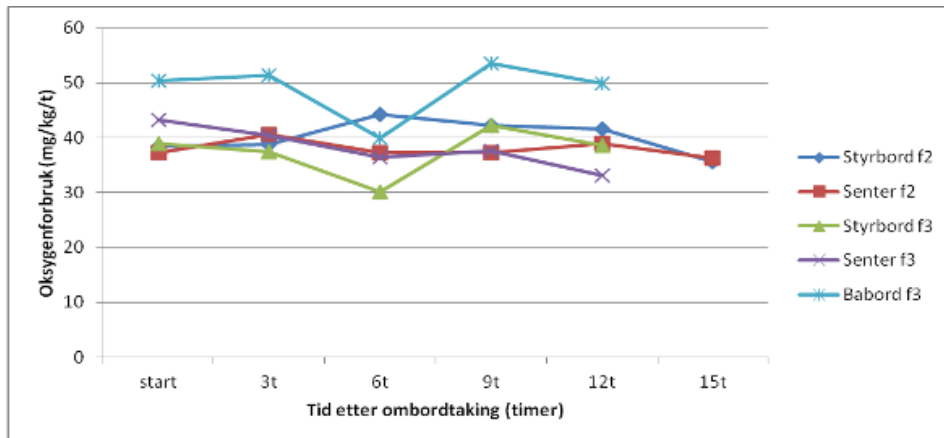
Det ble til sammen utført tre forsøk på å finne kritisk oksygenmetning, hver med tre replikater (Figur 2.2.2). I disse forsøkene ble vannet ikke tilsatt oksygen. I det første forsøket flatet kurvene sakte ut (lite fisk i karene), med et knekkpunkt tidligst på 5 mg/L tilsvarende en metning på rundt 40 %. Etter det så det ut til at utarming av vann gikk saktere, trolig mot en asymptote på 2-3 mg O<sub>2</sub>/L, tilsvarende en metning på 19 %-32 % ved 4 °C. I forsøk 2 og 3 ble mengden fisk i karene økt for å få et raskere fall i O<sub>2</sub>. I forsøk 2 ble to av karene kjørt ned til 6 mg/L (57 % metning), uten at det ble observert endring i utarmingsrate. I forsøk 3 ble metningen kjørt ned til 5, 4 og 2 mg/L. Ned mot 5 og 4 mg/L ble det ikke observert noen tydelig utflatning. I det siste karet ble det forsøkt å tvinge frem utflatning ved å holde fisken uten vanntilførsel i ytterligere 35 minutter til totalt 50 minutter uten vanntilførsel. Forsøket ble stoppet ved en utflatningsmetning på 2 mg/L (19 %). Ingen fisk døde under forsøkene for å finne kritisk oksygenmetning.



**Figur 2.2.2.** Oksygendropp i vann i tre forsøk for tre tanker. I forsøk 3 er det en tendens til utflatning ned mot 2 mg/L i det ene karet som ble observert i 50 minutter.

### Oksygenforbruk over tid

Det ble ikke observert forventet nedgang i oksygenforbruk over tid (Figur 2.2.3). Nivåene fluktuerte rundt 40 mg/kg/t med maks opp mot 50 og min ned mot 30 mg/L. Det var noe høyere forbruk i babord tank i forsøk 3. Vanngjennomstrømmingen var også høyere i babord tank. Det var noe lavere forbruk om natten i forsøk 3. Disse målingene ble gjort når fartøyet lå i ro ved kai (punkt 6 t).



**Figur 2.2.3.** Oksygenforbruk over tid fra rett etter fangst til 15 timer etter fangst. Punktene er basert på stigningstall i regresjoner på oksygenutarming omregnet til forbruk per kg fisk. De 5 kurvene er fra to separate forsøk, indikert med f2 og f3.

I forsøk 3 ble det tatt fysiologiske målinger av fisk ved terminering av forsøk (Tabell 2.2.1). Det var ingen statistiske forskjeller mellom fiskegruppene i de tre tankene i vekt eller fysiologiske parametre (Kruskal-Wallis,  $p > 0,05$ ).

**Tabell 2.2.1.** Gjennomsnitt og standardavvik for fisk i oksygenforbruksforsøk ved terminering etter 12 timer (f3 i figur 2.2.3).

Tank	Vekt	pH-blod	pH-muskel	Glukose	Laktat
Babord	2,87±1,07	7,77±0,23	7,79±0,19	9,93±2,38	0,14±0,44
Senter	3,00±1,03	7,70±0,42	7,95±0,20	9,33±2,92	0,21±0,46
Styrbord	3,07±1,15	7,92±0,12	7,70±0,19	11,6±4,23	0,53±0,58

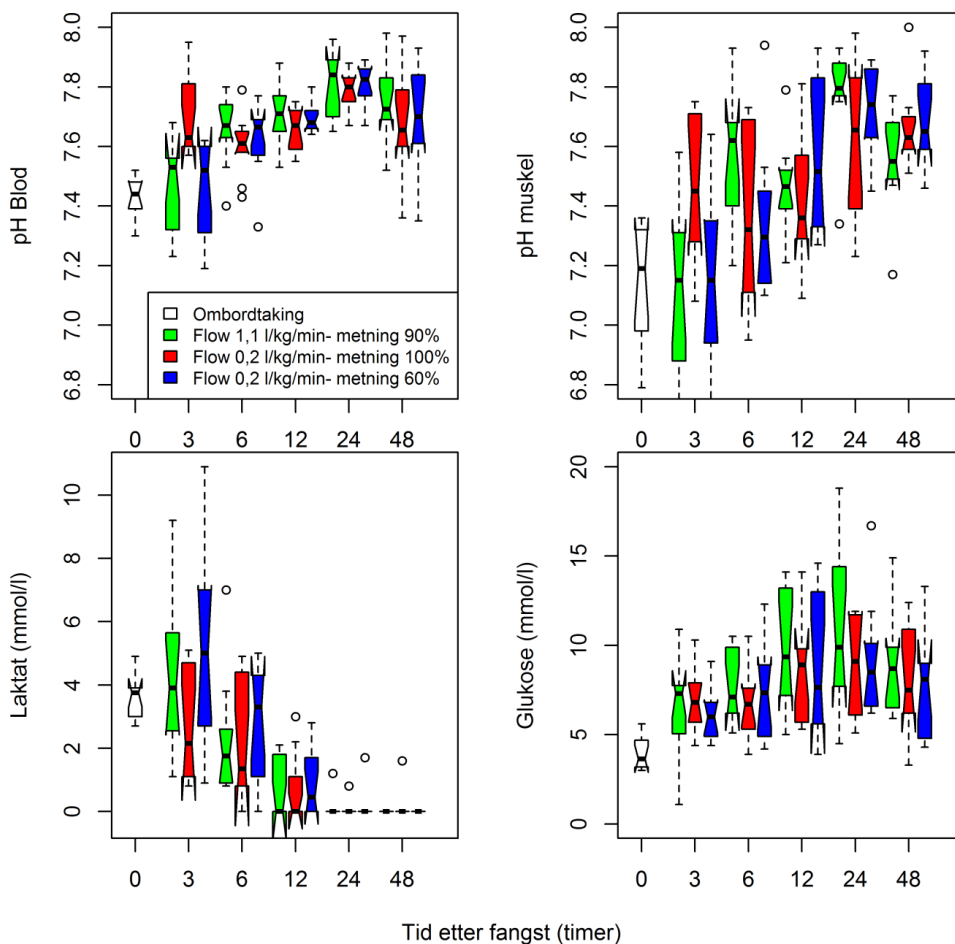
### Oksygenering

I det første oksygeneringsforsøket var målet å undersøke hvilken effekt oksygenering hadde på restitusjonsforløpet. Gruppene som ble kjørt var: normal vanngjennomstrømming (1,1 L/kg/min) og normal metning (90 %); lav vanngjennomstrømming (0,2 L/kg/min) uten tilsetning av oksygen og derfor lav metning (60 %); lav vanngjennomstrømming (0,2 L/kg/min) og tilsetning av oksygen til normal/høy metning (100 %).

Samlet sett viste fysiologimålingene naturlige stressresponser (Figur 2.2.4). Det var en signifikant effekt både av tid etter fangst og oksygeneringsregimer ved enkelte tider. Parvise tester viste imidlertid at det var få forskjeller mellom ulike regimer ved samme måletidspunkt

(se detaljer for hver parameter under). Det var noe avvik fra normalitet og varians for noen få grupper, men ikke-parametriske tester forandret ikke på utfall i disse tilfellene. Signifikans ved 0,05-nivå som kan leses fra boxplot (overlapp mellom knekker på bokser) viser hvor det er forskjeller både over tid og mellom grupper ved samme tid.

For pH i blod og muskel som er et mål på svømmestress, så var det en gradvis restitusjon og økning i pH over tid. Det var en tendens til at fisk i oksygenert regime restituerte raskest til normalnivå med de høyeste verdiene for de tre regimene etter 3 timer. For pH i blod var fisk i oksygenert regime signifikant forskjellig fra fisk fra ombordtaking og fisk fra de 2 andre regimene etter 3 timer. Etter 6 timer var det ikke signifikante forskjeller mellom regimene for pH i blod, men variasjonen var stor. For pH i muskel var det samme tendens, men ikke signifikante forskjeller før etter 6 timer da fisk i regimet med normal vanngjennomstrømming og metning hadde høyere pH i muskel enn fisk ved ombordtaking, men det var ikke forskjeller mellom de tre ulike regimene ved dette tidspunktet.



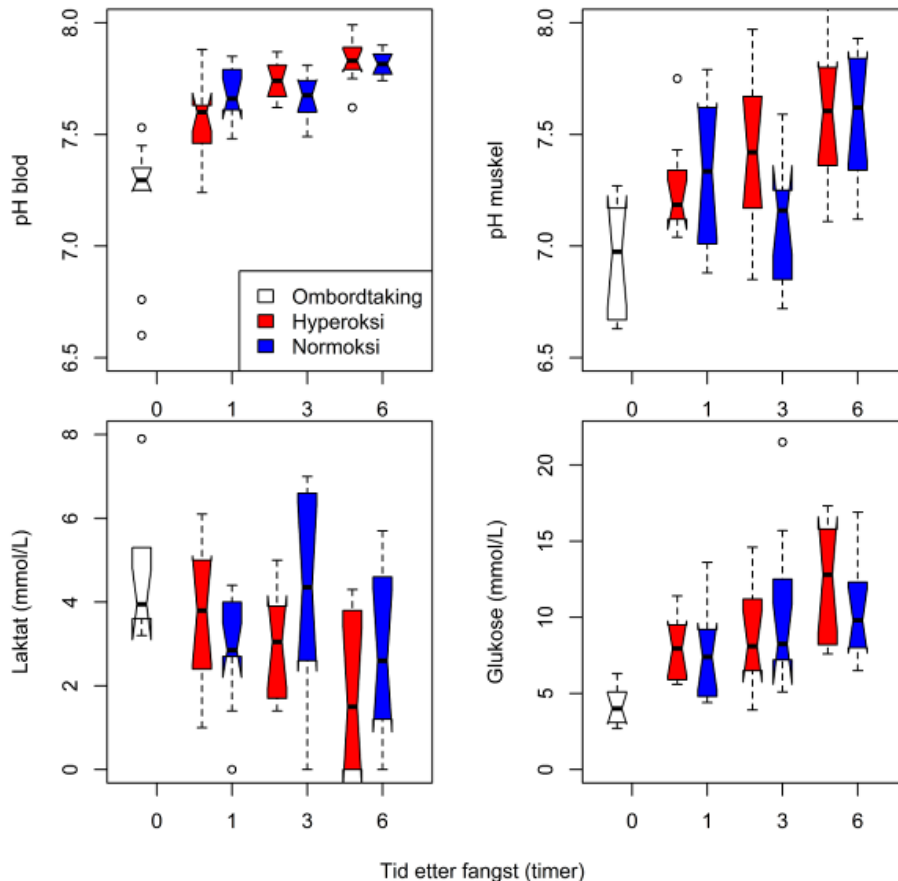
**Figur 2.2.4.** Endring over tid i fysiologiske parametre etter ombordtaking for fisk satt under 3 ulike regimer. All fisk er tatt fra samme hal. Hver måling er basert på uttak og prøver av 10 fisk per regime. (Benevning som tidligere).

For laktat, som også er et mål på hvor mye fisken har svømt, var det igjen fisk fra oksygenert regime som hadde den laveste medianverdien etter 3 timer. Men det var først etter 6 timer at det var signifikante forskjeller fra ombordtaking, og da observert for fisk med normal



vanngjennomstrømming og 90 % metning. Etter 12 timer var det signifikant forskjell fra ombordtaking for alle regimene, men ikke forskjeller mellom regimene. Etter 24 timer var nivåene av laktat ikke målbare for de fleste fiskene. Blodglukose er et mål på kompensering ved mobilisering av energi. Glukose økte etter fangst til topp mellom 12 og 24 timer etter ombordtaking. Etter 3 timer var det forskjell fra ombordtaking for alle regimene, men det var ikke forskjeller mellom noen av regimene på noe tidspunkt. Samlet sett viste dette forsøket at oksygenering i kombinasjon med lav vanngjennomstrømming fører til omtrent like god restitusjon som normal vanngjennomstrømming og metning, kanskje bedre for noen parametere og tidspunkter etter fangst, men ikke entydig bedre for alle. Det viste imidlertid også at lav vanngjennomstrømming og lav metning ikke var vesentlig dårligere, selv om det var tendens til noe senere/dårligere restitusjon.

Basert på første forsøk virket det som at forskjellen mellom gruppene var størst de første timene etter fangst. I det andre forsøket ble det derfor kun gjort målinger mellom 0 og 6 timer etter fangst. I dette forsøket ble det kjørt en hyperoksygenert (135 % metning) gruppe mot en med normoksi (90 % metning) uten oksygentilsetning. I begge gruppene var det lav vanngjennomstrømming. Som for første forsøk viste fysiologimålingene verdier og trender som er naturlige etter svømmestress og en signifikant bedring over tid for flere av parametrene (Figur 2.2.5). Det var derimot ingen signifikante forskjeller mellom regimene for noen av parametrene på noe tidspunkt etter ombordtaking, hvilket betyr at vi ikke kan påvise at oksygenering utover normoksi fører til bedret restitusjon.



**Figur 2.2.5.** Endring over tid i fysiologiske parametre etter ombordtaking for fisk satt under hyperoksi (135 % metning) og normoksi (90 % metning). I begge regimer var det lav vanngjennomstrømming (0,2 L/kg/min). All fisk er tatt fra samme hal. Hver måling er basert på uttak og prøver av 10 fisk per regime. (Benevning som tidligere).

## 2.4 Diskusjon

### Kritisk oksygennivå

Det ble ikke funnet forhøyede kritiske oksygenmetningsverdier eller endring i oksygenforbruk over tid like etter fangsting. Begge resultater var noe uventet, men forklares ut fra moderat til lite stresset fisk i forsøkene.

Den vitenskapelige dokumentasjonen om absolutte grenser er sprikende når det gjelder kritiske oksygenmetningsgrenser. Shurmann og Steffensen (1997) viste en klar sammenheng mellom økt temperatur og økte kritiske metninger for torsk, men alt fra 5-60 % metning (Schurmann & Steffensen 1992; Scoltz & Waller 1992, Plante m.fl. 1998) har vært rapportert å være dødelig (i varierende grad) i laboratoriestudier. Variasjonen i kritiske verdier skyldes nok i stor grad ulike eksperimentelle betingelser (for eksempel varighet av hypoksi, temperaturer, annet stress m.m.). Det synes imidlertid godt dokumentert at frisk og ustresset torsk godt kan tåle metninger ned mot 30 %, og i visse tilfeller enda lavere, for en kort periode ved lave og moderate temperaturer (Plante m.fl. 1998, Schurmann og Steffensen 1997). Imidlertid har det vært indikasjoner på at det for nyfanget fisk er nødvendig med langt høyere metninger om fisken skal klare å ta opp oksygen fra vannet (Humborstad m.fl. 2009; Midling m.fl. 2005). Dette forklares ut ifra at en stresset fisk har høyere oksygenbehov, men lavere oksygenopptaksevne (Schurmann og Steffensen 1997). I tidligere forsøk har det derfor vært fokusert på å holde høy metning på over 70 % (Humborstad m.fl. 2009). I de vannmasser (temperatur og saltholdighet) vi snakker om her vil det tilsi ca. 7,5 mg O<sub>2</sub>/L ved 4 °C og salinitet på 33 ppt.

Det er derfor grunn til å anta at fisken vi fanget for å undersøke kritisk oksygennivå var forholdsvis lite stresset. Dette kan understøttes av at det var veldig mye fisk tilgjengelig, og for å få små nok fangster (en forutsetning for levendefangst) ble halene korte. Det er nylig vist en klar sammenheng mellom varighet av hal (trål) og utmattelsesnivåer på fisk (Olsen m.fl., in press). Under forsøkene om bord på "Trinto" (Humborstad m.fl. 2009), var det lite fisk tilgjengelig og lange tauinger, og det kan være årsak til at det var høyere stressnivåer på den fisken. Det ble ikke tatt prøver ved ombordtaking av fisken som gikk inn i forsøkene med kritisk oksygenmetning, prøver av fisk ble først tatt ved terminering av oksygenforbrukforsøk (neste avsnitt).

### Oksygenforbruk etter fangsting

Oksygenforbruk øker ved stress og vil derfor normalt avta ved restitusjon etter svømmestress (Midling m.fl. 2008; Schurmann og Steffensen 1997; Sundnes 1957). I våre forsøk fant vi ikke en slik utflatning (Figur 2.2.3), men at verdiene fluktuerte rundt 40 mg/kg/t. Dette er verdier som ligger nærmest tidligere rapporterte "hvilenivåer". Claireaux m.fl. (2000) brukte fisk på 1-2 kg og fant en "hvilenivå" (standard metabolic rate) på 30.8±6.1 mg/kg/t ved 5 °C. Schurmann og Steffensen (1997, 4.5 °C) har hvileverdier på rundt 35 mg/kg/t. Sammenlignet med vår fisk på 3 kg ved 4 °C, så ligger våre verdier litt høyere (rundt 40 mg/kg/t, Figur 2.2.3) enn hvilenivå i Claireaux m.fl. (2000) og Schurmann og Steffensen (1997), mens de er langt lavere enn Midling m.fl. (2008) som fant oksygenforbruk like etter fangsting på over

320 mg/kg/t (ved ombordtaking) og nivåer på over 200 mg/kg/t selv 24 timer ut i restitusjonsforløpet. Flere studier viser at maksimum aerob metabolisme (AMR) ligger på langt over 100 mg/kg/l ved lave temperaturer og ikke overstiger 100 mg/kg/t i hvilenivå (SMR) før ved 10 °C (tabell, Schurmann og Steffensen 1997), hvilket ytterligere forsterker at vi hadde lite stresset fisk. Verdiene som Midling m.fl. (2008) fant, indikerer at fisken ikke er på hvilenivå, men oppnår en form for likevekt som er høyere enn hvilenivå etter 24 timer.

Det var ikke signifikante forskjeller mellom tankene i verken vekt eller fysiologiske parametre på fisken som gikk ut av forsøkene med kritisk oksygenmetning og forbruk. Når det gjelder nivåene, er det verdt å merke seg at etter 12 timer er nivåene av laktat nede på svært lave eller ikke detekterbare verdier (Tabell 2.2.1), og kun 9 av totalt 30 fisk gav utslag, noe som indikerer rask restitusjon. Laktat er den parameteren vi har målt som er mest indikativ av forhenværende svømmestress, noe som i dette tilfellet understøtter at fisken vi hadde i forsøket var lite påvirket av svømmestress. Olsen m.fl. (2008, 8 °C), fant etter 15 min. svømmestressverdier som var på samme nivå 3 timer etter påvirkning og en utflatning til normalnivå ved 8 timer (vår studie mellom 6 og 12 timer, Figur 2.2.4 og 2.2.5). Glukoseverdiene var også innen samme størrelsesorden som i Olsen m.fl. (2008). Imidlertid var våre verdier, i motsetning til Olsen m.fl. (2008) ikke tilbake til hvilenivå etter 48 timer. At babord tank hadde vedvarende høyere oksygenforbruk i forsøk 3 kan skyldes at vanngjennomstrømming var høyere i denne tanken og at vanntrykket fra bunn kan ha tvunget fisken til å svømme, og derav høyere oksygenforbruk. Forklaring på dropp i forbruk etter 6 timer kan være at fartøyet lå i ro ved kai da målingene ble tatt, noe som kan ha bidratt til at fisken ble mindre påvirket av støy og bevegelse og derfor restituerte og forbrukte mindre oksygen. De andre målingene ble tatt når fartøyet var i bevegelse.

### **Oksygenering**

Selv om det var en tendens til at torsk med oksygenering restituerte noe raskere, var det ingen stor effekt av oksygenering (Figur 2.2.4). Kritisk oksygennivå var under 3 mg L<sup>-1</sup> (ca. 30 % metning ved 4 °C), og alle grupper, også gruppen med lav vanngjennomstrømming uten oksygenering, hadde oksygennivå godt over dette. Oksygentilgangen har derfor i liten grad vært begrensende for torsken sin evne til restitusjon. Dette støttes av at restitusjonstiden ikke var kortere ved hyperoksi enn ved normoksi. En kan anta at oksygenering har lite for seg så lenge en har en vanngjennomstrømming som klarer å opprettholde oksygennivå over kritisk nivå for biomassen i tanken. Vi fant imidlertid ikke noen negative effekter av oksygenering, og ved mindre vanngjennomstrømming/biomasse-ratio og/eller høyere temperaturer med høyere oksygenforbruk kan oksygenering være fordelaktig.

Selv om torsken i disse forsøkene ikke kan sies å være veldig stresset, så observerte vi likevel klare tegn til restitusjon for alle grupper (Figur 2.2.4). Sammenlignet med verdiene fra Olsen m.fl. (in press), er stressverdiene i våre forsøk fra snurrevad (halstørrelser mindre enn 10 tonn og varighet på ca. 1 time) lavere enn for korteste hal (< 5 timer) og minste fangstmengde (<10 tonn) på trål ved ombordtaking.

I feltforsøk som dette er det stor variasjon i bakgrunn og status til individene som blir undersøkt, både i før-fangst-faktorer (størrelse, kondisjonsfaktor, magefyll) og i forhold til stresstatus knyttet til fangstprosessen (for eksempel hvor lenge de har vært jaget, ved hvilket dyp de ble fanget). I alle fysiologiske parametre som ble målt var det også stor variasjon mellom individer med samme behandling, og stor variasjon innen behandlingsgrupper kan maskere for effekter mellom behandlingsgrupper. Kontrollerte forsøk i merd og svømmetunneller med kjent og standardisert status på fisken ville sannsynligvis gi ”reiner” data og tydeligere effekter.

## **2.5 Konklusjon**

Det ble ikke funnet forhøyede kritiske oksygenmetningsverdier eller endring i oksygenforbruk over tid like etter fangsting. Begge resultater var noe uventet, men forklares ut fra en moderat til lite stresset fisk i forsøkene. Videre, siden antatt dårligste regime mht. vanngjennomstrømming og oksygennivå under forsøkene gav like god restitusjon som oksygenerte regimer, fant vi ikke klare effekter av oksygenering. At fisken i våre forsøk var lite stresset er noe atypisk, men forklares av den store tilgjengeligheten av fisk og tilsvarende korte hal med lite utmattende svømming. Det ble ikke observert noen negative effekter av oksygenering, og en kombinasjon med tilsetning av oksygen kan anbefales i tillegg til ordinær vanntilførsel, for eksempel i tilfeller med raskt synkende eller vedvarende lave oksygenverdier. Gitt de eksperimentelle begrensningene ved feltforsøk med der man har liten kontroll på stressnivåer og tilsvarende stor variasjonsbredde, vil det være nødvendig å repetere forsøk under mer kontrollerte betingelser i lab. Siden man ikke fant klare grenser i dette forsøket, men tidligere har funnet indikasjoner på problemer med oksygenopptak hos nylig fanget fisk ved 70 % metning, anbefales det fortsatt å ha høy metning de første timene etter fangst. Deler av resultatene fra oksygeneringsforsøkene vil bli sendt til fagfelleevaluering og publisering i vitenskapelig journal.

### 3 Fartøyutforming, konsept for fangst og føring av levendefisk

Ansvarlig institusjon: SINTEF

Utarbeidet av: Lasse Rindahl, Birger Enerhaug og Roar Pedersen

#### 3.1 Bakgrunn

Målsettingen var å designe et fartøykonsept under 15 meter optimalisert for fangst og føring av levende fisk. I dag er det hovedsakelig større fartøy som driver med levendefangst, og teknologiutviklingen for levendeføring av fisk om bord på disse er relativt godt utviklet i forhold til kapasitetsbehov. Tidligere forskning viser at tankkapasitet og spesielt bunnareal i tank er en minimumsfaktor for føringskapasitet. Fokuset i denne leveransen har derfor vært å optimalisere føringskapasiteten på et fartøy på 14,99 meter. Gjennom prosjektet har to redere med plan om kontrahering av nybygg vært inne i prosjektet med noe ulike kravspesifikasjoner. I denne leveransen er det derfor skissert to alternative fartøy på 14,99 meter rigget for snurrevadfangst og levende føring av fisk.

#### 3.2 Case 1 - Åpent dekk og 6 meters bredde

Denne løsningen ble utviklet i samarbeid med en reder fra Myre i Vesterålen som på dette tidspunktet drev linefiskeri med to andre fartøy. Rederen ønsket å drive fra hjemmehavn med kombinasjonsfiskeri med snurrevad og line gjennom året. Vedkommende trakk seg dessverre fra prosjektet grunnet manglende risikoavlastning fra Innovasjon Norge.

#### Spesifikasjon av fartøykonsept

##### *Skrog*

- 14,99 meter lengste lengde
- Aluminium foretrukket byggemateriale
- Åpent dekk, eventuelt med overbygging av akterdekk
- Mulighet for føring av levende fisk med kapasitet på 5000 kg torsk
- Adskilte lasterom for lasting av død fisk i containere samtidig som en fører levende fisk i hovedtank, containerkapasiteten må være over 10 m<sup>3</sup>
- Vurdere mulighet for innhaling av line (og inntak av snurrevadfisk) gjennom moonpool eller ALH

##### *Elektronikk*

- To separate kartsystemer: Olex og et annet (MaxSea eller lignende)
- 3 cm Radar med ARPA for tilknytting til elektronisk kart
- Ekkolodd
- AIS med sender og mottaker
- To stasjonære VHF med DSC
- PC med internettilgang
- Mobilt bredbånd (ICE)
- Autopilot
- Radio
- Skjermer for:

- Ekkolodd
- Radar
- Kartplotter
- Overvåkningskamera
- PC
- Mobiltelefon GSM
- Satellitt-telefon (Iridium)

#### *Innredning/oppholdsfasiliteter*

- Tre lugarer
  - To med to køyer
  - En enkeltlugar på hoveddekk med sitteplass og skrivepult
- Bad med dusj og toalett
- Elektrisk varmtvannsbereder
- Garderobe med skap til arbeidstøy tørkefasiliteter for tøy og arbeidsklær samt håndvask (gjærne med toalett)
- Messe med sitteplass til 4-5 personer
- Minst to kokeplater
- Stekeovn
- Mikrobølgeovn
- Kaffemaskin
- Tv med DVD i messe
- Trådløs internett-tilgang (ICE)

#### *Snurrevaddrift*

Kombinasjonsvinsjer for snurrevaddtau

Forslag på hydrauliske vinsjer fra Hovde Mek: kombinasjonsvinsj KV 5–25 / 8x32  
(N25-150 beregnet kapasitet 8x220 m wiretau – dimensjon 32 mm)

”Triplex” rekkehaler

- Forslag: Lormek NH3000, trekkraft 3000 kp, stående montert ved rekke

Hydraulisk leggerull med eget sving og tiltsystem for fast oppheng i kran

- Forslag: Lormek LHN 750, trekkraft 750 kp

Knekkarmskran med vinsj. Løftekapasitet 800 kilo på strak arm for effektiv lossing av lasterom, lengde minst 7,5 meter. Denne brukes i hovedsak til leggerull, men må også kunne brukes ved lossing av fangst og lasting/lossing av linestamper, dekkstutyr og andre tunge komponenter.

- Forslag: TMP knekkarmskran type 700 K

Innsekkingstank med minstekapasitet på 1200 kilo, ønskelig med stort areal for å minimere trykk på fisk. Denne bør stå på arbeidsdekk under innsekking og kunne flyttes med enkle grep før lossing av fangst.

Bløgge-/sløyelinje. Denne må sikre god flyt på råstoffbehandling og være ergonomisk utformet for å minimere arbeidsbelastning og løft av fisk. Det må være god kapasitet på utblødning i rennende vann og det er en fordel om fangsten kan sorteres på art under bløgging for å lette sortering ned i rom etter hvert.

- Bløggekar/renne kombinert med sorteringsbord for levendefisk
- Utblødningstank med rennende vann (1-2 stk for sortering på art)
- Sløyekar
- Skyllekar
- Transportrenner/ rør mellom posisjoner og ned i lasterom

Bom med vinsj for innsekking, løftekapasitet >1200 kg  
To snurrevadbinger på hekken  
Ønskelig med system for pumping av fisk for levering

#### *Linedrift*

Hydraulisk linekveiler komplett med skjerm, rekkerull (skråstilt), fiskeavtaker, børster og angelvasker  
Dobbeltsetter  
Enkel kveiler for haling av fløytiler/mediler  
Sløyelinje som beskrevet under snurrevad  
Fugleskremme (kjalkesnor) på trommel med elektrisk inn-/utkjøring

#### *Annet utstyr på dekk*

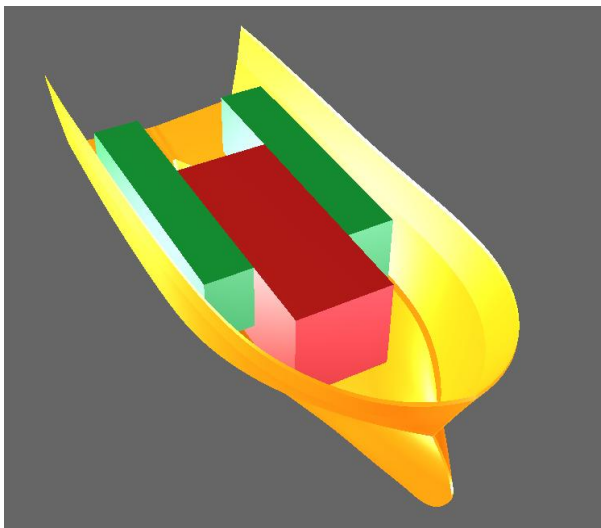
- Høytrykksspyler
- Uttak for saltvann til spyleslange og blødekar
- Uttak 220 V
- Slaveskjerm av kartplotter, radar
- Styreposisjon
- VHF-høytaler

#### *Maskineri*

- Hovedmaskin på minimum 500 HK
  - Forslag: Scania DI 16, 525 hk/1800 rpm
- Gir
  - Forslag: Nogva HC-258 for vribar propell
- Hjelpemotor. Størrelse avhengig av
- Automatisk brannvarsling
- Slukkesystem med inergen i motorrom
- Kameraovervåking

#### **Foreslått konsept**

På bakgrunn av reders kravspesifikasjon ble det utarbeidet et konsept med tre separate lasterom. Som vist på **Figur 2.3.1** er det tre separate lasterom der sentertank er den største.



**Figur 2.3.1.** Tanker i skrog. Tredelt løsning.

**Tabell 2.3.1.** Tankdimensjoner konsept 1.

Tank	Lengde (m)	Bredde (m)	Høyde (m)	Areal (m <sup>2</sup> )	Volum (m <sup>3</sup> )	Forhold areal/ volum	Kapasitet basert på 300 kg/m <sup>2</sup>	Kapasitet basert på 150 kg/m <sup>3</sup>
Senter	6	2,4	2,4	14,4	34,6	0,42	5040	5184
BB	6,6	1,2	1,7	7,9	13,5	0,59	2772	2020
SB	6,6	1,2	1,7	7,9	13,5	0,59	2772	2020
Total				30,2	61,5		10584	9223,2

Det er flere argumenter som taler for en slik tredelt løsning:

- Reders ønske om å kunne kombinere lagring av fisk i container med levendeføring
- Utnyttet mer av bredden ved at sidetankene er grunnere enn sentertank og således kan trekkes lenger til side uten å komme i konflikt med skrogets krumming.
- Sidetanker kan trekkes bak på siden av maskinrommet samtidig som sentertank kan trekkes lenger frem i forskipet.
- Alle tankbunner blir plane - maksin



**Figur 2.3.2.** 3-D-tegning av Case 1.

### 3.2 Case 2 - Lukket shelter med 6,5 bredde

Denne løsningen ble utviklet i samarbeid med reder på Andenes som vurderte nybygg innenfor lengdebegrensning på 15 meter. Hans forretningsidé var å drive snurrevad med mulighet for levendefangst og sløyving om bord. Han ønsket å ta utgangspunkt i løsningen over og fokusere på noen flere utfordringer:

- Adskilt fangst- og redskapsbehandling. Reder ønsket at all fangstbehandling skulle skje under dekk og all redskapsbehandling over dekk. Dette ble i stor grad begrunnet med HMS for mannskapet.
- Maksimere dekksplass på hoveddekk ved å sette tromlene opp på shelterdekk.



- Pumping av levende fisk ved hjelp av vakuum/trykk.

### Spesifikasjon case 2

#### *Skrog*

- 14,99 meter lengste lengde
- 6,5 meters bredde
- Aluminium foretrukket byggemateriale
- Luket shelterdekk
- Mulighet for føring av levende fisk med kapasitet på 5000 kg torsk
- Adskilte lasterom for lastning av død fisk i containere samtidig som en fører levende fisk i hovedtank, containerkapasiteten må være over 10 m<sup>3</sup>.

#### *Elektronikk*

- To separate kartsystemer: Olex og et annet (MaxSea eller lignende)
- 3 cm Radar med ARPA for tilknytting til elektronisk kart
- Ekkolodd
- AIS med sender og mottaker
- To stasjonære VHF med DSC
- PC med internettilgang
- Mobilt bredbånd (ICE)
- Autopilot
- Radio
- Skjermer for:
  - Ekkolodd
  - Radar
  - Kartplotter
  - Overvåkingskamera
  - PC
- Mobiltelefon GSM
- Satellitt-telefon (Iridium)

#### *Innredning/oppholdsfasiliteter*

- Tre lugarer
  - To med to køyer
  - En enkeltlugar på hoveddekk med sitteplass og skrivepult
- Bad med dusj og toalett
- Elektrisk varmtvannsbereder
- Garderobe med skap til arbeidstøy tørkefasiliteter for tøy og arbeidsklær samt håndvask ( gjerne med toalett)
- Messe med sitteplass til 4-5 personer
- Minst to kokeplater
- Stekeovn
- Mikrobølgeovn
- Kaffemaskin
- Tv med DVD i messe
- Trådløs internettilgang (ICE)

### *Snurrevaddrift*

Kombinasjonsvinsjer for snurrevaddtau

Forslag på hydrauliske vinsjer fra Hovde Mek: Kombinasjonsvinsj KV 5–25 / 8x32 (N25-150 Beregnet kapasitet 8x220 m wiretau – dimensjon 32 mm)

”Triplex” rekkehaler

- Forslag: Lormek NH3000, trekkraft 3000 kp, stående montert ved rekke på shelterdekk

Hydraulisk leggerull med eget sving og tiltsystem for fast oppheng i kran

- Forslag: Lormek LHN 750. trekkraft 750 kp

Knekkarmskran med vinsj. Løftekapasitet 800 kilo på strak arm for effektiv lossing av lasterom, lengde minst 7,5 meter. Denne brukes i hovedsak til leggerull, men må også kunne brukes ved lossing av fangst og lasting/lossing av linestamper, dekksutstyr og andre tunge komponenter.

Vakuumbank for pumping av fisk

Bløgge-/sløyelinje. Denne må sikre god flyt på råstoffbehandling og være ergonomisk utformet for å minimere arbeidsbelastning og løft av fisk. Det må være god kapasitet på utblødning i rennende vann og det er en fordel om fangsten kan sorteres på art under bløgging for å lette sortering ned i rom etter hvert.

- Bløggekar/ renne kombinert med sorteringsbord for levendefisk
- Utblødningstank med rennende vann (1-2 stk for sortering på art)
- Sløyekar
- Skyllekar
- Transportrenner/ rør mellom posisjoner og ned i lasterom

Bom med vinsj, løftekapasitet >1200 kg

To snurrevadbinger på hekken

Ønskelig med system for pumping av fisk for levering

### *Annet utstyr på dekk*

- Høytrykksspyler
- Uttak for saltvann til spyleslange og blødekar
- Uttak 220 V
- Slaveskjerm av kartplotter, radar
- Styreposisjon
- VHF-høytaler

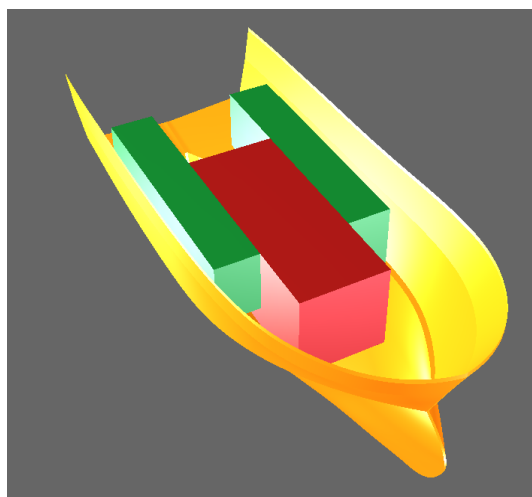
### *Maskineri*

- Hovedmaskin på minimum 500 HK
  - Forslag: Scania DI 16, 525 hk/1800 rpm
- Gir
  - Forslag: Nogva HC-258 for vribar propell
- Hjelpemotor. Størrelse avhengig av
- Automatisk brannvarsling
- Slukkesystem med inergen i motorrom
- Kameraovervåking

## Foreslått konsept med 3-D-illustrasjoner



**Figur 2.3.3.** 3-D-tegning av Case 2.



**Figur 2.3.4.** Lasteromsløsning Case 2.

I ”case 2” opprettholdes dimensjonene på sidetanker, og den effektive breddeøkningen legges inn i sentertanken. Ellers er den prinsipielle utformingen helt lik.

**Tabell 2.3.2.** Tankdimensjoner og kapasiteter Case 2.

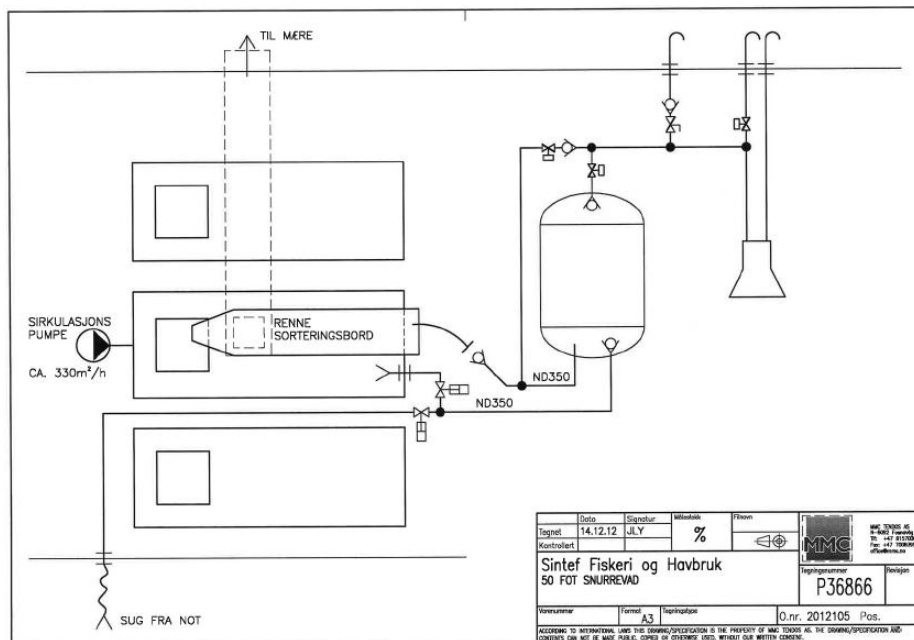
Tank	Lengde (m)	Bredde (m)	Høyde (m)	Areal (m <sup>2</sup> )	Volum (m <sup>3</sup> )	Forhold areal/ volum	Kapasitet basert på 300 kg/m <sup>2</sup>	Kapasitet basert på 150 kg/m <sup>3</sup>
Senter	6	2,9	2,4	17,4	41,8	0,42	6090	6264
BB	6,6	1,2	1,7	7,9	13,5	0,59	2772	2020
SB	6,6	1,2	1,7	7,9	13,5	0,59	2772	2020
Total				33,2	68,7		11634	10303,2

Vi ser av Tabell 2.3.2 at breddeøkningen gir en volumøkning i sentertank på 7,2 m<sup>3</sup> og en arealøkning på 3 m<sup>2</sup>. Dette betyr at en øker føringskapasiteten for levendefisk med om lag ett tonn i forhold til case 1 (Tabell 2.3.1).

For å kunne suge fisk ut av lasterom med hjelp av en vakuumsatt tank på dekk må en kunne trenge fisken sammen over utløpsventil. Dersom utløpsventil legges i tankbunn i forkant, kan dette løses ved å installere en gitterseksjon i bakkant av tanken som løper på fire hydraulisk drevne kjeder, to på hver side.

Prinsippet for systemet fremstilt i **Figur 2.3.5** er brukt i brønnbåter for føring av laks og ørret. Det baserer seg på at en har en tank på dekk som settes vakuum på. Tanken har et høyt innløp, slik at når den fylles med fisk kan en stenge klaffeventil uten fare for at fisk klemmes. Tanken er utstyrt med tømmerregulering i bunnen av tanken slik at fisken enten slippes rett ned i rommet på få sekunder, eller langsommere tømning over sorteringsbord.

Ved levering er det to alternativer: For levering i merd kan en suge fisk fra rommet og koble innsugningsslangen på utløpsventilen i tanken og slippe den ned i merd ved hjelp av tyngdekraft. Skal fisken leveres over kai må fisk suges opp fra lasterom til tank, innsugningsventil stenges, og tank trykkes for å pumpe fisken opp gjennom slange med silkasse. På denne tegningen er en leveringssslange til kai tegnet inn på styrbord side. Dette er mest kompatibelt med helhetskonseptet, men dersom det er ønskelig å gjøre alle operasjoner på styrbord side er dette mulig å justere.



**Figur 2.3.5.** Arrangementstegning av pumpesystem for levende fisk.

## Skrogegenskaper

### Fartøydاتا

De viktigste fartøydاتا for Snurr 50 er vist i Tabell 2.3.3.

**Tabell 2.3.3.** Hoveddata for Snurr 50.

<b>Snurr 50</b>	
Lwl	14,71 m
Lpp	13,3 m
B	5,83 m
Tap:	1,85 m
Tfp:	1,85 m
Tm	1,85 m
Sw	97,6 m <sup>2</sup>
Shekk (Sb)	2,38 m <sup>2</sup>
Atv	50,00 m <sup>2</sup>
D.vol	69,00 m <sup>3</sup>
Depl.	71,07 tonn
CB	0,482 -

## Fartsprognose

### Motstand

Til å beregne motstanden er ITTC og Marinteks standard prognose benyttet. Metoden forutsetter at motstanden til et fartøy kan deles i to: En restmotstand (virvel-, bølge- og bølgebrytningsmotstand) og en viskøs motstandsdel.

Den viskøse motstanden er gitt av den dimensjonsløse motstandskoeffisienten ( $C_V$ ) som kan uttrykkes som:

$$C_V = (1 + k_0)(C_F + \Delta C_F)$$

hvor

$k_0$  = formfaktor

$C_F = 0.075/(\log_{10}(R_n) - 2)^2$  = friksjonsmotstandskoeffisienten

$R_n$  = Reynolds tall

$\Delta C_F = (110.31(H \cdot V_S)^{0.21} - 403.33) \cdot C_F^2$

$H$  = skrogoverflatens ruhet i  $\mu$  ( $1\mu = 0.001$  mm)

$V_S$  = fartøyets hastighet (m/s) (1 knop = 0.5144 m/s)

På samme måte som for den viskøse delen, er restmotstanden gitt av en dimensjonsløs koeffisient ( $C_R$ ). Restmotstanden kan enten bestemmes med modellforsøk, beregnes med f.eks. CFD-analyser eller baseres på tilgjengelig data for andre fartøy med samme skrogform. For mindre fiskefartøy (under 50 fot) har det på grunn av kostnadene ikke vært vanlig å foreta modellforsøk for å bestemme motstand og propulsjonsegenskaper. Det finnes derfor lite tilgjengelig informasjon om restmotstanden til fartøy med samme størrelse og dimensjonsforhold som "Snurr 50".

På midten av 1980-tallet gjorde Torbjørn Digernes (FTFI) og Cheng Ming Yi en regresjonsanalyse av det som til da var tilgjengelige og relevante motstandsdata for fiskefartøy. Den enkleste av regresjonsformlene de utledet har siden blitt kalt "Digernes' formel". Svakheten med den er at det i materialet er mange fartøy med krysserhekk, mens de fleste fiskefartøy i dag lages med speilhekk.

I siste halvdel av 1980-tallet gjennomførte Marintek prosjektet "Moderne skrogformer for fiskefartøy" (MSF), hvor det ble gjort modellforsøk og beregninger av fartøy med bulb og lengder (LPP) fra 23 til 60 m. Resultatene fra prosjektet er godt dokumentert, men omfatter ikke så lave lengde/bredde-forhold som de som gjelder for "Snurr 50". Brukes disse dataene vil derfor motstanden bli noe underestimert.

I sin hovedoppgave "Prediksjon av fartøymotstand i stille vann" fra 1980, presenterer Kjetil Roaldsnes en rekke motstandsdata fra modellforsøk. Blant disse er et fartøy som har speilhekk (M-994), og med dimensjonsforhold som ligner på "Snurr 50". Det mangler bulb, men vurderes likevel som det best egnete, og vil bli brukt i prognosen.

I tillegg til disse to motstandsbidragene kommer også luftmotstanden fra overbygg og skrog over vannlinjen, samt appendiks og akterspeil motstand ("base drag").

Base-drag-koeffisienten er gitt som:

$$C_{BD} = 0.029(S_B/S)^{1.5} / C_F^{0.5}$$

hvor

$$S_B = \text{Areal av speilhekk (m}^2\text{)}$$

$$S = \text{Våt overflate av undervannskrog (m}^2\text{)}$$

Appendiksmotstandskoeffisienten ( $C_{TA}$ ) settes = 0.

Luftmotstandskoeffisienten beregnes som:

$$C_{AA} = 0.001 \cdot A_T / S$$

hvor

$$A_T = \text{projisert areal av fartøy over vannlinjen (m}^2\text{)}$$

Totalmotstandskoeffisienten for fartøyet kan da skrives som:

$$C_T = C_V + C_R + C_{BD} + C_{TA} + C_{AA}$$

Settes sjøvannets massetetthet ( $\rho$ ) = 1.025 (tonn/m<sup>3</sup>), er fartøyets motstand gitt som:

$$R_T = 0.5 \cdot C_T \cdot V_S^2 \cdot S \quad (\text{kN}) \quad (1\text{kN} = 9.81 \text{ tonn F})$$

Slepeeffekten er gitt som:

$$P_E = R_T \cdot V \quad (\text{kW})$$

$$P_E = R_T \cdot V_S \cdot 1.341 \quad (\text{Hk})$$

### *Hastighet*

For å finne hvilken effekt som er nødvendig for å gi en ønsket hastighet, må en kjenne fremdriftsmetodens totale virkningsgrad. For propell i dyse, eller åpen, vil en nøyaktig beregning kreve kjennskap til fartøyets medstrømsprofil i propellplanet, propellvirkningsgraden endrer seg med hastigheten.

På dette stadiet av designprosessen er det imidlertid nok å anta en realistisk totalvirkningsgrad for å få et godt estimat på effektbehovet. Inkluderes det mekaniske tapet mellom motor og propell i totalvirkningsgraden ( $\eta_T$ ), er fremdriftseffekten ( $P_B$ ) gitt som

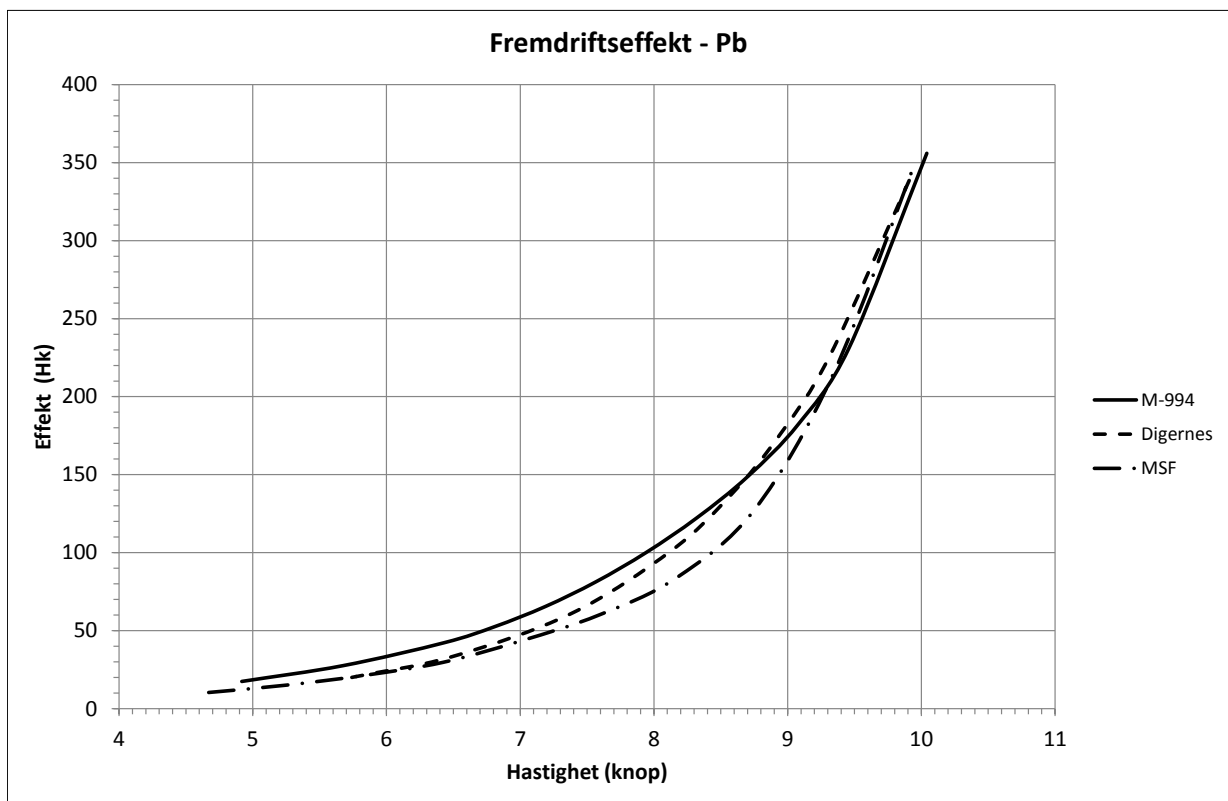
$$P_B = P_E / \eta_T$$

Med den moderne akterskipsutformingen som Snurr 50 har fått, er det realistisk å regne med en totalvirkningsgrad mellom 0.5 og 0.6. I våre beregninger har vi valgt å benytte  $\eta_T = 0.55$ . Estimert fremdriftseffekt for Snurr 50 er vist i Tabell 2.3.4.

**Tabell 3.3.4** Estimert fremdriftseffekt for Snurr 50.

V (knop)	Ct (-)	Rt (Tonn)	Pe (Hk)	Pb (Hk)
4.9	0.00884	0.288	10	17
5.7	0.00909	0.395	15	28
6.4	0.00957	0.534	23	42
6.8	0.01003	0.627	29	53
7.2	0.01062	0.740	36	65
7.6	0.01130	0.873	45	81
7.9	0.01204	1.025	55	100
8.3	0.01279	1.195	67	122
8.7	0.01360	1.389	82	149
9.1	0.01466	1.631	100	182
9.5	0.01644	1.984	127	231
10.0	0.02118	2.881	196	356

I Figur 2.3.6 er beregningsresultatene basert på  $C_R$  fra M-994 sammenlignet med resultatene fra Digernes og MSF.



**Figur 2.3.6.** Estimert fremdriftseffekt for Snurr 50 basert på tre forskjellige metoder.

## Sjøegenskaper

### Stabilitet

Sjøfartsdirektoratet vil kreve at det utarbeides en stabilitetsvurdering for Snurr 50. Mest sannsynlig vil konsulent/reder velge å bruke reglene i Nordisk Båtstandard, Fiskebåttillegg Y30. I henhold til disse må følgende krav oppfylles for dekkede fiskefartøy under 15 m (50 fot) for alle lastekondisjoner:

- 1) GZ ved 30° krengevinkel skal minst være 0.20 m
- 2) Max. GZ-verdi skal forekomme ved en krengevinkel større enn 25°
- 3) Lastekondisjonenes GM skal være minst 0.35 m.
- 4) Rettende arm (GZ) mellom 40° og 60° skal ikke være mindre enn 0.10 m.
- 5) GZ-kurven skal være positiv opp til en krengevinkel på 70° når alle lukningsmidler er forutsatt stengt.

Som basis for alle stabilitetsberegninger ligger fartøyets lettskipsdata. Dette er den samlede vekt og tyngdepunkts plassering av alt som inngår i skrog og innredning, og alt utstyr som er fastmontert og som brukes til håndtering av fiskeredskap og fangst.

Når et fartøy er ferdig bygget, fastlegges disse dataene vha. en krengeprøve, mens det på prosjektstadiet vil bli benyttet estimerte verdier fra lignende fartøy. Hvis et fartøy avviker mye fra kjente løsninger må en enten gjennomføre omfattende beregninger hvor alt som inngår i fartøyet blir summert sammen, eller en må akseptere en viss usikkerhet i tallene.

Det tallmateriale vi har til rådighet, inneholder ikke fartøy med så stor bredde som Snurr 50. Vårt estimat av lettskipsdata vil derfor være beheftet med noe usikkerhet. Det har vi forsøkt å forbedre med innhenting av data for fartøy bygget av Skogsøy båtbyggeri. De opplyser at deres to siste snurrevadfartøy på 50 fot har en lettskipsvekt på ca. 60 tonn med ballast på ca. 30 tonn! De er åpne fartøy med en bredde på kun(!) 5.9 m og har nota lagra på shelterdekk. I åpen versjon har Snurr 50 både på not og tautromler på hoveddekk. Det gir et lavere tyngdepunkt og mindre behov for ballast. I lukket versjon reduserer volumet i shelterdekket behovet for ballast, men i den versjonen er tautromlene på shelterdekk og hever tyngdepunktet noe.

Uansett må det legges inn ballast i Snurr 50. I forhold til å gjøre noen usikre beregninger av ballastmengden har vi valgt å beregne hvor lavt tyngdepunktet må være for å oppfylle kravene til den mest kritiske lastekondisjonen. Det vil etter vår mening gi en god nok indikasjon på "nivået" av nødvendig ballastmengde.

I vår vurdering av stabiliteten har vi tatt utgangspunkt i den lastekondisjonen som det er vanskeligst å oppfylle kravene for. Det er den som populært blir kalt for "Bomtur"-kondisjonen: Ingen last og kun 10 % av bunkerskapasiteten (+ redskapsvekter, mannskap og stores). Beregningene er gjort med programmet ShipShape fra Lodic.

Beregningene viser at for åpen versjon er den laveste, dvs. bestemmende verdi, på KGmax = 2.76 m. For lukket versjon er den laveste KGmax = 3.01 m. For å få flyttet tyngdepunktet ned



0.25 m trengs det ca. 6 tonn mer ballast. Skjønnsmessig vurdert vil ballastbehovet for den lukkede versjon ligge mellom 5 og 10 tonn, og for den åpne mellom 10 og 15 tonn.

### *Bevegelser*

Fartøyets bevegelser er beregnet for lastekondisjonen "Avgang havn, 100 % bunkers". I denne kondisjonen ville fartøyet klart seg uten ballast. Med (for) god stabilitet kan fartøyet få krappe rullebevegelser, så beregningene er gjort med og uten rulledempingstank. Det er også gjort beregninger av vertikale akselerasjon på styrbord (SB) side og på hekken for en. Beregningene er gjort med dataprogrammet ShipX fra Marintek.

Akseptable akselerasjoner og rullebevegelser er i henhold til NORDFORSK sine anbefalinger for tungt manuelt arbeid. Verdiene er såkalte RMS-verdier (standardavvik):

Vertikal akselerasjon	= 0.15 g
Horisontal akselerasjon	= 0.07 g
Rullevinkel	= 4.0 grader

Under forutsetning at snurrevadnota settes og tas inn under lav fart, er akselerasjonene på hekken godt under grenseverdiene. Det samme gjelder for akselerasjoner på SB-side.

Rullebevegelsene er relativt store uten rulledempingstank. Rulleperioden er ikke for kort, noe som gjenspeiler seg i lave akselerasjoner. Med rulledempingstank er kravene nesten oppfylt for bølger med peak-periode rundt 6 sekunder. For kortere bølgeperioder er kravene oppfylt.

### **Kommentarer skrogegenskaper**

Effektbehovet er som forventet for en bred 50 foter. Som en ser av Figur 2.3.6, spriker estimatene litt i 7–9 knops-området. Det er i dette fartsområdet bulben kan ha en viss effekt, så verdiene kan ligge litt under den prognosen vi har gitt. Effektbehovet ved maks hastighet (10 knop) er gitt av at fartøyet ligger i sin egen bølge. Effektbehovet ligger på ca. 350 Hk. Til sammenligning er installert motorytelse i Skogsøy båt sine 50-fotere på 525 Hk.

Sjøegenskapene til Snurr 50 må betegnes som gode, bredden og ballasteringen tatt i betraktning. Fartøyet har små hiv-bevelser i motsjø, og helt akseptable rullebevegelser i sidesjø når det benyttes rulledempingstank. Siden plasseringsmulighetene for rulledempingstanken er usikre, er det ikke gjort ytterligere beregning av effekten av økt størrelse eller høyere plassering. Begge deler vil forbedre rullebevegelsene ytterligere.

### **Utnyttelse av resultater**

SINTEF har vært i kontakt med tre båtbyggere som har fått tilgang til tegningsgrunnlaget. To redere har vært inne i prosessen og vurdert nybygg, men ikke gått for dette konseptet grunnet manglende finansiering hos den ene og beslutning om å bygge et større fartøy for den andres del. I dag inngår dette skrogdesignet i et nytt prosjekt der en reder fra Øksnes kommune ønsker et slikt fartøy med hybrid fremdrift for kombinasjonsdrift med fisketeiner og snurrevad. Det nye prosjektet blir gjennomført i samarbeid med Selfa Arctic i Trondheim og fører forhåpentligvis frem til et nybygg basert på kunnskap fremskaffet i dette prosjektet.

## 4 Parsnurrevad og not for økt ilandføring av levende torsk

Ansvarlig institusjon: Havforskningsinstituttet

Utarbeidet av: Bjørnar Isaksen, Kjell Midling og Odd Børre Humborstad

### 4.1 Bakgrunn

Fangst av levende torsk til mellomlagring og/eller oppfôring, har i all hovedsak blitt utført av flåtegrupper som varierer både i størrelse, fangstredskap og fangstområde. Den mest tallrike gruppen fisker i all hovedsak fra og med Trøndelagskysten og nedover til Sogn og Fjordane. Dette er mindre sjarker som kun benytter ruser og i mindre grad teiner. I tillegg er der et lite rusefiske etter ”juleorsk” langs Sørlandskysten. Typisk kvantum på årsbasis for disse fartøyene er fra noen få hundre kilo og opp til ca. 5 tonn. Rusefiske etter torsk for levende leveranse har foregått i flere tiår, og fangsten omsettes stort sett lokalt i området hvor den fanges.

Den andre gruppen som har fisket levende torsk, er fartøy fra 20 til 45 meter som fisker med snurrevad etter torsk i Lofoten, Vesterålen, langs yttersiden av Troms, og langs hele Finnmarkskysten fra Sørøya og til Varangerfjorden. Typiske leverte fangster på årsbasis har vært fra fem til 150 tonn per fartøy, og noen få årsfangster på over 200 tonn. De største kvanta levende torsk som har vært brakt på land, har derfor uten sammenligning kommet fra de store snurrevadfartøyene. Disse fangstene har i varierende grad vært mellomlagret for senere å inngå i filetproduksjon, eller oppfôret for salg som ferskvarer på sensommer/høst. Etter at store deler av spesielt de store torskeavhengige snurrevadfartøyene har strukturert flere kvoter inn på samme fartøy, er det ikke like innlysende i dag som for ti år siden, at disse kommer til å være hovedleverandører og like interessert i å levere levende torsk i merd i samme omfang som før. Fangst, føring og levering av levende fisk er tidkrevende. Med fullstrukturerte fartøy på torsk, hyse, sei, og for mange også sild, så stilles det et berettiget spørsmål om disse fartøyene har tid til å fange levende torsk, i alle fall i perioder hvor det er store kvoter av torsk og enn så lenge sild som skal bringes i land i løpet av en kort og hektisk vårsesong.

For om mulig å nå den langsiktige visjonen til fiskerinæringa om at opptil 30 000 tonn av den konvensjonelle torskekvoten skal bringes levende til land, er det ikke utenkelig at en stor andel av de mindre fartøyer med torsk som hovedkvote (ca. 2000 stk), også må kunne levere deler av sin kvote som levende torsk. Med faste kvoter for de fleste fartøygrupper, er det ikke usannsynlig at flere mindre kystfiskefartøy vil ønske å legge om til et redskap som kan levere levende fisk, og på sikt kunne tilfredsstille kommende krav til økt kvalitet på ilandbrakt fisk.

Et redskap som kan være aktuelt for denne flåtegruppen som består av svært mange mindre garn- og linefartøy, vil være snurrevad. For å kunne øke fangsteffektiviteten for denne gruppen til et akseptabelt nivå, vil et samarbeid mellom to små fartøy om bruk av snurrevad kunne kompensere for lav maskinkraft, begrenset taulengde og liten snurrevadnot. Fangstformen kalles parsnurrevad, og har fram til dags dato ikke har vært benyttet i Norge. I land som f.eks. England, Skottland og Canada har parsnurrevad vært benyttet som alternativ

til énbåts snurrevad. Dette er helt vanlig riggete snurrevad fartøy som driver énbåts snurrevad, men som kobler seg sammen og praktiserer parsnurrevad når forholdene ligger til rette. Parsnurrevad praktiseres av forskjellige fartøygrupper, fra små snurrevad fartøy i Canada og England, og opp til de middels store og store skotske snurrevad båtene. I Norge vil kystfiske fartøy fra 8-10 meter og oppover til for eksempel 15 meter ("Småsnurrevad") med fordel kunne drive parsnurrevad. Parsnurrevad er imidlertid ikke tillatt brukt i Norge ifølge dagens regelverk som klassifiserer parsnurrevad som partråling.

Mens fangst av levende torsk i stort omfang de siste to tiårene kun har foregått med snurrevad, så har notfangst av skrei og ikke minst torsk på næringsvandring på Finnmarkskysten, en lang historie. Fangst av torsk med not foregikk i mange år i Lofoten, og med til dels store fangster. Denne fangstformen ble imidlertid forbudt med Kongelig Resolusjon i 1959, i all hovedsak på grunn av skjevfordeling i fangstmengde og inntjening mellom redskapsgruppene. Fangst av torsk med not fortsatte på Finnmarkskysten, men ble forbudt også i dette området fra 1977. Også her var det forskjell i fangstmengde og inntjening som førte til forbudet. I dag er det faste kvoter innenfor de enkelte fiskeslagene, og det burde være likegyldig hvilke redskap som fanget kvotene, iallefall så lenge fangstsammensetningen holder seg godt innenfor de gitte minstemålsbestemmelsene. Under notfisket i Lofoten ble torsken håvet rett om bord og bløgget/sløyd, mens torsk fanget på Finnmarkskysten ble holdt i live i slepeposer fram til fisken kunne sløydes og henges på hjell.

I 2001 og 2002 ble det gjort spede forsøk på fangst av torsk med not (Isaksen et al. 2003), og med torsk fanget på 40 meters dyp oppnådde man svært god overleving. Not ble ansett å være et svært skånsomt redskap, og fisken som ble fanget på Øst-Finnmark i disse to årene, ble ansett å være langt mindre stresset enn en snurrevadfanget torsk. Fisken syntes å være mer vital, fordelte seg bedre vertikalt i føringstankene og krevde ikke samme grad av hvileareal for restitusjon. Dette ble forklart med lite tvungen svømming i notredskapet og en intakt svømmeblære.

Per i dag er not i likhet med parsnurrevad forbudt å bruke i torskefiskeriene, og dette har sin bakgrunn fra en tid da det var fritt fiske og bestanden var overbeskattet. For å få aksept for å benytte dette redskapet spesifikt under fangst av levende torsk til mellomlagring/oppføring, vil det være viktig å få til et samarbeid opp mot Fiskeridirektoratet v/ Utviklingsseksjonen.

Not er et svært effektivt redskap som kan gi store fangster av levende torsk på kort tid. En videreutvikling av notfiske til levendefangst har derfor et stort potensial. Dette bør en få utprøvd, ikke minst i dag hvor alle fartøy har faste kvoter, og hvor et effektivt redskap kan brukes uten at det går på bekostning av andre mindre effektive redskap.

### **Parsnurrevad: Historikk og forarbeid**

Parsnurrevad som redskapsform oppstod i Canada på slutten av 1960-tallet. Metoden ble først utprøvd på mindre fartøy som i all hovedsak drev med teinefiske etter hummer og skjellskraping. Disse fartøyene, som utgjorde en stor del av den mindre flåte både på øst- og vestkysten av Canada, hadde sine hovedsesonger, og i mellomtiden lå de inaktive i havn. For

om mulig å kunne utvide fangstsesongen, og da på andre arter, tok Industrial Development Branch, Department of Fisheries and Forestry, initiativ til et forsøk hvor to av disse små fartøyene gikk inn i et samarbeid om snurrevadfiske etter tunge og lysing (Rycroft 1969). Hver for seg hadde disse fartøyene for liten maskinkraft til å kunne operere en énbåts snurrevad. Med hjelp fra en erfaren skotsk snurrevadskipper, James Thomson, ble det på kort tid utviklet et spesielt snurrevadfiske i området rundt Newfoundland og Gulf of St. Lawrence, på plasser som Caraquet, Lameque og Shippagan i New Brunswick (David Tait, pers. kom). Fartøyene som konverterte til denne fangstformen var i all hovedsak fartøy mellom 35 og 45 fot, og med et framdriftsmaskineri som tilsa at énbåts snurrevad ville være vanskelig (50 til 70 Bhp). På kort tid spredte fangstformen seg til vestkysten av Canada, hvor det i 1972 var et titalls båter som hadde konvertert til parsnurrevad (King 1973). Fangstmetoden økte i omfang utover 1970- og 1980-tallet, men stagnerte i andre halvdel av 80-tallet på grunn av kvoterestriksjoner.

Fram til starten av dette prosjektet har ikke parsnurrevad vært noe tema i offisiell norsk fiskeriteknologi. Dette har sin bakgrunn i at parsnurrevad blir definert som partrål i norsk fiskerilovgivning, og for å drive partråling, må man ha trålkonsesjon.

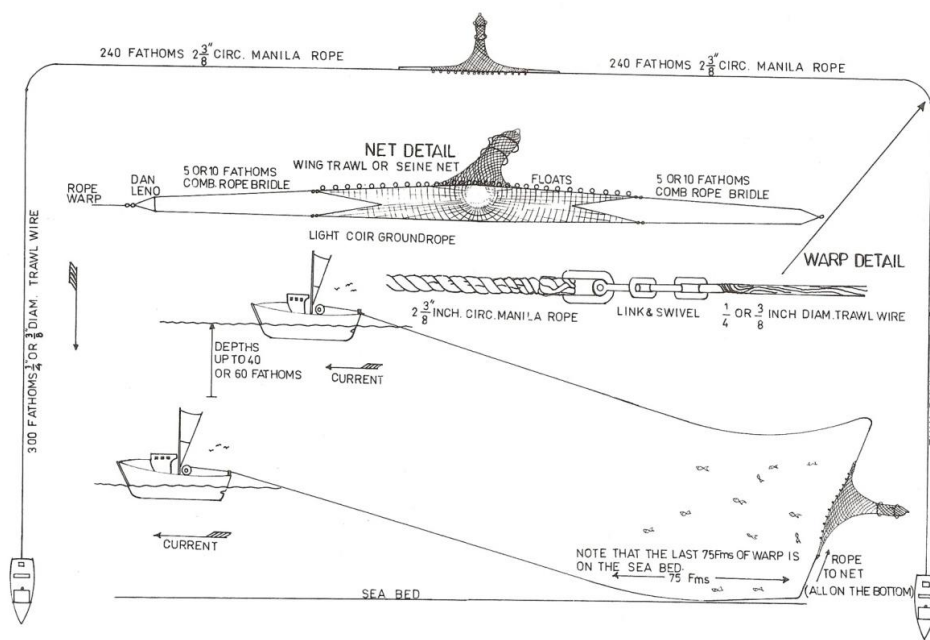
Ikke desto mindre har det over flere tiår vært drevet parsnurrevad i norske farvann. Skotske snurrevadbåter som opererer i norsk sone i Nordsjøen driver i all hovedsak med énbåts snurrevad. Men når fisket blir veldig slakt, hender det ofte at båtene går sammen og driver parsnurrevad. Det paradoksale er da at norske fartøy som driver énbåts snurrevad i samme område, ikke har samme mulighet. Dette ble veldig synlig da et titalls større nordnorske snurrevadfartøy fisket torsk i Nordsjøen forsommeren 1990 og 1991. Under et ellers slakt fiske oppnådde skotske fartøy som drev parsnurrevad akseptable fangster, mens norske snurrevadfartøy ikke fikk dispensasjon til å fiske i par, og måtte forlate området pga. ulønnsomme fangstrater.

I prosjektet her blir arbeidet på parsnurrevad i første rekke sett på som en form for teknologioverføring, og tilpassing av teknologi til norske forhold. Det ble derfor i februar 2010 tatt kontakt med David Tait, en skotte med bakgrunn i snurrevadflåten i Fraserburg, som hadde emigrert til Canada på 1970-tallet. Han hadde etter hvert blitt hovedleverandør av utstyr til den canadiske snurrevadflåten, og fungerte som kontaktperson mellom snurrevadmiljøene i Skottland og Canada på 1970-, 80- og 90-tallet. Kontakten ble også opprettet med tanke på en mulig studiereise. Samtidig ble det tatt kontakt med James Mair, Marine Laboratorium, Aberdeen, fiskeriteknolog med bakgrunn fra det skotske snurrevadfisket i den nordlige delen av Nordsjøen.

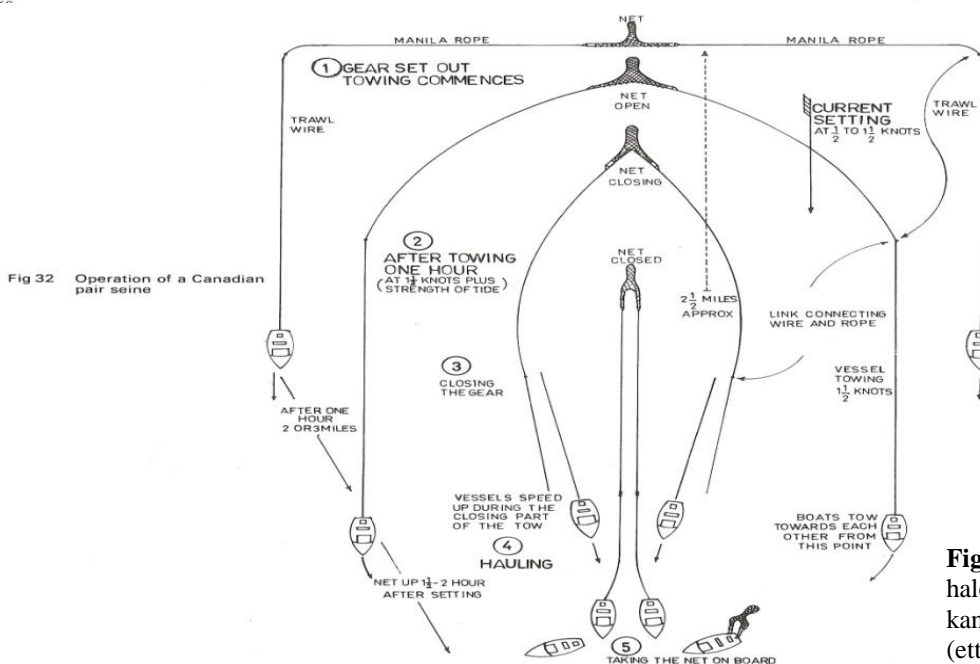
Tilbakemeldingen fra Canada var ikke spesielt oppløftende med hensyn til parsnurrevad. Rett nok var det flere titalls enheter parsnurrevad som hadde vært i sving på øst- og vestkysten av Canada. Men på grunn av kvoterestriksjoner på både flyndrearter og hvitfisk (torsk), hadde det ene paret etter det andre falt fra. Med introduksjon av større fartøy hadde også maskinkraften økt, og mange av de tidligere snurrevadfartøyene hadde konvertert til trål. Vår kanadiske kontakt var lite optimistisk med hensyn til studietur over til Canada, og anbefalte

heller en tur til Skottland. James Mair ved Marin Laboratorium var svært imøtekommende, men uttalte at norsk snurrevadteknologi var fullt på høyde med den skotske, og kanskje i forkant med hensyn til utstyr som var i daglig bruk om bord i fartøy. Etter en nøye avveining av verdi av studietur opp mot kostnad, ble denne delen av prosjektet skrinlagt.

Prosjektet med fangst av levende villfisk ved hjelp av parsnurrevad er derfor i all hovedsak basert på illustrasjoner og tekst gitt i Thomson 1989 og Ashcroft 1986, samt den korrespondansen prosjektleder har hatt med de to navngitte snurrevadekspertene over. Illustrasjon og kort forklaring av sette- og halemønsteret er gjengitt i figur 2.4.1 og 2.4.2. Bortsett fra selve grunnprinsippet i kanadisk parsnurrevad, så ble alt annet som for eksempel tau, snurrevadnot, taunokker og tromler for lagring av tau, samt kraftblokk beholdt som under vanlig fiske med énbåts snurrevad i Norge. Modifisering ble foretatt etter hvert som dette ble ansett nødvendig.



**Figur 2.4.1.** Rigging og settemønster for kanadisk parsnurrevad (etter Thomson 1989).



**Fig 32** Operation of a Canadian pair seine

**Figur 2.4.2.** Sette- og halemønster for kanadisk parsnurrevad (etter Thomson 1989).

## 4.2 Materiale og metode

### Fartøy

I likhet med pilotforsøk med parsnurrevad i Canada på slutten av 1960-tallet, så var teknologiprojektet på levende fisk interessert i få innleid to fartøy mest mulig lik med hensyn til lengde, tyngde (deplasement) og maskinkraft.

Det var kun et parlag tilgjengelig i den fartøygruppen som prosjektet var tiltenkt å betjene. De to fartøyene "Rubin" (Figur 2.4.3) og "Vesterbøen" (Figur 2.4.4) hadde tidligere deltatt i et partrålforsøk etter hyse (Larsen og Rindal 2011) og hadde innarbeidet en viss rutine med hensyn til å kunne trekke redskap i fellesskap. De to fartøyene ble innleid til forsøk i både 2010 og 2011, etter separate anbudsrunder de to årene.

#### *Fartøyspesifikasjoner:*

Navn:	MS "Rubin"	MS "Vesterbøen"
Registeringsnr.	F-3-BD	F-92-BD
Kallesignal	LK8820	LM2819
Lengde o.a.	14.04 m	14.95 m
Bredde	5.02 m	4.79 m
Brt	24	24
Hovedmaskin	360 Bhp	310 Bhp
Byggeår	2005	1985
Bulkrom	45 m <sup>2</sup>	25 m <sup>2</sup>

Til tross for svært ulik design og ikke minst alder, var fartøyene relativt lik med hensyn til lengde, bredde, deplasement og maskineri. Føringsrommene for levende fisk var imidlertid svært forskjellig, med nesten dobbel så stor kapasitet hos "Rubin" som "Vesterbøen".

### Redskap

#### *Parsnurrevad – bunn*

De to fartøyene var utrustet med litt forskjellig bruk. I 2010 fisket "Rubin" med en 150 maskers "Polar Blue" Refa-not, mens "Vesterbøen" benyttet en 120 maskers Selstad-not. Begge snurrevadnøtene var rigget med "skjørt" som hadde en høyde på henholdsvis 80 cm og 50 cm fra "grunnsabb" til fiskeline. Begge snurrevadene var rigget med vekt tilpasset énbåtssnurrevad (80–110 kg negativ vekt). I 2011 ble det kun benyttet en ny 150 maskers "Polar Blue" (Refa-not) som etter at forsøkene startet, ble utstyrt med fire ekstra 6 kg-kjettinger fordelt nede på bunnsabben.

Begge fartøyene hadde kun kapasitet for, og benyttet fem kveiler 28 m/m standard Selstad snurrevadtau (à 210 meter). Tauene ble tatt inn over nokke-vinsjer og lagret på tromler. I samtlige hal som ble utført i 2010 og 2011 ble det benyttet kvadratmaskeposer på ca. 140 m/m maskevidde.

### *Parsnurrevad – pelagisk*

I og med at fartøyene tidligere hadde deltatt i forsøk med pelagisk partrål etter hyse som står i fløy, så var de svært interessert i å få prøvd en helt standard snurrevad tauet pelagisk og i dyp som en vanligvis finner hyse på sommeren/ettersommeren. Vekter og Spektra-tau som var benyttet under partrålforsøkene i 2009, ble tatt om bord, og benyttet under de første offisielle forsøkene med snurrevad tauet pelagisk.



**Figur 2.4.3.** MS "Rubin", ett av to fartøy som deltok i forsøk med parsnurrevad i 2010 og 2011.



**Figur 2.4.4.** MS "Vesterbøen", ett av to fartøy som deltok i forsøk med parsnurrevad i 2010 og 2011.

### **Instrumentering**

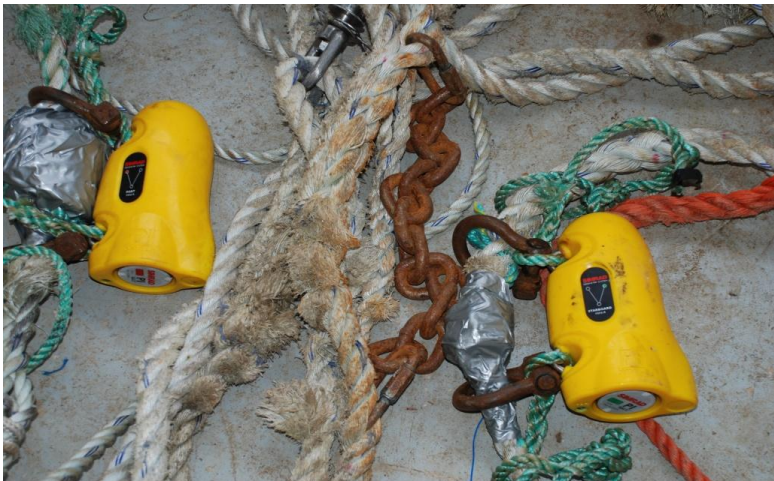
For å oppnå mest mulig symmetri under tauing av snurrevad, og ikke minst kunne hive tau fra to forskjellige båter samtidig, ble utprøving av redskapssensorer sett som et svært viktig punkt i forsøkene. Tre forskjellige system ble mobilisert og tatt om bord i fartøyene:

- A) Scanmar Scanbas, med avstandsmålere, høydemåler for bruk på headline samt modifisert vinkelmåler til bruk som bunnkontakt, som brukt på "Trønderkari" 2004 (Isaksen og Saltskår 2005) (Figur 2.4.5).
- B) SIMRAD PI50; med 1) geometrimålere som angir avstand fra vingspiss til midt på head line (Figur 2.4.6) (2010 og 2011) og 2) akustisk bunnkontakt-sensor (2011). Signaler fra sensorene ble i 2010 mottatt ved hjelp av slepemikrofon montert i en uttriggerbom (Figur 2.4.7) i 2011 også ved hjelp av bunnmontert hydrofoner (Marport)

C) MARPORT; tråløye. Begge fartøyene hadde anskaffet tråløye til bruk under forsøkene med partrål i 2009. Utstyret ble mobilisert til forsøk med pelagisk snurrevad på slutten av forsøkene i 2011 (figur 2.4.8).



**Figur 2.4.5.** "Hjemmelaget" bunnkontaktsensor med vinkelcelle som viser om bunnsabb letter fra bunnen.

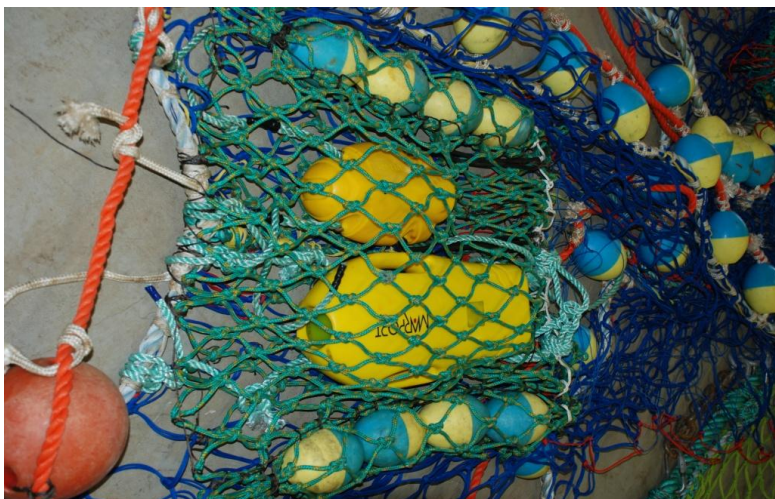


**Figur 2.4.6.** PI Mini-transpondere for geometrimålinger; montert på babord og styrbord vingspiss.



**Figur 2.4.7.** Utriggerbom for tauing av paravan og slepemikrofon for mottak av signaler fra PI redskapssensorer.





**Figur 2.4.8.** PI geometrimåler sammen med MARPORT tråloye montert på headline.

### **Forsøksmetodikk**

Forsøkene med parsnurrevad var i første rekke tiltenkt snurrevadfartøy, hvor begge kunne benytte sine respektive redskaper. Det ble imidlertid også ytret ønske om å teste en metodikk som kunne tenkes benyttet i et samarbeid mellom et snurrevadfartøy og et garn-/linefartøy som hadde mindre mulighet for fangst av levende fisk, men som hadde bulkrom som med mindre modifikasjoner kunne benyttes til føring av levende torsk. Utprøving av pelagisk snurrevad var i denne sammenheng en bonus i forsøksopplegget. Følgende metoder inngikk i forsøksopplegget i 2010 og 2011:

- A) Redskaper ble satt ut som under ordinært snurrevadfisk med ett fartøy, men tauet fram av to fartøy, side om side med hver sin tauarm. Etter at nota var gått sammen, ble tauarm fra ”hjulfartøy” overlevert til ”hovedfartøy”, som så heiv til seg sitt eget bruk som under ordinært snurrevadfiske.
- B) Redskaper ble satt ut fra ett fartøy. Tauene ble satt parallelt med ca. 300 meters avstand, og snurrevaden ble tauet fram som vist i figur 2.4.2.
- C) Selve snurrevad ble satt fra ett fartøy (hovedfartøy), mens styrbord og babord tau ble satt fra henholdsvis hjulfartøy og hovedfartøy. Denne metoden er lik det som ble benyttet i kanadisk parsnurrevad.
- D) Pelagisk parsnurrevad ble utført på samme måte som C), men med kortere tau, og med 35-40 kg vekt i sammenkobling mellom Spektra slepetau og snurrevadens sveiper. Snurrevad ble tauet i ca. 40 -50 meters dyp med 1.5-2.5 knops fart.

### **Gjennomføring**

Det første forsøket ble utført i perioden 21. til 29. april 2010. På grunn av langvarig dårlig vær, fikk vi kun to døgn som kunne benyttes til forsøk, resten av perioden forløp med landligge. Det ble gjort to snurrevadtrekk med metode A på dag én, og to trekk med metode B på dag to. Forsøkene ble utført på Finnskallen, ca. halvannen times stiming ned av Båtsfjord. Begge dagene gav godt over tre tusen kilo levende torsk for hver av båtene. Fangsten ble satt inn i flatbunmerder for mellomlagring.

Også i 2011 ble det et lite forsøksvolum, delvis på grunn av dårlig vær, dels på grunn av hydraulikkproblemer om bord på ett av fartøyene rett før forsøksstart. Forsøksperioden ble derfor delt opp i to, med uttesting av SIMRAD PI-system benyttet på énbåts snurrevad i første periode, og to hal med parsnurrevad som beskrevet over i pkt C) i andre periode. I andre periode ble fartøyene også rigget for å kunne taue pelagisk parsnurrevad, med tilpassing av Marport tråløye og skifte av slepetau fra 28 millimeters snurrevadtau til 12 millimeters Spektra-tau. Samtlige forsøk ble utført i området ved Finnskallen. Fangst fra forsøkene i 2011 ble delvis levert levende over kai, dels som konvensjonell behandlet fisk, sløyd og hodekappet.

#### **Not**

Not har vært nevnt som ett av alternativene for skånsom fangst av villtorsk til levende lagring. Forsøk på fangst av torsk med not i regi av Havforskningsinstituttet og NOFIMA i perioden 2002-2012, har vist at det er vanskelig å treffe rett tidspunkt for et notforsøk med en på forhånd bestemt toktperiode. De siste forsøk hvor det har vært fanget torsk med not var i 2002 (Isaksen m.fl. 2003). I perioden 2010-2011 ble det arbeidet tett opp mot Fiskeridirektoratet om en løpende tillatelse til fangst av levende torsk, slik at fartøyene kunne starte fangst på kort varsel dersom det skulle dukke opp høvelige forhold for notfangst. Til tross for to ”stand-by”-fartøy, allokert personell som kunne dra om bord på under ett døgn varsel, så har det vist seg vanskelig å få gjennomført en liten periode med fangst av torsk med not, delvis på grunn av tilgjengelighet (pelagisk hyse) eller fordi engasjerte fartøy måtte prioritere annet fiskeri.

Vurdering av not som redskap til fangst av levende hyse og torsk ble videreført i et nytt forprosjekt i FHF (startet i 2012), ”Levende hyse og torsk fanget med snurpenot, FHF prosjektnummer: 900806 og refereres kun summarisk her. I 2012 ble det gitt dispensasjon for det generelle forbudet mot bruk av not til fiske etter torsk og hyse (som i 2010 og 2011). I 2012 rakk vi bare å gjennomføre et kort tokt (2 dager) for å teste bruk av not etter hyse (MK Korsnesfisk - F-290-A). Forsøket foregikk i slutten av august, bare to uker før skipper og eier av Korsnesfisk, Jens Chr. Kristoffersen, døde. Kristoffersen var svært sentral for forsøkene. Resten av forsøkene ble utsatt til 2013, hvor dispensasjoner foreligger og toktene starter i juni.

### **4.3 Resultater**

#### **Forsøk 2010**

Under første forsøk med parsnurrevad i 2010 var det redskapen til MS ”Vesterbøen” som ble satt. MS ”Rubin” lå stand by ved blåsa inntil ”Vesterbøen” hadde satt ut babord tau. Fartøyene tauet deretter redskapen sammen, samtidig som de holdt en avstand på 40-50 meter. Det viste seg ganske raskt at en snurrevad beregnet for énbåtsfiske var altfor lett, og bare små justeringer av pådrag om bord på ett av fartøyene påvirket farten ganske mye. Det ble også antydnet at varierende tauefart påvirket snurrevad slik at den løftet fra bunnen og dermed ble ytterligere lettere å taue.

Etter at tauene var gått sammen, gikk båtene sakte inn mot hverandre til ca. ti meters avstand. Ved hjelp av kasteline ble styrbord tau overført fra ”Rubin” til ”Vesterbøen” som startet hiving

av tau på ordinær måte. Fangsten på ca. 3500 kg ble tatt om bord på ”Vesterbøen”. I hal nummer to ble prosedyren gjentatt, men nå med ”Rubin” som hovedfartøy. Halet forløp om lag som første hal, og med varierende tauehastighet som største problem. En fangst på ca. 4200 kg ble tatt om bord, derav ca. 3500 kg som levende. Resten ble sløyd og hodekappet.

Under det andre forsøket i 2010 ble metode B) benyttet, og med bytte av redskap som under første forsøk. Etter at begge tauene var satt ut, tauet fartøyene parallelt med 250-300 meters avstand i ca. 15 minutter før de begynte å nærme seg for å gå snurrevad i sammen. Tauingen forløp uten noen vesentlige problemer. Det viste seg imidlertid litt vanskeligere å taue snurrevaden helt symmetrisk enn tilfelle var når båtene kun opererte med en avstand på 30-40 meter. Problemer med varierende tauefart ble ikke noe mindre under disse to halene med stor avstand mellom fartøyene.

Av instrumentering var det kun SIMRAD sitt PI-system som ble benyttet, mest på grunn av beskaffenhet, men også på grunn av beskjedent plassbehov i ellers trange rorhus (PC-basert). Mottakshydrofon for signaler fra PI-sensorene fungerte absolutt tilfredsstillende, med et relativt stabilt signalmottak. Uten PI-målerne ville snurrevad til tider blitt skjevdratt, med redusert fangsteffektivitet som resultat (Figur 2.4.9).



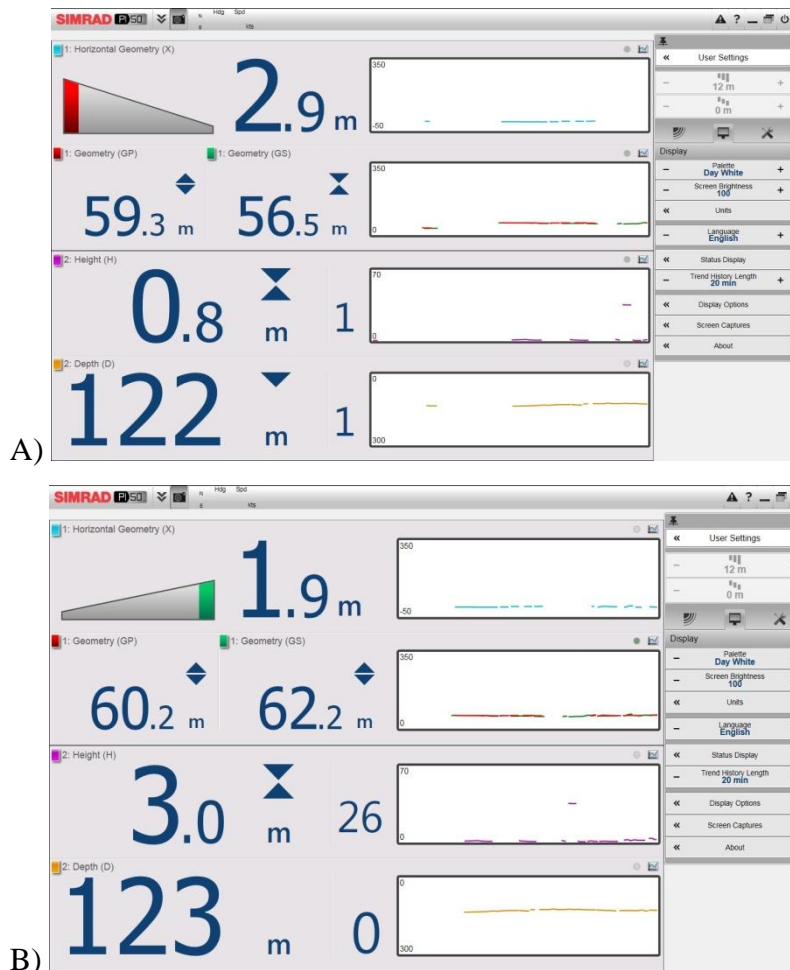
**Figur 2.4.9.** Skjerm bilde fra SIMRAD-PI-kabinett viser en avstand fra midten av head-line til babord vingespiss på 51.8 meter, mens avstand til styrbord vingespiss er 53.3. Det betyr at styrbord vinge ”går” foran babord vinge.

### Forsøk 2011

Det ble benyttet en helt ny 150 maskers not under forsøkene i 2011. Før nota ble tatt i bruk, ble den utstyrt med fire ekstra kjettinger à 6 kg.

Med kun ett av fartøyene disponibelt i første periode, ble tiden benyttet til en mer inngående utprøving av SIMRAD PI-utstyr som i 2011 var oppgradert med en PI Seine Sounder. Denne kombinerte bunnkontaktsensoren for not og snurrevad måler sikker avstand ned mot 20 cm ved hjelp av en liten høyfrekvent ekkoloddsvinger. Bunnkontaktsensoren og geometri-sensorene ble testet i fire hal om bord på ”Rubin”. Bunnkontaktsensoren montert midt på fiskelina fungerte meget bra, og gav raskt beskjed om nota fulgte bunnen eller lettet. (Figur 2.4.10 A). Etter to tauinger ble nota justert med ytterligere vekt.

Signalgangen mellom redskap og fartøy var ikke fullt så god som året før. Årsaken til dette var mest sannsynlig at den bunnmonterte mottakshydrofonen ikke plukket opp signaler like godt som en slepemikrofon senket ned til langt under kjøl nivå. Etter tre hal ble uttriggerbom og slepemikrofon mobilisert, og signalgangen var igjen tilfredsstillende (Figur 2.4.10 B).



**Figur 2.4.10.** Skjerm bilde av A) litt skeiv snurrevad med babord vingelitt foran styrbord vingel, fiskelinen 0.8 meter over bunnen (samme høyde som skjørt; snurrevad følger bunnen). B) Styrbord vingelitt foran babord vingel, Snurrevad har løftet seg fra bunnen, fisk som står foran redskapen ned ved bunnen vil unnslippe under skjørtet. Begge skjerm bildene fra samme hal (se tidslinjer på A og B).

I andre del av forsøkene i 2011 ble innsatsen konsentrert rundt den originale metoden med kanadisk parsnurrevad, med et ”hovedfartøy” som satte not og babord tau, og et ”hjulfartøy” som fikk overlevert flyndre med sveiper, og kun satte styrbord tau. ”Vesterbøen” fungerte som hovedfartøy i første hal, ”Rubin” som hovedfartøy i andre hal.

Etter at fartøyene hadde funnet registreringer av fisk, gikk hovedfartøy i posisjon for setting av not. Styrbord sveiper med ”flyndre” ble koblet i en blåse og kastet på havet. Sveipene ble deretter gått sakte ut samtidig som hjelpefartøyet plukket opp blåsen og koblet sin tauarm fast i flyndra på sveipene. Hjelpefartøyet ble liggende i ro mens hovedfartøyet satte not og babord sveiper. Så snart hele nota og sveiper på begge sider var i sjøen, startet setting av tau. Fartøyene gikk ut tauene parallelt med ca. tre kabellengders avstand. Det ble deretter tauet i

ca. 15 minutter med samme avstand før de gikk mot hverandre for å gå nota sammen. Så snart nota var sammen startet hiving av tau. Dette viste seg å være den vanskeligste manøveren under hele halet. Snurrevadtau er ikke merket på samme måte som trålwire, og det var fra tid til annen vanskelig å vite om nota ble dratt inn jevnt eller svært skjevt. Forskjell i normal hivehastighet for de to båtene gjorde ikke hivingen lettere.

PI-systemet fungerte absolutt tilfredsstillende under selve halet og fram til man begynte å hive inn tau. Fra og med dette stadiet og inntil alt av tau var tatt inn, var det bare sporadiske signal som ble plukket opp av slepehydrofonen, mest på grunn av at fartøyene nå lå i ro og hydrofonen dreide rundt i alle retninger. Med mye propellvann rundt båten var det dessuten vanskelig å motta signaler via den bunnmonterte hydrofonen.

*Pelagisk parsnurrevad* var ikke definert som en del av det offisielle forsøksopplegget, men ble initiert av mannskapene om bord i de innleide snurrevadfartøyene. De hadde tidligere vært med på et forsøk med partrål for mindre fartøy, og var nå svært nysgjerrig på hva man kunne forvente ved bruk av snurrevad og en helt annen fangstteknikk – overlisting kontra overkjøring av hyse som stod ”i fløyt”. Det ble derfor utført et totimers hal rett ned av Finnskallen i 25 til 30 favners dyp. Tauefarten ble variert mellom 1,5 og 2,5 knop. Snurrevaden var på ingen måte rigget for pelagisk tauing, og dårlig tilpassing av sveipelengder gjorde nok sitt til at redskapen var svært ømfintlig for fartsendringer. Ved 1,5 knops fart oppnådde redskapen en høyde på ca. 10-11 meter, men den ble redusert til 6-7 meter når farten ble økt til 2,5 knop. Med optimal rigging ville høyden neppe ha forandret seg så mye som i dette tilfellet. Setting og haling av tau, not og vekter var uproblematisk. Uten at det var antydning til registreringer av fisk på ekkoloddene eller tråløyet under tauingen, så gav forsøket en fangst på 8-10 hyse på 48+ cm, ved bruk av 140 millimeter kvadratmaskepose.

#### **4.4 Diskusjon**

Forsøkene med parsnurrevad utført i dette prosjektet er de første i sitt slag i offentlig regi i Norge. Om ikke forsøksvolumet ble så stort som man kunne ha ønsket seg, så viste materialet tydelig at parsnurrevad for mindre fartøy kan være en metode til effektiv fangst av levende torsk til mellomlagring/oppfôring. I og med at fangstformen gir levendefisk på lik linje med annet snurrevadfiske, er det dessuten sannsynlig at den mindre flåte som i dag ønsker å forbedre kvalitet på ilandført fisk, vil kunne få et redskap som bidrar til dette. Det største hinderet for en slik utvikling er dagens lovgiving som likestiller parsnurrevad med partrål. Forsøkene i 2010 og 2011 har vist at med relativ liten innsats, og litt omstilling, er det fullt mulig å utøve flere former for parsnurrevad. Dersom det åpnes opp for samarbeid mellom to fartøy i torskefiskeriet, vil forskjellige varianter av redskapsformen kunne benyttes på en rasjonell og effektiv måte. Metoden bør imidlertid i første omgang promoteres som et driftsalternativ for mindre kystfiskefartøy, med maks lengde 15 meter (”Småsnurrevad”).

I våre forsøk forløp utprøvingen uten de store problemene med selve teknologien. I og med at begge fartøyene var kommersielt drevne snurrevadfartøy, var setting og hiving av tau uproblematisk, likeledes setting av not. De største usikkerhetsmomentene i forsøksperiodene

var hvordan ”kommando”-linjene var definert. Skal man drive i parlag må en av båtene være ”master” – mens den andre båten må være ”slave”. Dette var ikke like opplagt under forsøksstart. Etter noe tid ble det bestemt at babord fartøy i parlaget skulle være master, først og fremst på grunn av at det var dette fartøyet som satte selve snurrevadnota.

Redskapsinstrumentering i snurrevad har aldri tatt av, men i et fiske med parsnurrevad vil det være en absolutt fordel å kunne ha et verktøy som viser hvorledes redskapen blir påvirket av tauefart og ikke minst av posisjonen som de to fartøyene har i forhold til hverandre. Behovet for instrumentering vil først og fremst være til stede ved oppstart av et slikt parfiske. Redskapssensorene i PI-systemet, med akustisk bunnkontaktsensor og geometrimåler som grunnpakke, vil uten tvil være viktige beslutningsverktøy under fiske både med énbåts snurrevad så vel som med parsnurrevad (Ramberg 2006).

Den første og kanskje enkleste form for samarbeid som kan defineres som parsnurrevad, er der hvor ett av fartøyene er fullt utrustet med snurrevad, og det andre fartøyet er rigget for garn, line eller jukse. I et slikt samarbeid kan snurrevadfartøyet sette not, enten som et vanlig sett, eller i et sett med ”bredere” tau og hvor fartøyene tauer parallelt i en viss tid før nota går sammen. Med passende utrustning kan begge fartøyene ta del i føring av levende fisk.

Den andre metoden med to godt utrustede snurrevadfartøy gir flere alternativer for driftsmønster. I tillegg til metoden over, vil originalmetoden utviklet i Canada være den som egner seg best. Med godt utstyr vil man uten tvil kunne forbedre effektiviteten betraktelig siden tauetiden kan økes i perioder med slakt fiske. Men kanskje det største potensialet med parsnurrevad ligger i et fiske på dypere vann enn det hver av båtene klarer å operere på dersom de hadde drevet hver for seg. Med god utrustning og fem kveiler tau på hver trommel, vil fartøyene kunne sjakle sammen tauene og få opp til ti kveiler på hver side av snurrevad. Dette vil uten tvil forbedre fangsteffektiviteten når fisken står på dypt vann om høsten. For kystflåte som har kvote på blåkveite, vil et lag som fisker parsnurrevad med ti kveiler tau på hver side, ha et svært rimelig alternativ til for eksempel line.

Forsøkene i 2010 og 2011 ble ikke utført under med de mest aktuelle forutsetningene for bruk av parsnurrevad. Teknologien er tiltenkt benyttet under forhold med lite fisk. Under våre forhold var dette knapt et tema. Rikelig tilgang på torsk resulterte imidlertid i en annen problemstilling, nemlig for store fangster fra tid til annen med enkelbåts snurrevad. Store fangster for små båter kan være en betydelig risiko for fartøy og/eller mannskap. I slike tilfeller vil et samarbeid mellom to fartøy være å foretrekke (HMS-betraktninger).

#### **4.5 Konklusjon**

Parsnurrevad som fangstform vil øke fangsteffektiviteten under torskefiske hos en flåtegruppe som i vanlig fiske med snurrevad sliter med problemer og lav effektivitet på grunn av korte tau, liten not og knapp maskinkraft for å trekke snurrevaden. Forsøkene utført i 2010 og 2011 viste med all tydelighet at metodikken som ble utviklet/tatt i bruk i Canada på slutten av 1960-tallet, med små modifikasjoner kan tas i bruk av små snurrevadfartøy i Norge

(”Småsnurrevad” < 15 m). Taulengde kan fordobles, og det kan og bør benyttes en større og tyngre not. Redskapsinstrumentering vil sikre at redskapen opprettholder optimal fasong under fangstoperasjonen, noe som er spesielt viktig når det fiskes med fartøy med forskjellig lengde og tyngde. Pilotforsøk i prosjektperioden har også vist at en modifisert parsnurrevad-teknikk mest sannsynlig ville kunne benyttes pelagisk i fløyt fisket etter hyse på sommer/ettersommer. Under alt fiske med snurrevad inntreffer det situasjoner med til dels store fangster. Et samarbeid mellom to fartøy vil derfor være ønskelig ut fra HMS-hensyn. Parsnurrevad blir betraktet som partrål i norsk fiskerilovgivning, men vil, med utsikter for et friere redskapsvalg, kunne bli en aktuell fangstform for den mindre kystflåte som sliter både med kvalitetsproblemer (garn) og lav inntjening (line).

## Takk

En stor takk rettes til skipper, mannskap om bord på ”Rubin”, ”Vesterbøen”, ”Kildin” og ”Bernt Oskar”. Mikal Steffensen og Geir Willhelm Wold takkes for diskusjoner og god hjelp med utvikling av kravspesifikasjon. Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond og forskningskoordinator Eirik Sigstadstø takkes for oppdraget. Styringsgruppen, representert ved Andre Reinholdtsen, Gerd Sollid, Magne Mjånes, Tor Bjarne Stabell og Bjørnar Jonassen, takkes for gode diskusjoner, innspill og konstruktiv kritikk underveis. Takk rettes også til vitenskapelig personell som har bidratt på ulike vis i prosjektet: Anne-Britt Skaar-Tysseland, Bente Karin Ulvestad, Bjørn Totland, Jan Tore Øvredal, Jostein Saltskår, Michael Pennington, Rolf Erik Olsen og Ronny Jakobsen.

## REFERANSER

- Ashcroft, B.A. (1986) Pairseining trials on Grimsby anchor vessels. Technical report No 226, Industry Development Branch, Sea Fish Industrial Authorities.
- Bosakowski, T., & Wagner, E.J. (1994). Assessment of fin erosion by comparison of relative fin length in hatchery and wild trout in Utah. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 51(3), 636-641.
- Brown, J.A., Watson, J., Bourhill, A., & Wall, T. (2008). Evaluation and use of the Lactate Pro, a portable lactate meter, in monitoring the physiological well-being of farmed Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Aquaculture* 285, 135-140.
- Cañon Jones, H.A., Hansen, L.A., Noble, C., Damsgård, B., Broom, D.M., & Pearce, G.P. (2010). Social network analysis of behavioural interactions influencing fin damage development in Atlantic salmon (*Salmo salar*) during feed-restriction. *Applied Animal Behaviour Science*, 127(3), 139-151.
- Claireaux, G., Webber, D.M., Lagardere, J.-P., & Kerr, S.R. (2000). Influence of water temperature and oxygenation on the aerobic metabolic scope of Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Journal of Sea Research* 44, 257±265.
- Davis, M.W. (2010). Fish stress and mortality can be predicted using reflex impairment. *Fish and Fisheries* 11, 1-11.
- Davis, M.W., Olla, B.L., & Schreck, C.B. (2001). Stress induced by hooking, net towing, elevated sea water temperature and air in sablefish: lack of concordance between mortality and physiological measures of stress. *Journal of Fish Biology*. 58, 1–15.
- Espmark, Å.M.O., Humborstad, O.-B., & Midling, K.Ø. (2012). Pumping av torsk og laks, faktorer som påvirker velferd og kvalitet. Rapport/Report 6/2012.

- Humborstad, O.-B., Davis, M.W., & Løkkeborg, S. (2009). Reflex impairment as a measure of vitality survival potential of Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Fishery Bulletin*, 107:395-402.
- Humborstad, O.-B., Isaksen, B., Midling, K.Ø., Saltskår, J., Totland, B., & Øvredal, J.T. (2010). Optimal føringskapasitet og velferd for levende, villfanget torsk Del 2: Praktiske forsøk - uttesting av etasjeskiller for økt hvileareal. *Nytt fra Havforskningen* nr. 1-2010.
- Ingólfsson, Ó.A. & Kristinsson, K.P. (2001). Áhrif þrýstings í botnvörpupoka á aflagæði. Icelandic Fisheries Laboratories project report. 47 pp.
- Isaksen, B. og Saltskår, J. (2005). Utvikling av snurrevadfiske etter vassild. UTV-observasjoner av dypvanns snurrevad og atferd hos skolest og vassild. Oppdragsrapport til rederiet "Trønderkari". Rapport fra Havforskningsinstituttet, januar 2005.
- Isaksen, B., & Midling, K.Ø. (2013). Fangstbasert akvakultur på torsk – en håndbok.
- Isaksen, B., Saltskår, J. og Totland, B. (2003) Fangst av levende torsk med not og snurrevad. Resultater fra forsøksfiske med not og snurrevad etter vill torsk til oppdrettformål, april–juni 2002. Oppdragsrapport til Aqua Marin Fisk AS, Båtsfjord, SND-Finnmark. Havforskningsinstituttet, 15. april 2003, Bergen.
- King, F. (1973) Progress Report of Canadian Pair Seining. Industrial Development Branch. Fisheries and Marine Environment Service, Ottawa.
- Larsen, R.B. og Rindahl, L. (2011) Pelagisk partrål etter hyse på kysten av Øst-Finnmark for flåten under 15 meter. Er flytetrål et alternativ til fløyline for selektivt fiske for flåten under 15 meter. Sluttrapport til Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond. Prosjekt nr. 900277.
- Midling, K.Ø., Aas, K., Tobiassen, T., & Akse, L., Isaksen, B., Løkkeborg, S., & Humborstad, O.-B. (2005). Fangstbasert havbruk - mellomlagringsløsninger for den mindre kystflåten. Rapport/Report 22/2005.
- Midling, K.Ø., Evensen, T.H., & Kristiansen, F. (2008). Levende hyse. Overlevelse, utmattelse og restitusjon hos hyse fanget med snurrevad. Restitusjon og forløp av rigor mortis post mortem. Rapport/Report 31/2008.
- Olsen, S.H., Tobiassen, T., Akse, L., Evensen, T.H., & Midling, K.Ø. (in press). Capture induced stress and live storage of Atlantic cod (*Gadus morhua*) caught by trawl: consequences for the flesh quality. *Fisheries Research* (in press).
- Ramberg, K. (2006). Highly effective trawl instrumentation – a contribution to sustainability. Presented at Nor-Fishing Technology Conference 2006. Trondheim, Norway, 7-8 August 2006.
- Rycroft, J. (1969). Canadian Pair Seining Experiments 1969. Fishing Operation Section, Industrial Development Branch, Fisheries Service, Department of Fisheries and Forestry, Ottawa.
- Sæther, B.S., Noble, C., Humborstad, O.-B., Martinsen, S., Velivulin, E., Misimi, E., & Midling, K.Ø. (2012). Fangstbasert akvakultur. Mellomlagring, oppføring og foredling av villfanget fisk. Rapport/Report 14/2012.
- Schurmann, H., & Steffensen, J.F. (1997). Effects of temperature, hypoxia and activity on the metabolism of juvenile Atlantic cod. *Journal of Fish Biology* 50, 1166-1180.
- Sundnes, G. (1957). On the transport of live cod and coalfish. *Journal du Conseil International de l'Exploration de la Mer* 22, 191–196.
- Thomson, D.B. (1989) Pair trawling and pair seining. The technique of Two-Boat Fishing. *Fishing News Book*. September 1989.
- url: <http://www.imr.no/filarkiv/2013/01/handbok.pdf/nb-no>
- url: [www.matis.is/media/utgafa/Verkefnaskyrsla\\_15-01.pdf](http://www.matis.is/media/utgafa/Verkefnaskyrsla_15-01.pdf)
- Westavik, H., & Grimsmo, L. (2011). Rapport fra tokt med snurrevadbåten "Gunnar K", 22. mars 2011. SINTEF rapport; SFH80 A115051.