

Rapport

Sluttrapport AP2: Skånsom ombordtaking og oppbevaring av snurrevadfanget fisk før avliving

Visualisering av konsept for oppbevaring av fisk før bedøving

Forfattere

Ulf Erikson, Svein Helge Gjøsund, Manu Sistaga, Harry Westavik, Mats Heide, Leif Grimsmo og Hanne Digre



Foto: W. Ona, C-Flow

SINTEF Fiskeri og havbruk ASPostadresse:
Postboks 4762 Stuppen
7465 TrondheimSentralbord: 40005350
Telefaks: 93270701fish@sintef.no
www.sintef.no/fisk
Foretaksregister:
NO 980 478 270 MVA

Rapport

Sluttrapport AP2: Skånsom ombordtaking og oppbevaring av snurrevadfanget fisk før avliving

Visualisering av konsept for oppbevaring av fisk før bedøving

EMNEORD:Fiskeri
Snurrevad
Ombordtaking
Lagring av levende fisk**VERSJON**

Versjonsnummer

DATO

2013-01-29

FORFATTER(E)

Ulf Erikson, Svein Helge Gjørund, Manu Sistaga, Harry Westavik, Mats Heide, Leif Grimsmo og Hanne Digre

OPPDRAGSGIVER(E)

Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond

OPPDRAGSGIVERS REF.

Rita Maråk

PROSJEKTNR

6020284

31 +7 vedlegg

SAMMENDRAG

Denne sluttrapporten for AP 2 i prosjektet "Automatisk fangstbehandling av hvitfisk på snurrevadfartøy" sammenfatter aktiviteter av ulike art gjennomført i prosjektperioden. Det er utarbeidet et forslag til en standardisert metode for å observere fangst og måle bevegelse og posisjon av redskap under hiving og innhaling. Metoden baserer seg på bruk av sensorer festet til redskap og utfylling av ulike skjema ved ombordtaking av fangsten. Videre er det gitt noen resultater fra forsøk hvor en har studert ombordtakingsoperasjonen på snurrevadfartøy. Det er avholdt en intern workshop (idedugnad) ved SINTEF Fiskeri og havbruk hvor ulike sider av ombordtaking, og det å holde fisken levende fram til bløgging ble diskutert. Formålet var å samle nødvendig informasjon som et beslutningsgrunnlag for å utarbeide ulike konsepter for kortvarig levendelagring av fisk. Basert på ideene fra workshop'en og intervju med flere fiskere er det utarbeidet skisser av tre ulike konsepter for levendelagring av fangst: (1) Ombordtaking med sekking eller trykk/vakuumpumping. Fisken overføres til kar på dekk eller tank under dekk, (2) Fisken pumpes om bord fra snurrevad i åpen sjø, alternativt via en lagringsenhet, også i åpen sjø, hvor fisken holdes levende inntil bløgging umiddelbart etter ombordtaking, og (3) Snurrevaden trekkes inn i et slusekammer hvor fangsten frigjøres i en vannfylt tank om bord.

UTARBEIDET AV

Hanne Digre

SIGNATUR**KONTROLLERT AV**

Ida Grong Aursand

SIGNATUR**GODKJENT AV**

Marit Aursand

SIGNATUR**RAPPORTNR**

A23928

ISBN

978-82-14-05566-5

GRADERING

Åpen

GRADERING DENNE SIDE

Åpen

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
4	2013-01-20	Endelig versjon

Innholdsfortegnelse

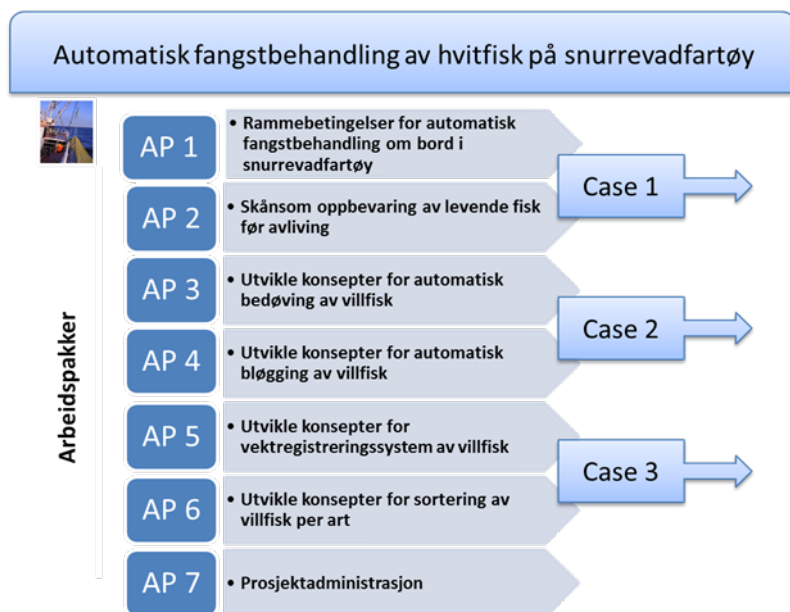
1	Bakgrunn.....	4
1.1	Mål	5
1.2	Milepæler.....	5
1.3	Aktiviteter i AP 2	5
2	Innledning.....	7
2.1	Forutsetninger for skånsom oppbevaring av levende fisk om bord	7
2.2	Snurrevadfiske	7
2.3	Ombordtaking av fangst.....	8
2.4	Sortering om bord.....	10
2.5	Levendelagring om bord	11
3	Metode for å måle bevegelser til en snurrevadnot under fangstprosess.....	13
3.1	Innledning	13
3.2	Protokoll for toktet	14
3.3	Innsamling av data om bord	15
3.4	Sensorer som sender informasjon i sanntid	17
4	Ombordtaking av levende fisk.....	20
4.1	Muligheter og begrensninger med pumping av fisk for mindre snurrevadfartøy under 20 m ...	20
4.2	Innledende forsøk mht pumping vs sekking	21
5	Oppbevaring av levende fisk før bløgging	23
5.1	Intervju med et mottaksanlegg for levende torsk	23
5.2	Workshop: Overordnede konsept for oppbevaring av levende fisk om bord eller i sjøen.....	23
5.3	Kapasitetsbetraktninger rundt levendelagring om bord på fartøy.....	24
6	Konseptuelle løsninger for overføring og oppbevaring av fisk om bord før bløgging	26
7	Litteraturreferanser.....	30

BILAG/VEDLEGG

Vedlegg 1: Skipperskjema bru
Vedlegg 2: Forskerskjema bru
Vedlegg 3: Forskerskjema fisk
Vedlegg 4: Forskerskjema fisk Lengde-Vekt
Vedlegg 5: Intern workshop: Ulike faktorer relatert til snurrevadfiske
Vedlegg 6: Skisser av mulige komponenter og løsninger i forskjellig faser
Vedlegg 7: Skisse av fleksibelt container-/karbasert system for mindre fartøy.

1 Bakgrunn

Dette er sluttrapporten i arbeidspakke 2 "Skånsom ombordtaking og oppbevaring av snurrevadfanget fisk før avlaving" i prosjektet "Automatisk fangstbehandling av hvitfisk på snurrevadfarøy" (FHF-prosjekt 900526). Prosjektet har fokus på utvikling av teknologiske løsninger for å bedre helse, miljø, sikkerhet, fangstkvalitet og effektivitet om bord på snurrevadfarøy. FoU-arbeidet er organisert i 6 arbeidspakker, se Figur 1.



Figur 1. Illustrasjon av prosjektets 7 arbeidspakker.

Automatisering av fangstbehandling, herunder automatisk bedøving og bløgging av fisk, er et av de viktigste tiltakene næringen selv har påpekt for å styrke konkurranseevnen og sikre rekrutteringen. For å kunne ha levende fisk ved bløgging, som er en forutsetning for optimal utblødning av fisk, må man ha et system som legger til rette for dette. Enhetsoperasjoner som inngår i denne arbeidspakken er ombordtaking og oppbevaring av levende fisk.

Det er kjent at produktkvaliteten på snurrevadfanget fisk kan bedres dersom en sørger for bedre utblødning. God utblødning oppnås ved å bløgge fisken levende eller innen omlag en halv time etter død, det vil si før blodet i fisken får anledning til å koagulere. Dagens system, hvor fangsten ofte tømmes i en mottaksbinge uten vann fører til at en stor andel fisk er døde ved bløgging. Det er derfor nødvendig å utvikle et nytt konsept/system som legger til rette for dette. Enhetsoperasjoner som inngår i Arbeidspakke 2 (AP2) er ombordtaking og oppbevaring av levende fisk om bord. De påfølgende operasjonene bedøving og bløgging dekkes av henholdsvis AP 3 og AP 4 i prosjektet. Merk spesielt at med 'oppbevaring om bord' mener vi her oppbevaring av relativ kort varighet, maksimalt inntil hele fangsten er bløgget og prosessert. Dette betyr at temaer som levendetransport av fisk og fangstbasert havbruk ikke dekkes i dette prosjektet.

Sentrale begreper som benyttes for å evaluere kortvarig oppbevaring av fisk om bord er: fiskeatferd (fiskevelferd), håndteringsstress, overlevelsesgrad, og hvorvidt konseptet kan påføre fisken skader. Alle de planlagte aktivitetene har blitt koordinert med andre prosjekt som pågår innenfor dette temaet.

1.1 Mål

Hovedmålet med prosjektet er:

Å utvikle automatiserte fangstbehandlingslinjer for mer effektiv prosessering av fisk som gir bedre arbeidsforhold for fiskerne, økt kapasitet og bedre fiskekvalitet.

Prosjektet har følgende delmål:

- *Etablere et sett av rammebetingelser for at utvalgte og representative snurrevadfartøy skal fungere optimalt med en høyest mulig grad av automatisert fangstbehandling*
- *Skånsom oppbevaring og overføring av levende fisk før avliving*
- *Tilpasse eksisterende bedøvelsesmetoder for villfisk*
- *Utvikle konsepter for automatisk bløgging av villfisk*
- *Utvikle vektregistreringssystem for fisk ombord*
- *Utvikle sorteringssystem pr art om bord*

Denne rapporten fokuserer på delmål:

- *Skånsom oppbevaring og overføring av levende fisk før avliving*

1.2 Milepæler

De oppsatte milepælene for AP2 var:

- 1: Konseptuelle løsninger for levendelagring om bord på to ulike fartøy
- 2: Avklare muligheter og begrensninger for ombordtaking av fisk
- 3: Beskrive målemetodikk for økt kunnskap om innhalingsprosessen

1.3 Aktiviteter i AP 2

Følgende aktiviteter var planlagt inn i arbeidspakke 2:

A2.1. *Måling og observasjon av pose og fangst under hiving/innhaling.*

Hensikten var å øke kunnskapen og forstå hva som skjer med fisken under fangst. Det skulle innhentes evt. kjent kunnskap innenfor området.

Aktuelle målinger:

- Dybde som funksjon av tid. Det vil gi informasjon om stighastighet under innhaling
- Tiltemålinger som måler vertikal vinkel på sekken
- Utvikle metode for å få kunnskap om oppdriftsegenskaper avhengig fangstvolum
- Hvor stor del av fangsten får sprenget svømmeblære, luftmengde i fisk under stigning.
- Tar sikte på videoovervåking av fisk under fangsting og innhaling. Dette vil gi viktig informasjon om fiskeatferd, og oppførsel av redskap.

Resultatene fra denne aktiviteten er rapportert i kap 3 og i delrapport 3 i prosjektet (Digre med flere, 2013).

A2.2. Ombordtaking av levende fisk med hovedvekt på mindre fartøy.

Denne aktiviteten skulle sees i sammenheng med FHF-prosjektet 900304 "Pumping og velferd", for å forhindre overlappende forsøk.

Aktiviteter som inngikk her var:

- Avklare muligheter og begrensninger for bruk av pumping for mindre fartøy
- Innledende studier mht. evaluering av pumping vs sekking, sett i sammenheng med hele den automatiske fangstbehandlingslinjen. Det planlegges en egen søknad/prosjekt som skal fokusere på pumping av hvitfisk fra trål- og snurrevadfartøy. Dette er ønskelig fra rederne.

Resultatene fra denne aktiviteten er rapportert i kap 0 og i delrapport 1 (Westavik & Grimsmo, 2011), delrapport 2 (Westavik & Grimsmo, 2012) og i delrapport 3 i prosjektet (Digre med flere, 2013).

A2.3. Oppbevaring av levende fisk om bord

I snurrevadflåten er det i hovedsak 2 typer fartøy som benyttes – kombinasjonsfartøy hvor både hvitfisk og pelagisk fisk fangstes og rene snurrevadfartøy som benyttes kun til fangsting av hvitfisk. Det vil være ulike utfordringer mht oppbevaring av levende fisk om bord på disse fartøyene, samt at lengden på båten har avgjørende betydning.

- a) Større moderne fartøy har stor tankkapasitet og full fleksibilitet mht. overføring mellom tanker.
- b) Mindre fartøy har liten tankkapasitet og i utgangspunktet liten fleksibilitet. Her vil flerbruk av samme volum være sentralt; Containerbasert tanksystem og/eller seksjonerbare (flyttbare skott, skyveskott, hevebunn m.m.) tanker gir fleksibilitet mht. anvendelse av samme tank til flere formål.

Aktiviteter som inngikk var:

- Innhente kjent kunnskap fra bl.a. fangstbasert akvakultur for å kunne skissere konseptuelle løsninger for levendelagring av fisk før avliving om bord på snurrevadfartøy
- Konseptuelle løsninger for ett case for hver gruppe skal skisseres:
 - Case 1: Levendelagring om bord på mindre fartøy. Oppbevaring av fisk i tank/container vil være aktuelt.
 - Case 2: Levendelagring om bord på større fartøy. Prosessflyt og tankkapasitet mht fangstmengde vil være sentralt.

Resultatene fra denne aktiviteten er rapportert i kap 0 og kap 0.

2 Innledning

2.1 Forutsetninger for skånsom oppbevaring av levende fisk om bord

Det er gjennomført intervjuer/telefonsamtaler med redere og skippere på snurrevadbåter for å diskutere ulike forhold rundt fangst, ombordtaking og prosessering av fisk om bord. I tillegg er det gjennomført tre tokt med to av snurrevadfartøyene i prosjektet, hvor systemer for ombordtaking og oppbevaring av levende fisk ble vurdert. Resultatene fra disse toktene er rapportert i egne delrapporter (Westavik og Grimsmo, 2011; Westavik og Grimsmo, 2012; Digre med flere, 2013). Selv om levendeføring av fisk ikke er et tema i dette prosjektet, er det likevel nyttig å se på hvordan dette fungerer i dag og et mottaksanlegg for levende torsk er derfor kontaktet for å høre om deres erfaringer.

Følgende prosesser er *a priori* vurdert som viktige for best mulig overlevelse av fisk:

- Hiving av snurrevad
- Ombordtaking av fangst
- Sortering om bord
- Levendelagring om bord (fram til avliving og bløgging)

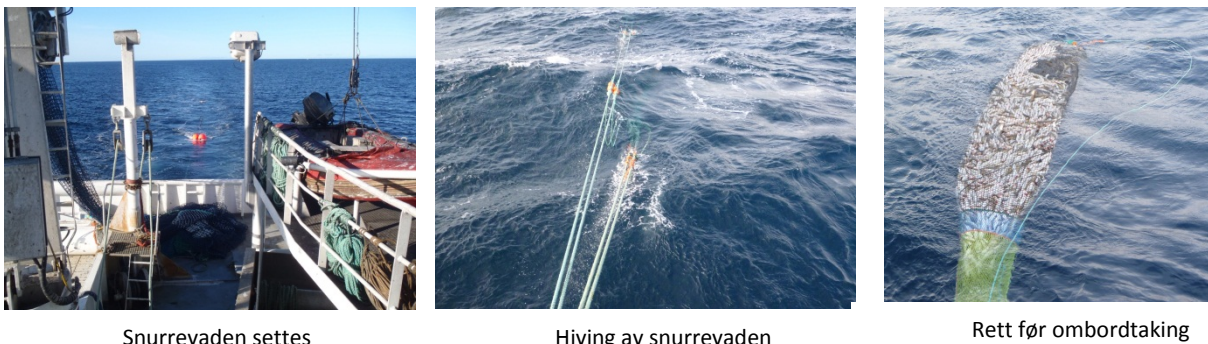
2.2 Snurrevadfiske

Noen operasjoner i snurrevadfiske er illustrert i Figur 2. Fangstoprasjonen i seg selv kan påvirke fiskens overlevelsessevne. Skader, oksygenmangel og andre store påkjenninger kan føre til utmattelse og dårligere muligheter for fisken til å overleve. Gjennom hele perioden med haling av snurrevaden blir fisken utsatt for stress i ulik grad, alt avhengig av en rekke faktorer knyttet til fangstoprasjonen (Digre med flere, 2010a). Når hivingen starter strammes tauene opp og vingene klemmes sammen. Fisken som svømmer foran belgen blir etter hvert utmattet og ført, eller 'slipper seg', bakover til sekken.

Ved avsluttet fiske løftes snurrevaden opp fra havbunnen etter hvert som mer av taulengden blir tatt inn på vinsjene. Når belgen løftes opp, synker trykket og luften i fiskens svømmeblære utvider seg. Svømmeblæra hos fisken sprenges ved en (rask) trykkreduksjon på 60 % når fisken ikke er i stand til, eller rekker, å regulere trykket selv ved å kvitte seg med lufta (pers med Bjørnar Isaksen, Havforskningsinstituttet). Denne evnen er artsspesifikk. For eksempel sei har større problemer med å kvitte seg med luft sammenliknet med torsk. Til slutt under hivingen blir oppdriften så sterk at belgen "spretter" opp til overflaten. Fra hvilket dyp og med hvilken hastighetsøkning oppstigningen skjer, er ikke dokumentert. I følge Midling med flere (2006) vil ikke all fisk kunne kompensere for det fallende trykket ved hal dypere enn om lag 20 meter. Da sprekker svømmeblæra slik at gassen fyller bukhulen. Når belgen har kommet opp til overflaten, vil fisken som ikke har blitt kvitt lufta bli liggende øverst med buken opp. Den øvrige delen av fangsten har sannsynligvis fått sprengt svømmeblæra og kvittet seg med gassen fra bukhulen. De er derfor i stand til å svømme nedover og holde seg nede i sjøen. Dermed har de bedre forutsetninger for å overleve. Fisk med buken opp på toppen av fangsten vil antakelig etter hvert få problemer med å overleve på grunn av oksygenmangel.

Spørsmålet blir da; hva kan fiskerne gjøre under selve fangstoprasjonen for at fisken skal overleve lenge nok slik at fangsten får best mulig kvalitet? Svaret på dette spørsmålet er forskjellig avhengig av hvem som

blir spurt, noe som tyder på at det ikke er etablert en "beste praksis" for dette. Noen sier at de hiver redskapen sakte for å gjøre det mest mulig skånsomt, mens andre sier at de tvert imot øker hastigheten for å redusere tiden som fisken blir belastet og derfor øker andelen overlevelse. I en utredning for Vitenskapskomiteen for mattrygghet (VKM) anbefales det i levendefiskhal å redusere hivehastigheten med 40 – 50 % på slutten av halet for at fisken skal kvitte seg med mest mulig gass i bukchulen (Isaksen med flere, 2004). Fiskerne forteller imidlertid at selv om de gjør ting på samme måte, kan resultatet bli forskjellig fra gang til gang. Det vil si at det kan være andre faktorer som også påvirker resultatet. Dette kan være fangstdybde, strømningshastighet, værforhold, sesong, åteforhold, fiskens kondisjon, fiskestørrelse og eventuelt andre forhold. Et forhold som alle er enige om er at ved store hal stiger snurrevaden fort opp til overflaten uten at det er mulig å kontrollere oppdriften.



Figur 2. Bilder som illustrerer snurrevadfiske. Foto: SINTEF Fiskeri og havbruk

2.3 Ombordtaking av fangst

Når fangsten er brakt inn til skutesiden er det viktig å få fangsten hurtigst mulig om bord. Dette gjelder spesielt under dårlig vær og ved høye bølger da fisken under slike forhold vil bli vasket frem og tilbake i redskapet i havoverflaten. Ombordtaking skjer ved "sekking" eller vakuumpumping. Dette påfører fisken store påkjenninger, i tillegg til det fisken allerede er utsatt for gjennom fangstoperasjonen og trenging ved skutesiden. Jo lenger tid ombordtakingen tar, jo større blir påkjenningen på den gjenværende fisken i fangsten.

De fleste båtene i dag tar fisken om bord ved sekking. Dette gjøres ved at siste del av nota snurpes sammen til et begrenset volum (opp til 500 - 600 kg fisk) – "sekken". Denne heises om bord med resten av redskapet liggende i sjøen langs skutesida. Sekken åpnes i enden og tømmes i mottaksbingen. Åpningen låses, snurpetauet løsnes og sekken føres tilbake til sjøen for ny fylling til hele nota er tømt og fangsten brakt om bord. Klem- og slagskader på fisken vil kunne oppstå under sekking. Slike skader kan reduseres ved at man bruker lerret i bunnen av sekken. Fisken blir da liggende i vann under ombordtakingen og kan dermed bli mer skånsomt behandlet. Ulempen er at ombordtakingskapasiteten blir redusert. Spesielt ved dårlig vær/høy sjø er dette uheldig da den gjenværende fisken i nota blir påført betydelige belastninger når fisken "tørkes" under hver sekkeoperasjon.

Rundt 10-15 større snurrevadfartøy har i løpet av de siste to årene gått over til vakuumpumping for ombordtaking av snurrevadfangstene. "Gunnar K" fra Myre er en av båtene som har installert pumpe for dette. I løpet av de siste årene har det vært en betydelig reduksjon i antall mottaksanlegg for hvitfisk og de gjenværende har fått en økende produksjonskapasitet. For fiskeflåten betyr dette at anleggene ønsker rask levering av fangstene for utnyttelse av sin kapasitet. Dette har ført til at lossing ved pumping av fisk fra fiskefartøy har blitt mer etterspurt. Det har også vært prosjektert anlegg for vakuumbasert ombordtaking og trykklossing på kombinasjonsfartøy med snurrevaddrift ved hjelp av et "modifisert hevertsystem". Dette er et laste- og losseprinsipp basert på prinsippene benyttet i brønnbåtnæringen. Pumpen blir erstattet med et trykklastesystem (henholdsvis under- og overtrykk i laste- og lossetanker). I lastetankene ombord lastes fisken ved å danne undertrykk. Lossingen foregår gjennom å trykksette tankene. Et slikt system er levert av MMC Tendos og installert på ringnotfartøyet "Christina E" og har vist seg å være meget skånsomt for fisken (Aursand med flere, 2011). En viktig utfordring med å bruke et slikt ombordtakingssystem for snurrevadfangster er imidlertid at fangsten (levendefisk) går rett på tankene. En vil da ikke få mulighet til å grovsortere fangsten idet den kommer om bord, og det må utvikles nye løsninger for å få gjort dette, enten i tanken eller eventuelt innføre en ny operasjon. I et pågående prosjekt "Teknologiutvikling for fangst, håndtering og føring i fangstbasert akvakultur" (FHF-prosjektnr 900293) er det tatt utgangspunkt i et lite fartøy (15m), hvor problemstillingen ble forslått løst ved at mottaksbingen ble lukket og brukt som et rent vakuumkammer. Mottaksbingen åpnes og fisken blir fortløpende sortert før man pånytt suger inn et parti med fisk. Fisken er her tenkt enten oppbevart levende eller slaktet, og deretter sortert til ulike containere etter størrelse og art (til 2 siderom).

Også ved pumping blir fisken utsatt for stress og fysisk belastning. Hvorvidt vakuumpumping er mer skånsom enn tradisjonell sekking er avhengig av den totale belastningen fisken blir utsatt for. Ved større hal kan pumping være mer effektivt, men dette må ses i sammenheng med kapasiteten til prosesslinja om bord. Som ved sekking må pumpehastigheten tilpasses mottakskapasiteten om bord. Dersom båten ikke kan ta om bord hele fangsten på en gang kan det være mulig å holde fangsten levende i sjøen. Slik det fungerer i dag har imidlertid dette en begrenset effekt på grunn av belastningen som påføres fisken, spesielt under høy sjø. Ombordtaking av fangsten ved sekking og pumping er vist i Figur 3.



Sekking av snurrevadfangst Foto: SINTEF
Fiskeri og havbruk

Vakuumpumping av fisk Foto: W. Ona, C-Flow

Figur 3. Bilder som illustrerer ombordtaking ved sekking og pumping.

2.4 Sortering om bord

Fangsten som tas om bord må arts- og eventuelt størrelsessorteres (se Figur 4). Dette kan skje ved ombordtaking eller på et senere tidspunkt. På større båter er det gjerne et sorteringsbord på shelderdekket hvor fisken blir sortert og kanalisert til ulike tanker/beholdere. Denne operasjonen påfører fisken ytterligere belastninger og bør skje så raskt som mulig, og med installasjoner som påfører fisken minst mulig fysiske skader (unngå skarpe kanter, stor fallhøyde, etc.). Ved pumping eller bruk av tett sekk må vannet først dreneres bort i en silkasse. Deretter føres fisken tørt over til tank eller sorteringsbord hvor fiskerne sorterer og teller fisken etter behov. Når noe av fisken (som regel torsk) skal oppbevares og leveres levende er det nødvendig å sortere ut andre arter. Sortering medfører en ekstra belastning på fisken, men det gir også mulighet for å ta ut skadet eller død fisk. Dersom fisken skal prosesseres om bord, kan det være mest hensiktsmessig å føre hele fangsten direkte til levendefisktankene og sortere fisken i fabrikk ombord.



Figur 4. Sortering av levende fisk om bord. Foto: SINTEF Fiskeri og havbruk

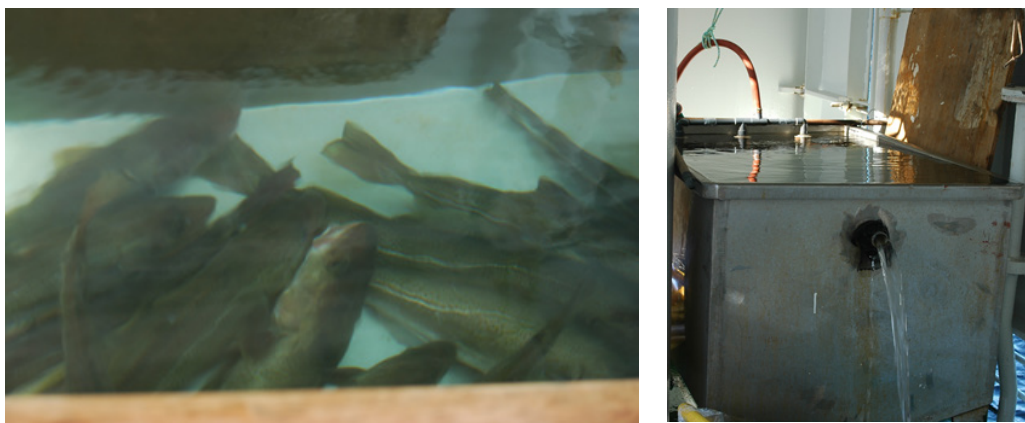
2.5 Levendelagring om bord

Muligheten for å lagre fisken levende om bord er avhengig om båten har beholdere/tanker med sjøvann av god nok kvalitet. De største båtene har best forutsetning for å ha levendefisktanker/-beholdere. Store tanker har betydelig vekt når de er fylt med sjøvann og vil påvirke båtens stabilitet, spesielt ved stor sjø. Det er et viktig sikkerhetsaspekt at tankene enten er helt tomme eller helt fulle med vann for å unngå såkalt fri-overflateeffekt, som kan gi dramatiske utslag i båtens stabilitet og bevegelser.

Båter som ikke har mulighet for å oppbevare fisk levende om bord kan benytte snurrevaden til å holde fisken levende til fisken er prosessert om bord, men ved mye sjøgang vil belastningen på fisken bli stor mens den ligger i sekken hvis ikke det er mulig å holde sekken unna båten og under bølgehøyden. Etter ombordtaking og eventuelt sortering, føres den levende fisken ned i tanker eller over til beholdere med sjøvann av god kvalitet. Avhengig av fyllingsgrad er det nødvendig å skifte ut sjøvannet effektivt og i tilstrekkelig mengde for å sikre god oksygentilgang, eller eventuelt tilsette oksygen til tanken. Fyllingsgraden kan være høyere hvis fisken skal prosesseres om bord sammenliknet med levendeføring av fisk. En effekt som observeres er at fisk, spesielt torsk, som blir ført ned i tanken søker til bunnen og legger seg der en stund. Med mye fisk kan det bli et tykt lag av fisk på bunnen. Den nederste fisken kan da få problemer med tilstrekkelig tilførsel av oksygen og etter hvert kan fisk dø dersom fisken ikke begynner å bevege seg oppover i tanken. I slike tanker er det derfor fordelaktig å pumpe vann fra bunnen opp slik at fisken i noen grad "løftes" opp fra bunnen. Den fisken som søker ned til bunnen av tanken er fisk som har blitt kvitt overflødig gass i buken. Fisk som blir liggende med buken i været på toppen av tanken på grunn av utvidet svømmeblære/luft i bukhulen blir observert som "flytere". Fiskens evne til å overleve er også avhengig av hvor utmattet og skadet den er. Det kan være en fordel uansett å ta ut denne fisken og prosessere den snarest mulig.

For å redusere oksygenbehov og stress, er det fast rutine i oppdrettsnæringen at laksefisk sultes før transport. For villfanget sei er fiskens overlevelsessevne større når den er fri for åte/fôr under transport. Det samme vil sannsynligvis også gjelde for andre fiskearter som torsk og hyse. I tillegg vil forskjellige arter fisk ha ulik evne til å takle stress. Arter som er mer stresstolerante har større sannsynlighet for å overleve etter fangsthåndtering. Det er for eksempel kjent at torsk er mer robust og har bedre overlevelsessevne enn hyse (Digre med flere, 2010b).

Under et tokt med "FF Jan Mayen" våren 2010 ble trålfanget torsk og hyse holdt levende i kar på ca. 1 m³ med en fisketetthet på ca 3,2 kg/ m³ og med god vannutskifting (se Figur 5). Med en oksygenmetning på fra 82 til 98 %, vanntemperatur 5,2 - 5,8 °C og pH 8,1 – 8,2 i vannet, var overlevelsen av fisken fra ulike hal meget god (rundt 90 %) ca 3, 12 og 15 timer etter at ble tatt om bord (upubliserte resultater, DANTEQ 2010-2014).



Figur 5. Oppbevaring av levende fisk i forsøkskar om bord på M/S Jan Mayen. Foto: SINTEF Fiskeri og havbruk

3 Metode for å måle bevegelser til en snurrevadnot under fangstprosess

Dette kapitlet omhandler følgende milepæl:

- Beskrive målemetodikk for økt kunnskap om innhalingsprosessen

I dette kapitlet beskrives en metode for å måle bevegelsene til en snurrevadnot gjennom hele fangstprosessen ved bruk av dataloggere (Sistiaga med flere, 2012a). Metoden er basert på erfaringer fra et snurrevadtokt utenfor Finnmark våren 2012 (Sistiaga med flere, 2012b). Det beskrives blant annet hvordan man konkret forbereder, monterer og bruker relevante sensorer og hvordan man behandler måledataene i etterkant, samt hvilke andre data og forhold som bør registreres om bord. Egnede skjema for tilpasset dataregistrering om bord er utarbeidet.

3.1 Innledning

En datalogger kan defineres som en elektronisk enhet som registrerer og lagrer data (for eksempel temperatur, posisjon, trykk, etc.) over tid. Dataloggere varierer mye i størrelse og kompleksitet, men de er generelt små, batteribaserte, bærbare og utstyrt med en mikroprosessor og flere sensorer. I tillegg har utviklingen de siste årene gjort dem stadig billigere og mer brukervennlige. Selv om data ikke sendes i sanntid, gir mange små sensorer (dataloggere) en mulighet til å overvåke redskapet på en annen måte enn med de tradisjonelle større sensorene.

Notas vertikale bevegelser i vannmassene kan måles ved å måle hvordan dybden varierer med tiden, og dybdeinformasjon for flere forskjellige posisjoner på nota gir en god beskrivelse hvordan nota ligger til enhver tid. Horisontale bevegelser er mye vanskeligere å registrere på ordentlig vis per dags dato. Noen sensorer registrerer sin GPS posisjon, og endringer i denne posisjonen kan i prinsippet brukes til å måle horisontale bevegelser. Hovedproblemet med dette er at GPS målere integrerte i små dataloggere ikke er nøyaktige nok i dag. Et annet alternativ er å bruke sensorer med integrert akselerometer, som registrerer vinkelendringer i 3D. En av utfordringene her er at vinkelendringsdata må gjøres om til posisjonsendringsdata. Det finnes måter å gjøre om dataene fra vinkelendring til posisjon, men et problem her er å identifisere startposisjonen til sensoren og sensorenes innbyrdes relative posisjoner. Vinkelendringer kan også brukes til å måle helningsvinkelen langs nota. Ved å kombinere dataloggere med de mer tradisjonelle hydroakustiske sensorene som sender informasjon i sanntid, kan man finne åpnings- og tverrsnittsarealet flere steder langs nota ved å kombinere informasjon fra dataloggere (vertikal åpningen på nota) og fra de hydroakustiske sensorene (horisontal åpningen på nota).

Dataregistreringen som må gjennomføres på brua og i fabrikken på fartøyet i slike forsøk er like viktig som selve sensormålingene. Skipperen kontrollerer parametere som hastigheten på vinsjer og fartøy, hvilket område fiskeriet foregår i, hvordan tauene plasseres på havbunnen, hvilken dybde nota settes på osv. Alle disse parameterne påvirker nota og hvordan nota beveger seg i vannmassen under fiskeoperasjonen. I tillegg er det viktig at tidspunktet for forskjellige manøvrer og faser blir registrert (slik som setting første blåse, setting av nota, start hiving osv.). Videre er det viktig å få gode data om fangstmengde og arts- og størrelsessammensetning. De fleste snurrevadfartøy er mindre enn 40 m lange, og det kan være vanskelig å tilrettelegge arbeidsplass for lengdemåling av fangsten uten å stå i veien for prosesseringen om bord, og

det kan være andre forhold som kan gjøre det vanskelig å gjennomføre lengdemåling av fangsten. I disse tilfellene bør man forsøke å få noe informasjon om størrelsessammensetningen og fangstmengden fra prosessene i fabrikk, slik at fangstmengden også kan bli beregnet.

3.2 Protokoll for toktet

I denne seksjonen beskriver vi forberedelsene og forskjellige trinn man bør følge for å måle bevegelsene og geometrien på en snurrevadnot under fiske ved bruk av "Star-Oddi Tilt" sensorer. Hvis det er ønskelig eller nødvendig å bruke andre type sensorer kan protokollen tilpasses ved å justere noen få trinn.

Forberedelser før toktet

Forberedelsene før toktet er avgjørende for at datainnhenting på toktet blir en suksess. Det er flere viktige punkt i forbindelse med bruk av sensorene og datainnhenting generelt som må tas i betraktning i forkant.

- **Forsøkene må være designet for å gi svar.** Hva er det vi må finne ut? Hvor og hvordan skal sensorene plasseres slik at man får svar til spørsmålene man stiller?
- En **plan for hvor og hvordan sensorene skal plasseres** bør være på plass for toktet. Sensorene festes lettest på nota ved bruk av plaststrips og disse må skaffes for toktet.
- **Alle sensorene** som skal brukes under toktet **skal sjekkes i forkant.** Dette kan gjøre på et tidligere tokt eller på et sted med kontrollert dybde-, temperatur- og vinkelforhold (f.eks. en CTD enhet). Husingene til sensorene bør også sjekkes på dette stadiet.
- Ta med minst 2 ekstra reservesensorer og –husinger, gjerne flere.
- **Plaststripsene** som brukes til å feste sensorhusingene i nota **bør være på plass for testene kjørt i forkant av toktet** slik at man er sikker på at disse kan brukes til formålet. I tillegg må man passe på at man har med seg alle de nødvendige verktøy i forbindelse med bruk av sensorer som bl.a. nøkkel som passer til skruene på husingene og en avbitertang for å kappe strips.
- I forbindelse med datainnhenting og registrering av bevegelsene på snurrevadnota under fangst, må **minst to (helst tre) forskere og skipperen være involvert i logge-prosessen.** Derfor er det **avgjørende at forskerne og skipperen finner en arbeidsdeling og koordinerer datainnhenting** for toktet. Hvem skal gjøre hva?
- Minst en av **forskerne må være trent med sensoraktivering og nedlastning av data** samt inneha basal kunnskap over hvordan de nedlastede data skal se ut og tolkes. "Seastar"-programmet (softwaren tilknyttet til Star-Oddi sensorene) må være installert på minst en (helst to) av de PC-ene som tas med ombord.
- **Målebrett og vekt** er nødvendig utstyr for toktet. I tillegg bør **skjemaene** som skal brukes på dekk og i fabrikk **skrives ut i vanntett papir.** Kun **blyant** brukes for å fylle ut skjemaene. Et **"telleapparat"** er også anbefalt for å telle fisken ved store hal.

3.3 Innsamling av data om bord

Hvert tokt og hvert fartøy er forskjellig og de har sine egne rutiner. Derfor må forskningsaktivitetene tilpasses i størst mulig grad til ulike situasjoner. Samarbeidet og koordinasjonen mellom skipperen, mannskapet og forskere er avgjørende for å nå målet med toktet. Etter at man er kommet ombord og før fiskeaktivitetene starter, er det nødvendig at forskere, skipper og mannskap samles for å diskutere og koordinere aktivitetene i størst mulig grad. Det er også viktig at forskerne har en klar plan om antall og plassering av sensorer, hvor mye fisk som skal måles, hvor mange parametere som skal måles på hver fisk osv. Det er mye enklere dersom det foreligger en slik plan i utgangspunktet som eventuelt kan justeres etter diskusjon med skipper og mannskap, enn at det hele skal fastlegges under et slikt møte.

Setting av sensorer og modus operandi

Snurrevadfiske startes vanligvis tidlig på morgenen (rett før det begynner å lysne) og avsluttes på ettermiddagen, rett før det blir mørkt. Dette betyr at sensorene må være plasserte og aktive tidlig på morgenen før fiskeriet starter og må tas av nota hver kveld slik at dataene kan bli lastet ned. I utgangspunktet kan sensorene stå på nota under hele toktet uten at man trenger å gjøre noe med dem (de har nok minne og batterikapasitet til det), men det anbefales likevel å laste ned dataene hver kveld. På den måten reduserer man risikoen for å miste sensorer og data, og man kan eventuelt bearbeide måledataene i løpet av toktet. Sensorene er enkle å sette inn i og ta ut av husingene (NB! Unngå å stramme sensorene for hardt inn i husingene, de kan i verste fall sprekke og bli lekk eller ødelagt). Det anbefales derfor å la husingene stå på nota gjennom hele toktet og bare ta sensorene inn og ut husingen hver dag. Dette sikrer også at plasseringen blir lik alle dager. Rett før fiskeaktivitetene starter første dag kan man (ved hjelp av mannskapet) plassere husingene på nota. Etter første fiskedag er det verdt å sjekke om husingene fortsatt er godt festet til nota eller om noen posisjoner er spesielt eksponert for påkjenninger, slitasje e.l. Det er viktig at hver sensor og husing markeres med nummer slik at det fins en husing og en sensor til hvert nummer (merkes med vannfast tusj). På denne måten har vi kontroll på hvor hver enkelt sensor var plassert til enhver tid, noe som selvsagt er avgjørende for forsøkene (Figur 6a-b). Sensorene festes i nota ved hjelp av fire mindre (ca. 3 mm) strips og to kraftigere (ca. 1 cm) strips (Figur 6c). De fire mindre stripsene festes i nota mens de to største stripsene festes på en leis, "headline" eller et annet tilsvarende kraftig tau. Man kan også feste husingen kun i nota, f.eks. i not-taket der det ikke er leis eller annet kraftig tau, men risikoen for å miste sensoren vil da øke. Når mulig festes sensorene slik at strømmen under tauing presser sensoren innover i husingen. Hvor mange sensorer man bør bruke og hvor disse plasseres vil kunne variere.



Figur 6. Star-Oddi Tilt sensor og husing (a) - øverst til venstre, (b)- øverst til høyre, og innfesting til not med strips (c)- nederst.

Ved hjelp av "Seastar"-programvaren programmeres sensorene slik at de begynner å registrere rett før fiskeoperasjonene starter. Etter at dagens siste fiskeoperasjon er ferdig må en forsker eller en person fra mannskapet ha ansvar for å fjerne sensorene fra nota (dette må gjøres mens nota hales ombord). Snurrevadnøtene oppbevares vanligvis i en notbinge ombord, og dette gjør at flere av de husingene kan bli utilgjengelige under nota. For å unngå dette bør forskerne (eller personen som er ansvarlig for dette i mannskapet) sørge for at husingene er tilgjengelige mens nota er om bord, slik at sensorene kan installeres om morgenen. Etter at fiskeoperasjonene for dagen er ferdige løses sensorene fra husingene, vaskes i ferskvann og tørkes nøye før de settes inn i datastasjonen for nedlasting av data. Dette er en enkel prosess som gjennomføres ved hjelp av "Seastar"-programvaren. Det samme gjelder for aktivering og generell forvaltning av sensorene.

Registrering av data utenom sensorene

Målingene på nota er ikke mye verdt hvis aktivitetene ombord og fangstsammensetningen ikke blir registrert på en skikkelig måte. Vedlagt denne rapporten er fire skjemaer: Skipperskjema bru, Forskerskjema bru, Forskerskjema fisk, og Forskerskjema fisk lengde-vekt. De tre første skjemaene antas som hovedskjema og en kopi av hvert av disse skal fylles ut for hvert hal under toktet. Noe av informasjonen som bør registreres for hvert hal er registrert på flere av skjemaene, noe som letter identifisering av de forskjellige halene i etterkant av toktet.

Skipperskjema bru (Vedlegg 1): Dette fylles ut av skipperen under fiskeoperasjonen. Skjemaet inkluderer en del opplysninger om utstyr og redskap, samt med tids- og posisjonsdata, informasjon om fiskeprosessen og arbeidsforhold. Det er viktig at skipperen fyller ut all denne informasjonen, og forskeren som sitter på

brua sammen med skipperen må sørge for at dette blir gjort. Skipperen er ofte fokusert på fiskeoperasjonen og har lett for å glemme skjemaet.

Forskerskjema bru (Vedlegg 2): Dette skjemaet inneholder en del av informasjonen som også finnes i skipperskjemaet, bl. a. om tids- og posisjonsdata og utstyr og redskap. Dette skjemaet inkluderer også en skisse hvor forskeren kan notere hvor mange sensorer som er brukt i hvert hal og hvor disse er plassert på nota. I tillegg er det felter for nøyaktig registrering av de forskjellige fasene i fiskeprosessen (Nota satt, Blåse hentet, Tauing, Hiving og Sekk i overflata).

Forskerskjema fisk (Vedlegg 3): Dette skjemaet inkluderer felter som Posisjon, Hal nr., Dato og Klokkeslett slik at dette skjemaet lett kan kobles til de to forrige. Dette skjemaet blir fylt ut av en forsker mens en annen utfører målingene på fisken. Denne prosessen kan ta lang tid (3-4 timer) avhengig av hvor mye fisk som skal måles og hvor mange forskjellige arter som skal måles i hvert hal. For hver fisk skal tilstanden til svømmeblære, øyne, mageinnhold og gytetilstand evalueres. Det er viktig at begge forskerne vurderer dette sammen, i alle fall innledningsvis, slik at tolkningen blir mest mulig objektiv. All fisk som finnes i betydelige mengder (over 50 fisk) skal inkluderes i skjemaet. De mest vanlige artene i snurrevadfiskeriet i Norge er torsk og hyse, og derfor legges det ekstra vekt på disse to artene i denne delen protokollen. Tatt i betraktning variasjonen i størrelse til torsk og hyse, anbefales det å måle minst 200 torsk og 150 hyse i hvert hal som inneholder minst 50 individer av hver art. Resten av fisken av hver art telles for å beregne prøvefaktoren.

Forskerskjema fisk Lengde-Vekt (Vedlegg 4): I løpet av toktet må vekta og lengden til 100-150 fisk (avhengig av størrelsesviddet til arten) registreres slik at vekt-lengde korrelasjonen for hver art kan beregnes. Dette gir blant annet muligheten til å beregne fangstmengden på en nøyaktig måte. For at skjemaene relatert til fisken skal kunne fylles på riktig måte, må fisken fra de forskjellige halene holdes adskilt. For å oppnå dette er samarbeidet med mannskapet og skipperen avgjørende. Under de første halene, må en fremgangsmåte tilpasset fartøyets og mannskapets *modus operandi* etableres og avtales. Hvis det er mulighet til det, er det alltid en fordel å analysere en del av de målte og registrerte dataene underveis på toktet. Ved tolkning av midlertidige resultater kan man justere forskjellige parametre underveis på toktet dersom dette er ønsket, og avdekke eventuelle tekniske eller operasjonelle feil. Dataene kan analyseres og tolkes ved bruk av prosedyrene vist i rapporten skrevet i forbindelse med det tidligere toktet gjennomført med disse sensorene (Sistiaga med flere, 2012b).

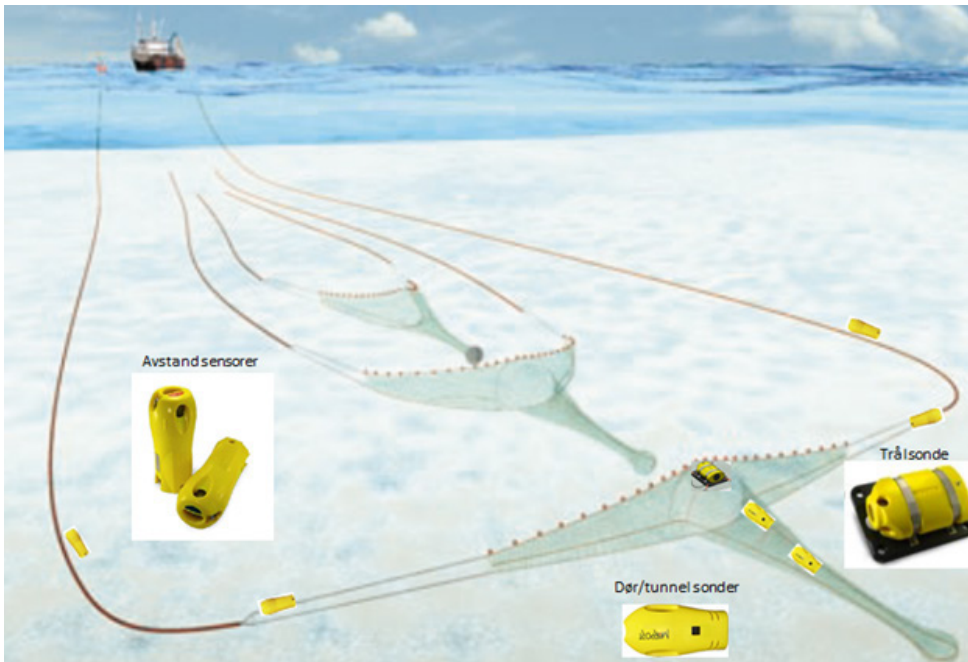
3.4 Sensorer som sender informasjon i sanntid

Protokollen foreslått i dette notatet er basert på dataloggere. Hvis man har tilgang til andre typer sensorer, primært typiske trål-sensorer, kan disse komplementere datainnsamlingen. Scanmar, Simrad og Marport er ledende leverandører av komplette sett med trålsensorer og overfører data i sanntid ved hjelp av hydroakustikk til en skrogmontert hydrofon, dekodet og overført til en datamaskin og grafisk display på broen. Redskapsgruppen ved SINTEF Fiskeri og havbruk har nå et sett av MARPORT trålsensorer, en bærbar kontrollenhet og en slepe-transduser (Tabell 1) som kan brukes til å gjøre forskjellige symmetri- og geometrimålinger på trål og snurrevadnøter under fiske.

Tabell 1. Oversikt over sensorer som eies av SINTEF Fiskeri og havbruk

Sensor		Measurements
MFX Master door distance sensor 144KHZ	Master 1	Distance, temperature, roll, pitch
MFX Slave door distance sensor 144KHZ	Slave 1	
MFX Clump door distance sensor 144KHZ	Clump 1	
MFX Master door distance sensor 110KHZ	Master 2	
MFX Slave door distance sensor 110KHZ	Slave 2	
Trawl Explorer headrope unit (up and down sounding)	TE	Echogram of net opening, fish, depth, temperature
Door sounder narrow band	Sounder 1	
Door sounder narrow band	Sounder 2	
Door sounder narrow band	Sounder 3	
Paravane assembly w/ hydrophone (NC-1-02) – with 50 m cable		
Multi-Band Acoustic Receiver - With accessories and CV Software		
Command view software		
IBM Lenovo PC Dual Graphic Card + 2*22" Display		

Marports MFX dørsensor inkluderer avstandsmåling, dybdemåling (til overflaten), flerakse akselerometre og inklinometre og en digital temperatursensor. Mastersensorene kommuniserer med slavesensorene ved hjelp av en tverrgående trådløs akustisk frekvens på 144 kHz (Master 1, slave 1 og clump1) og 110 kHz (Master 2, slave 2). Siden disse bruker to forskjellige frekvenser gir dette oss muligheten til å bruke 2 sensorsett samtidig og få informasjon fra to forskjellige punkt i nota samtidig. Disse sensorene, i kombinasjon med trål- og tunnelsondene (Figur 7) og dataloggere, gir muligheten til omfattende overvåkning og målinger på en not, slik at man blant annet kan få bestemt tverrsnittsarealet langs flere seksjoner på nota. Sensorene monteres i spesielle holdere, men de kan også monteres i tauverk eller kjetting ved hjelp av karabinkroker og tauverk. Mulig plassering for MFX avstandssensorene i en snurrevadnot er vingespissene og snurrevadtauets (Figur 7). Bruken og operasjonen av slike sensorer er mer kompliserte enn for dataloggerne omhandlet tidligere i dette notatet. Det er derfor nødvendig at en person som kan montere og operere utstyret er med på toktet.



Figur 7. Skissen illustrerer plasseringen av forskjellige hydroakustiske sensorer på redskapet.

4 Ombordtaking av levende fisk

Dette kapittelet omhandler følgende milepæl:

- Avklare muligheter og begrensninger for ombordtaking av fisk

4.1 Muligheter og begrensninger med pumping av fisk for mindre snurrevadfartøy under 20 m

Evalueringen nedenfor er basert på innhenting av informasjon fra ledende leverandører av pumpesystemer for skånsom håndtering av fangst ombord i fiskeflåten og egne erfaringer. Vi har satt en maks. antatt lengde på snurrevadfartøy på 20m.

Det er i det siste blitt mer vanlig at snurrevadfartøy pumper fisken på land ved levering (Akse med flere, 2011). Flere fartøy er nå i ferd med å gå over til også å ta om bord fangsten med vakuumpumping. Som alternativ til vakuumpumping kan fartøyets mottakstanker designes slik at en ved inntak av fangst suger inn fisken fra noten ved å skape undertrykk i tanken og ved lossing trykksette tanken, et system utviklet av MMC Tendos (beskrevet i kap 2.3).

Det er skjedd en betydelig teknologisk utvikling på vakuumpumpeanlegg for fiskehåndtering både i ringnotflåten og i hvitfiskflåten de siste 10 årene. Utviklingen har skjedd i nært samarbeid mellom leverandører og rederier. Det har vært aksept for at en liten andel av hvitfisk har fått typiske "pumpeskader" som kapping av (stor) fisk eller ryggbrudd. For å redusere andelen av slike skader har en løsning vært å bygge større vakuumkanre. Det har imidlertid vist seg at design av trykkammer og skånsomt system for åpning og lukking av utløpsventil har hatt vel så stor betydning for reduksjon av skader på fisk (pers. medd. Willy Ona, CFlow, 2013). Automatisk sensorstyrt nivåkontroll på utløpsventilen slik at fisk "blåses forbi" klaffen er en løsning som også gir vesentlig reduksjon i skader på fisk (pers. medd. Steinar Torvik, MMC, 2013).

For fartøy som har vakuumanlegg (til intern håndtering av fisk og lossing) vil en ombygging til fiskeinntak med vakuumsug fra not ligge i kostnadsområdet 180-250.000 NOK ferdig montert (inkludert slanger svivler etc.). Det forutsettes at bl.a. at utstyr som kran (som også brukes til sekking) er på plass. For komplett vakuumanlegg for fangsthåndtering vil prisen ligge i området 1,1 – 1,5 mill NOK inkl. engineering. Generelt kan det sies at bygging av et slikt vakuumpumpeanlegg er skreddersøm, men med bruk av standardkomponenter. Det er enklere å installere vakuumanlegg for håndtering av levende og prosessert fisk i nybygg, men for snurrevadfartøy ned til 14-15 meter etterspørres slike systemer både i nybygg og i eksisterende fartøy.

Et laste/losse system med under- og overtrykk i tanker vil være svært skånsomt og kunne eliminere typiske pumpeskader da fisken her ikke kommer i berøring med klaffer eller ventiler. Det antas at et slikt system først og fremst vil kunne være aktuelt for nybygg da nødvendig forsterking av eksisterende tanker med rette flater vil bli kostbart. En kan også tenke seg et fiskehåndteringssystem med en kombinasjon av vakuumpumpeanlegg og trykklastesystem, men dette gjennomgås ikke her. *Tabell 2* gir en skjematisk oversikt over muligheter og begrensninger med pumping av fisk for mindre snurrevadfartøy.

Tabell 2. Muligheter og begrensninger med pumping av fisk for mindre snurrevad fartøy

Pumpe-system	Beskrivelse	Økonomi	Nybygg/eksisterende	Skånsomhet	Teknisk utvikling
Vakuumpumpe system	Pumpesystem bestående bl.a. av en integrert vakuumsug med innløpsventil (fra sugeside) og utløpsventil (tømmeside).	180-250.000 NOK for ombygging til fiskeinntak med vakuumsug fra not for fartøy som har vakuumanlegg fra før. Ca. 1 – 1,5 mill NOK for komplett nytt anlegg.	Relativt enkelt å ettermontere	Eldre/eksisterende systemer gir noe pumpe-skader, men ombygging av eldre- og de nye anleggene er betydelig skånsommere.	Det arbeides med utvikling av forbedrede/nye løsninger på sugesiden samt på design og funksjon av utløpsventilen. Automatisk sensorstyrt nivåkontroll på utløpsventilen har gitt gode resultater mht. kvalitet.
Undertrykks lasting	Henholdsvis under- og overtrykk i fisketanker ved ombordtaking/lossing av fisk.	Systemet i seg selv ligger i liknende prisklasse som vakuumpumpeanlegg, men krever bl.a. annet design på tanker.	Mest aktuelt for nybygg.	Svært skånsomt for fisken.	Erfaring med eksisterende anlegg på pelagisk fartøy genererer mye ny kunnskap. Interesse for å utvikle systemer også for hvitfisk.

4.2 Innledende forsøk mht pumping vs sekking

Det er gjennomført tre tokt med to av snurrevad fartøyene i prosjektet (to tokt med Gunnar K og ett tokt med Harhaug), hvor pumping og sekking som systemer for ombordtaking av levende fisk blant annet ble studert. Under et tokt med "Gunnar K" i mars 2011 ble fisk som ble sekket sammenliknet med pumpet (Cflow 3200 vakuumpumpe) fisk (Westavik og Grimsmo, 2011). Her ble fisken først pumpet fra snurrevaden over til levendefisktanker, og etter 2-3 timer, fra tank til fabrikk. Sammenlikningen viste at pumping ikke ga større grad av fangstbehandlingsskader eller dårligere sluttkvalitet enn ved sekking av fisken, selv om fisken ble pumpet to ganger, først til levende tank og deretter videre til avliving/bløtting.

En lignende studie ble gjennomført på tokt med "Harhaug" i mars 2012 (Digre med flere, 2013). Målsettingen med toktet var blant annet å studere ombordtaking av levende fisk, hvor pumping (MMC Tendos vakuumpumpe) og sekking ble sammenlignet. Følgende evalueringer av fisken ble utført: fangstskader, finneskader, overlevelse, stressnivå (pH og blodlaktat), og biologiske data (Digre med flere, 2013). Resultatene viste blant annet signifikant høyere dødelighet ved sekking sammenlignet med pumping for både hyse og torsk. I tillegg var det høyere andel fangstskader og finneskader på hyse og torsk som var sekket sammenlignet med pumpet hyse. Ut fra visuell observasjon av pumpeoperasjonen, syntes pumpingen i hovedsak å fungere tilfredsstillende bortsett fra ved pumping av stor torsk (>ca 10 kg). Fisken ble da klemt, eller i verste fall kappet. På dette toktet ble det benyttet en sekk som var større enn tradisjonelle sekker. Følgelig ble det sekket 1100 – 1200 kg, i motsetning til tidligere ca 700 kg da fartøyet benyttet tradisjonell sekking. Vi fikk inntrykk av at den sekke de fisken så dårligere ut med hensyn til fangstskader enn pumpet fisk, noe som stemmer overens med målingene vi gjorde på fangsten i etterkant (se ovenfor). Her må dog to forhold påpekes. For det første hadde ikke sekken lerret i bunnen, som innbar at fisken ble tørrhåvet. Videre hadde en ikke benyttet sekking på dette fartøyet på flere år. Disse faktorene

kan ha påvirket resultatene. Dog må sies, i følge skipperen, at flere andre båter har erfaring med at sekking gir dårligere fisk enn ved pumping.

Foreløpig konklusjon - Våre data gir ikke grunnlag for entydig å fastslå hvorvidt pumping gir kvalitetsmessige fortrinn framfor sekking. I FHF-prosjektet (pr.nr 900293) "*Teknologiutvikling for fangst, håndtering og føring i fangstbasert akvakultur: Hovedprosjekt*" er også problemstillinger rundt ombordtaking av torsk studert. I forsøk som er gjennomført er det ikke funnet noen klare forskjeller mellom sekking med lerretsløft eller vakuumpumpe på torsk med hensyn til fiskevelferd (Humborstad med flere, 2011). Flere studier er nødvendige for å si noe sikkert om dette.

I FHF prosjektnr. 900304 "*Pumping av torsk og laks. Arbeidspakke 3: Hvitfisk – effekt av pumping*" (Akse med flere, 2011) ble det funnet relativt lite skader på fisk som ble pumpet levende eller bløgget rund i forhold til pumping av sløyd (evt. sløyd hodekappet) fisk.

5 Oppbevaring av levende fisk før bløgging

5.1 Intervju med et mottaksanlegg for levende torsk

For å få et inntrykk av en del forhold relatert til det å holde fisk levende etter fangst, ble det utført et telefonintervju. Levering av fisk til levendelagring i merd (fangstbasert havbruk) ble diskutert med et av mottaksanleggene på Myre i Øksfjord kommune. Tilbakemeldingene fra anlegget kan oppsummeres i følgende punkter:

- All fisk som leveres er fangstet med snurrevadfartøy.
- Det er ikke samlet (systematisk) erfaring med leveranse fra ulike båter med ulik teknologi.
- Kun torsk leveres. Fisken holdes i flatbunnede merder.
- En del fisk ligger på bunnen etter levering. Noe dødelighet (noen få prosent). Dødsårsak er ukjent, men kan ikke direkte relateres til (synlige) fangstskader.
- Dødeligheten er ikke ansett som et stort problem for lønnsomheten.
- Tidligere ble fisken fôret. Dette er det nå slutt på. Fisken holdes i merdene uten mat i opptil 3 måneder. Årsak: Kan ikke holde fisken i merdene over sommeren. Vanntemperaturen i merdene øker da til 12-14 °C. Stor dødelighet og problem med parasitter inntreffer i denne perioden.

Basert på denne kunnskapen, ser vi at mulighetene for å holde fisken levende i pose eller om bord på snurrevadfartøy er gode, spesielt sett i lys av at det vanligvis tar få timer før all fisken fra et hal er avlivet og bløgget.

5.2 Workshop: Overordnede konsept for oppbevaring av levende fisk om bord eller i sjøen

Da det finnes lite vitenskapelig litteratur på det aktuelle feltet, ble det gjennomført ulike forundersøkelser for å samle kunnskap vedrørende ulike aspekter av ombordtaking av fisk og å holde fisken levende i en begrenset periode i sjø eller om bord i fartøyet. I prosjektperioden er det avholdt en intern workshop ved SINTEF Fiskeri og havbruk i forbindelse med AP2 (Gjøsund, 2011). Hensikten var å diskutere og etablere ett eller flere overordnede konsept for oppbevaring av levende fisk fra snurrevadfangster om bord på fartøyet eller i sjøen før avliving. Ulike faser i snurrevadfisket ble gjennomgått og antatt relevante faktorer for skånsom fangsthåndtering (hiving, ombordtaking, og levendelagring) ble satt opp. De ulike faktorene som ble listet opp er systematisk vist i Vedlegg 5. Skisser over mulige komponenter og løsninger i forskjellige faser av fangst, hiving og ombordtaking er vist i Vedlegg 6. Et eksempel på et fleksibelt container-/karbasert system for oppbevaring av fangsten før bløgging på mindre fartøy er skissert i Vedlegg 7. Basert på denne informasjonen er det mulig å tenke seg flere mulige løsninger for å holde fisken levende fram til bløgging/avliving. For å etablere/velge overordnede konsept kan man gå gjennom operasjonsfasene og inkludere delprosesser og komponenter. For små og store snurrevadfartøy kan en for eksempel tenke seg:

"Lite fartøy I" – som i dag, men med forbedret utblødning.

Ordinær pose uten oppstigningskontroll, posisjonering ved skuteseide, pumping i batch til liten mottakstank, og med et containerbasert tanksystem.

"Lite fartøy II" – som i dag, men med kontrollert oppstigning og forbedret utblødning.

Ordinær pose med oppstigningskontroll, posisjonering ved skuteside, pumping i batch til liten mottakstank, og med et containerbasert tanksystem.

"Lite fartøy III" – alle faser forbedret.

Skånsom pose med oppstigningskontroll og fangstbegrensing, posisjonering bak fartøy og under bølgesonen, oppbevaring i sjø og pumping i batch til liten mottakstank, og med containerbasert tanksystem.

"Stort fartøy I" – ordinær pose, andre faser forbedret og begrenset fangstmengde.

Ordinær pose med oppstigningskontroll og fangstbegrensing, posisjonering bak fartøy og under bølgesonen, kontinuerlig pumping av fisk til mottakstank, og med et fleksibelt tanksystem.

"Stort fartøy II" – alle faser forbedret, "ubegrenset" fangstmengde.

Skånsom pose med oppstigningskontroll uten fangstbegrensing, posisjonering bak fartøy og under bølgesonen, oppbevaring av fisk i sjø med kontinuerlig tilpasset pumping til mottakstank, og med et fleksibelt tanksystem.

5.3 Kapasitetsbetraktninger rundt levendelagring om bord på fartøy

Ved kapasitetsbetraktninger rundt levendelagring om bord på snurrevadfartøy er det flere hensyn å ta. Dersom hensikten er å holde fisken levende frem til prosessering om bord er det litt andre krav som gjelder enn hvis fisken skal føres til oppføring eller bufferlagring i merder, se bl.a. lovdata¹.

For å holde fisken i live trenger fisken friskt vann og tilstrekkelig med oksygen. Som regel besørger oksygentilførselen ved tilførsel av sjøvann. Tilsetning av oksygen er også en løsning som blir brukt. En viktig problemstilling er å sikre at hver enkelt fisk får nok oksygen. Torsk søker mot bunnen i fisketankene når den tas om bord og blir liggende der noen timer før den "kommer seg". Når den blir liggende tett på bunnen og i et tykt lag vil dette påvirke strømningsbildet i tanken slik at de fiskene som blir pakket mest inn får relativt lite friskt sjøvann og oksygen. Tilgjengelig "gulvareal" i tankene blir på denne måten en begrensende faktor for kapasitet for levendelagring om bord. Utforming av bunnen i tankene med perforerte rister og vanntilførsel fra bunn sikrer bedre vannsirkulasjon. Andre faktorer som påvirker levendelagringskapasiteten er fiskens generelle tilstand og vanntemperatur.

I en spørreundersøkelse med snurrevadfiskere i 2008 ble det bl.a. spurt om utforming av mottakstankene (Digre med flere, 2010a). Av de båtene som hadde mottakstanker for levendelagring var det noen som leverte fisk til oppføring, mens andre hadde bufferlagring av levende fisk før prosessering om bord. Fyllingsgraden (forhold fiskevekt/vannvolum) i tankene av levende fisk som skulle prosesseres om bord var på ca 20%. På snurrevadfartøyet "Gunnar K" tar de inntil 1400 torsk med en snittvekt på 3 kg i en levendelagringstank på 60 m³ (pers. medd. Rolf G. Kristoffersen, 2013). Dette gir en fyllingsgrad på 7 %.

¹ Lovdata: Forskrift om transport av akvakulturdyr, kap 4. Særskilte velferdsmessige krav til transport mv. av fisk.

Deretter fyller de fisk på neste tank. Hvis fisket går over flere dager og torsken har lettet seg fra bunnen kan de imidlertid fylle etter med mer levende fisk i den første tanken da det der har blitt "ledig gulvplass".

I en rapport fra Vitenskapskomiteen for mattrygghet (2005) vedr fangst og hold av villtorsk anbefales følgende knyttet til transport av torsk:

- Oppstrømstanker med dobbelbunn og perforerte plater med liten lysåpning er nødvendig for å gi en effektiv og homogen vannfordeling i transporttanken.
- Det anbefales ikke tettheter over 250 kg/m^3 i tanker som er korrekt konstruert og har optimal vannfordeling.

6 Konseptuelle løsninger for overføring og oppbevaring av fisk om bord før bløgging

Dette kapitlet omhandler følgende milepæl:

- Konseptuelle løsninger for levendelagring om bord på to ulike fartøy

Det er gitt en beskrivelse av vanlig praksis og utfordringer i forbindelse med hiving av snurrevaden, ombordtaking av fangsten og oppbevaring av fisk levende om bord før den skal bløgges. Våren 2012 ble siste del av fangstoperasjonen (hivingen) studert med hensyn til oppstigingshastigheter, vinkler og effekt på fisken (som dødelighet, stress og skader). Disse resultatene er under utarbeiding. Så vidt vi kjenner til er ikke slike resultater publisert tidligere. Ved store fangster som overgår mottaks- og produksjonskapasiteten om bord, må fisken nødvendigvis holdes i snurrevaden ved skutesiden, eller alternativt, i åpen sjø inntil det er kapasitet for å ta den om bord. Ved stor sjø, og i tilfeller hvor en har mange "flytere" (som vanligvis er siste fisk som tas om bord), kan det være svært vanskelig å holde fisken levende. Gode løsninger for dette finnes ikke og bør derfor utvikles.

Ombordtaking bør skje så effektivt og skånsomt som mulig for å redusere den totale belastningen på fangsten, enten det gjelder sekking eller pumping. Ved levende oppbevaring om bord må fisken sikres god nok tilgang på friskt oksygenrikt vann for å unngå at fisken dør. Bløgging av levende fisk (eller innen 30 min etter død) gir god utblødning som vil bedre kvaliteten på fangsten. Spesielt torsk vil søke ned til bunnen av tank/holder i den første tiden etter ombordtaking. Med hensyn til tankdesign, er det viktig å sørge for god sirkulasjon og fordeling av frisk sjøvann, antakelig med et strømningsmønster fra bunnen og opp, noe som vil gi fisken "et løft" slik at den ikke samler seg på bunnen av tanken. Tidligere erfaringer med å holde snurrevadfanget fisk levende etter ombordtaking er gode. Resultater fra fangstbasert oppdrett av snurrevadfanget fisk viser det samme.

For å sikre at en størst mulig andel av en snurrevadfangst kan holdes levende fram til bløgging ser vi for oss å ha kontroll over tre faser, forhold knyttet til: (a) opptak av redskap med fisk opp til havoverflaten etter endt fiske, (b) overføring av fisk fra snurrevad til tank om bord for kortvarig levendelagring, og (c) levendelagring inntil all fisk fra et hal er bløgget.

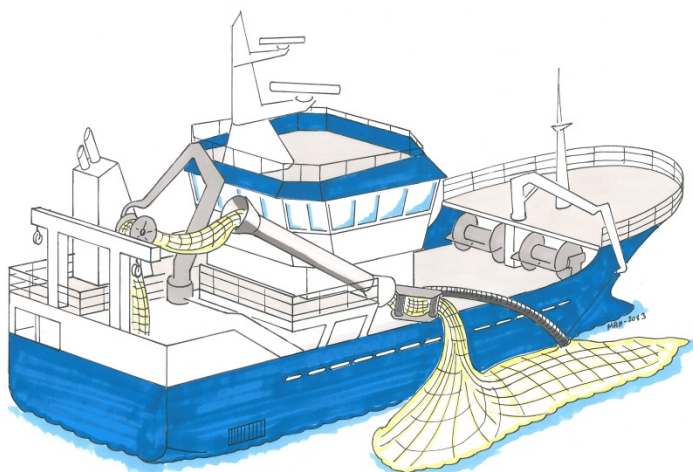
Det vil være ulike utfordringer knyttet til størrelse på fartøyet. Større moderne fartøy har gjerne stor tankkapasitet og full fleksibilitet mht. overføring mellom tanker. Mindre fartøy derimot har liten tankkapasitet og i utgangspunktet liten fleksibilitet. Her vil bl.a. flerbruk av samme volum være sentralt, se kap. 5.2.

I prinsippet kan en tenke seg følgende løsninger for ombordtaking og oppbevaring av levende fisk før bløgging:

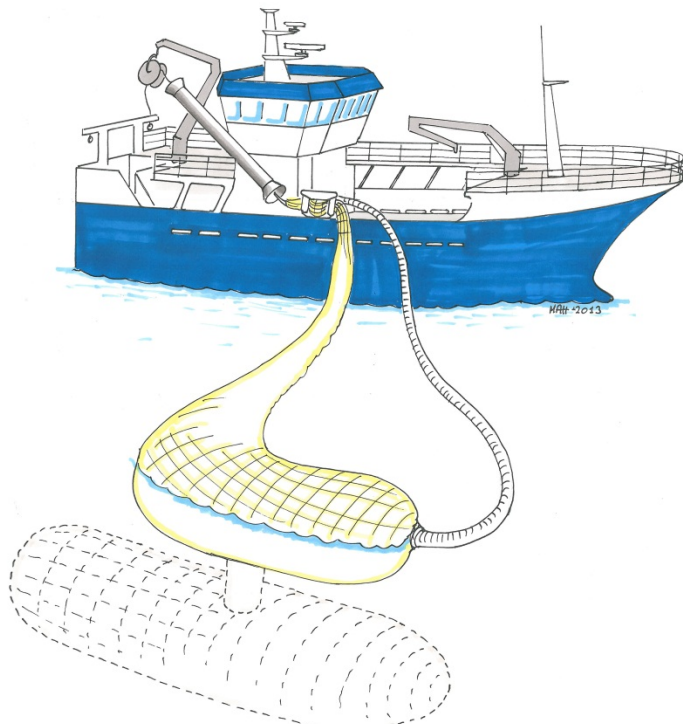
1. Overføring (sekking eller pumping) av fisk fra redskap til en tank evt. container med god vannkvalitet om bord (Figur 8).

2. Oppbevaring av fisk i åpen sjø for å unngå direkte kontakt med fartøyet. I dette tilfellet må fisken pumpes om bord, enten direkte fra posen (i åpen sjø, Figur 9), eller eventuelt via et mellomlager i sjø (annen pose, beholder e.l.).
3. Gitt oppheving av lengdegrensler for fartøystørrelser i kystflåten, kan man også se for seg løsninger for større fartøyer der man trekker posen direkte om bord/inn i fartøyet, jfr. hekktråler m/slipp eller slusekammer. Tidligere har SINTEF Fiskeri og havbruk lansert et såkalt "slusekammer"-konsept for trålfiske hvor en tenker seg at posen trekkes inn i et slusekammer i skipets akterende (Pedersen med flere, 2005). Posen trekkes inn gjennom en port og fisken frigjøres i et vannfylt kammer om bord etter at porten lukkes. På denne måten blir ikke fisken eksponert for luft eller utsatt for trykkbelastning ved løfting over vann. En kan tenke seg å benytte det samme prinsippet i forbindelse med store snurrevadfartøy (Figur 10).

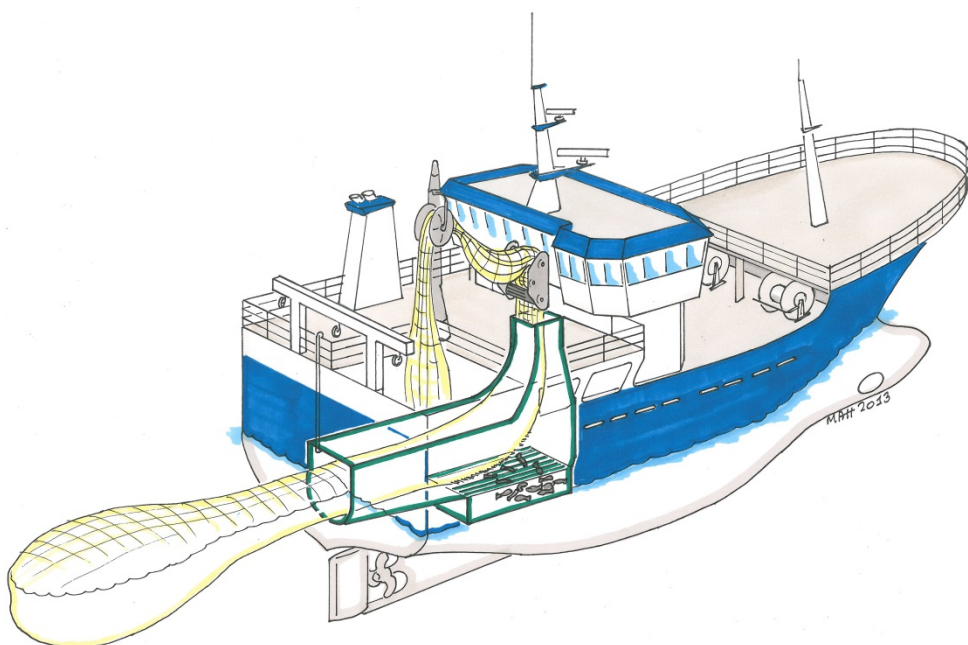
Felles for alle løsninger er at fisken deretter går til elektrisk bedøving (alternativt) og avliving ved bløgging/utblødning (Figur 11) før sløying, vasking, kjøling/frysing etc.



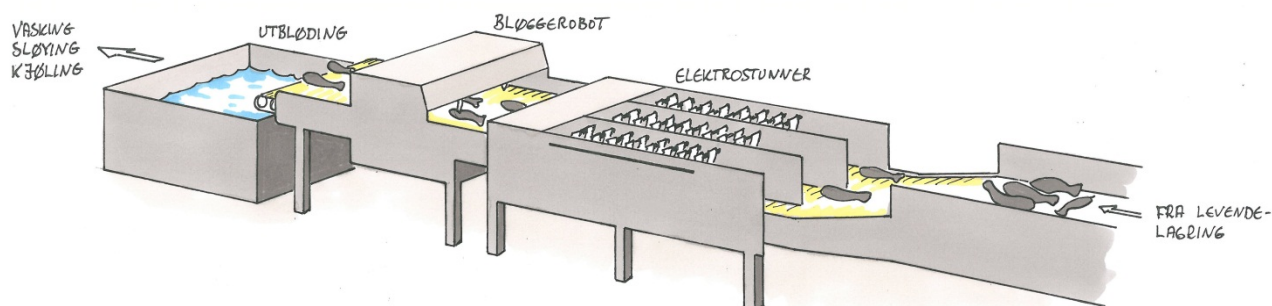
Figur 8. Tradisjonell overføring av fangst fra snurrevad til fartøy ved bruk av enten sekking eller trykk/vakuumpumping. En oppgradering av dette konseptet vil bestå i å holde fisken levende inntil bedøving og bløgging. Dette gjøres ved å overføre fisken fra redskap til kar på dekk eller tank under dekk (ikke vist i figur).



Figur 9. Overføring av fisk direkte fra snurrevad fritt i sjø til fartøy ved trykk/vakuumpumping. Alternativt kan en tenke seg at fisken først overføres fra snurrevad til en neddykket lagringsenhet (stiplet i figuren) for deretter å pumpes om bord etter behov.



Figur 10. Ombordtrekking av snurrevad med vinsj til vannfylt slusekammer. Fisken frigjøres fra redskapen etter at kammeret er lukket. Deretter bedøves og bløgges fangsten fortløpende (Figur 11). Når all fisk er prosessert, kan en ny fangst trekkes inn i slusekammeret.



Figur 11. Uavhengig av valgt løsning for å holde fisken levende, overføres fisken fra levendetank eller slusekammer til enhet for automatisk bedøving og bløgging. Utblødning av levende fisk gir bedre produktkvalitet. Figuren viser også sammenhengen mellom ulike arbeidspakker (AP) i prosjektet: levende lagret fisk transporteres fra tank eller slusekammer (AP2 – denne rapporten) til enheten for elektrisk bedøving (AP3) for deretter til å gå til automatisk bløgging (AP4) og utblødning.

7 Litteraturreferanser

Aursand IG, Mathiassen JR, Bondø M, Toldnes B (2011). Teknologi for optimal håndtering av pelagisk fisk om bord. Evaluering av fiskekvalitet som funksjon av design av silke samt utvikling av et stikkprøvesystem for automatisk vektestimering av enkeltfisk. SINTEF-rapport nr F18949 (fortrolig).

Akse L, Midling K, Joensen S, Tobiassen T, og Martinsen G. (2011). Pumping av torsk og laks. Arbeidspakke 3: Hvitfisk – effekt av pumping. Nofima Rapport 9/2011.

Digre H, Aursand IG, Aasjord H, Geving IH (2010a) Fangstbehandling i snurrevadflåten sluttrapport. SINTEF Fiskeri og havbruk rapport SFH80 A 105002.

Digre H, Hansen UJ, Erikson U (2010b) Effect of trawling with traditional and 'T90' trawl codends on fish size and different quality parameters of cod *Gadus morhua* and haddock *Melanogrammus aeglefinus*. Fisheries Science 76: 549-559.

Digre H, Sistaga M, Grimaldo E, Schei M (2013) Tokt med snurrevadfartøyet Harhaug, mars 2012. SINTEF Fiskeri og havbruk (under utarbeidelse).

Gjøvsund SH (2011) *Skånsom oppbevaring av levende fisk før avliving*. SINTEF Fiskeri og havbruk prosjektnotat AP2.1 (10 s).

Grimaldo E, Sistaga M, Schei M, Digre H (2012) Tokt mars 2012, S/B Harhaug. Presentasjon på seminar "Automatisk fangstbehandling av hvitfisk ombord på snurrevadfartøy", NorFishing, 15 august 2012.

Humborstad OB, Midling KØ, Noble C (2011) Ombordtaking: sekking med lerretsløft eller vakuumpumpe, kva er mest skånsomt? Presentasjon på workshop om fangstbasert akvakultur på Myre 2011.

Isaksen B, Midling K, Humborstad O, Kristiansen T (2004) Fangstbasert havbruk – en utredning om fangst og hold av villtorsk (*Gadus morhua* L.) og andre marine arter, velferd og risiko. Rapport fra Havforskningsinstituttet og Fiskeriforskning til VKM – 04/1170/vkm/inna.

Midling KØ, Koren C, Sæther BS (2006) Svømmeblære hos torsk – punktering i forbindelse med fangstbasert akvakultur, mekanisme for reparasjon og sårheling. Fiskeriforskning rapport 18/2006.

Pedersen R, Erikson U, Enerhaug B, Røsvik H, Rudi H, Heide MA (2005). Utvikling av nytt trålerkonsept med slusekammer for bunntåling. SINTEF-rapport STF80 F053015 (fortrolig).

Sistiaga M, Gjøvsund, SH, Grimaldo E (2012a). *Metode for registrering av dybde og bevegelser av snurrevadnot*. SINTEF Fiskeri og havbruk prosjektnotat nr 830290.24-1(15 s).

Sistiaga M, Grimaldo E, Gjøvsund SH (2012b). *Bruk av dybdesensorer på forsøk om bord S/F Harhaug. Hva kan vi nå med sensorene i forhold til posisjonen av sekken i vannmassen under i en snurrevad fiskeoperasjon?* SINTEF Fiskeri og havbruk prosjektnotat nr. 850357/1.

Staurnes M, Sigholt T, Pedersen HP, Rustad T (1994). Physiological effects of simulated high-density transport of Atlantic cod (*Gadus morhua*). Aquaculture 119: 381-391.

Vitenskapskomiteen for mattrygghet (2005) Vurdering av fangst og hold av villtorsk.

Westavik H, Grimsmo L, Erikson U, Gjørund SH (2012) *'State of the art' – Skånsom oppbevaring av levende fisk ved snurrevadfiske*. SINTEF Fiskeri og havbruk prosjektnotat nr. AP2.2 (13 s).

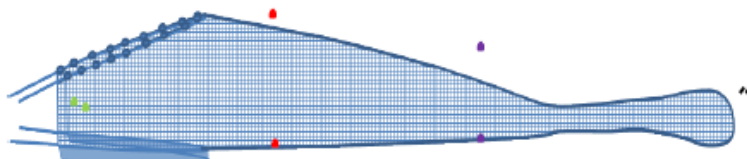
Westavik H, Grimsmo L (2012) Rapport fra tokt på Nordkappbanken med snurrevadbåten "Gunnar K", 18.- 24. mai 2011. SINTEF-rapport A21038.

Westavik H, Grimsmo L (2011) Rapport fra tokt med snurrevadbåten "Gunnar K" 22. mars 2011. SINTEF-rapport A21827.

Vedlegg 1

Skipperskjema Bru						
Skipper	Båt	Hal nr.	Posisjon N	Ø	Dato	Prosjekt
Not Type, modell						
Vindstyrke						
Kveiler	<u>Lengde</u>					
	<u>Diameter</u>					
	materiale					
Nota satt	<u>Dybde</u>		N	Ø		
	<u>Posisjon</u>					
	Klokka					
Blåse hentet	<u>Posisjon</u>		N	Ø		
	Klokka					
Hastighet	<u>Tauing</u>					
	Hiving	<u>Båt</u>				
		Trommel				
Sekken først synlig på overflaten Klokka						
Start pumping klokka						
Ca. fangst						
Kommentarer						

Vedlegg 2

Forskerskjema Bru						
Forsker	Båt	Hal nr.	Posisjon N	Ø	Dato	Prosjekt
Not Type, modell						
Kveiler	<u>Lengde</u>					
	<u>Diameter</u>					
	materiale					
Antall Sensør og plassering						
						
Nota satt	<u>Dybde</u>					
	<u>Posisjon</u>		N	Ø		
	Klokka					
Blåse hentet	<u>Posisjon</u>		N	Ø		
	Klokka					
Tauing	<u>Kl. start</u>					
	<u>Kl. Slutt</u>					
	Tauhastighet (knop)					
Hiving	<u>Kl. start</u>					
	<u>Kl. Slutt</u>					
	Hivehastighet vinsj (m/s)					
Sekken først synlig på overflaten Klokka						
Start pumping klokka						
Kommentarer						

Vedlegg 3

Forskerskjema Fisk					
Forsker	Båt	Hal nr.	Posisjon		Dato/Kl. start måling
			N	Ø	
ART I:			ART II:		
Svømmeblære			Svømmeblære		
Ja			Ja		
Nei			Nei		
Utskutt øyer			Utskutt øyer		
Ja			Ja		
Nei			Nei		
Mageinnhold			Mageinnhold		
Tomt			Tomt		
Medium			Medium		
Fult			Fult		
Gyttetilstand			Gyttetilstand		
Umoden			Umoden		
Gytteklar			Gytteklar		
Gyttet			Gyttet		
30		66			66
31		67			67
32		68			68
33		69			69
34		70			70
35		71			71
36		72			72
37		73			73
38		74			74
39		75			75
40		76			76
41		77			77
42		78			78
43		79			79
44		80			80
45		81			81
46		82			82
47		83			83
48		84			84
49		85			85
50		86			86
51		87			87
52		88			88
53		89			89
54		90			90
55		91			91
56		92			92
57		93			93
58		94			94
59		95			95
60		96			96
61		97			97
62		98			98
63		99			99
64		100			100
65		101			101

Vedlegg 5

Intern workshop: *Ulike faktorer relatert til snurrevadfiske*

Basert på tverrfaglig diskusjon i en intern workshop ved SINTEF Fiskeri og havbruk har vi listet opp følgende punkter som belyser diverse sider og fakta relatert til de aktuelle enhetsoperasjonene:

Generelle forutsetninger, avgrensinger og erfaringer

- Prosjektet skal i utgangspunktet fokusere på fartøy over 15 m, både nye og eksisterende fartøy
- Skippere som driver med levendefangst er mer forsiktige ved innhaling av nota, dvs. at de forsøker å unngå for rask oppstigning av posen for å unngå sprenging av svømmeblære og andre organ
 - Det er noe uklart hva som er problematisk ved ordinær oppstigning (posen vendes vertikalt), men større mengder fisk med oppblåst svømmeblære som blir liggende igjen øverst i posen under ombordtaking og utsettes for slitasje fra notlin, noe som ser ut til å være en uheldig effekt
 - Uklart på hvilken måte, så bidrar f.eks. økt foroverhastighet til å redusere dette problemet
 - Sensor for registrering av fangstmengde (mengdesensor); uklart om og eventuelt hvordan dette utstyret brukes i snurrevadfisket i dag
 - Kontroll på dyp og stigehastighet til pose under innhaling: dybdemåler brukes
- Redusert kvalitet på snurrevadfanger er primært knyttet til mangelfull utblødning og mekaniske skader på skinn og hornhinne (øye er kvalitetsindikator)
- Det brukes i dag 2 prinsipper for ombordtaking av fangst: sekking og pumping
 - Sekking anses som uheldig fordi det: (1) innebærer gjentatt tørking/trenging av fisk som dermed kan forårsake mekaniske skader, spesielt for den siste delen av fangsten og ved stor bølgehøyde, (2) utgjør en HMS-risiko for mannskap, og (3) er tid- og arbeidskrevende (om lag 500 kg biomasse pr sekking)
 - Pumping krever investering og tilstrekkelig plass samt krav til stabilitet
 - Begrenset løftehøyde for vakuumpumpe- og hevertpumper
 - Prosjektet vil fokusere på pumping av fangst
- Det er 2 hovedprinsipper for pumping i bruk: vakuumpumpe og hevert
 - Vakuumpumper mest utbredt, men hevert-prinsippet er mest skånsomt
 - Pumpesystemer leveres for fartøy ned til 15 m
 - M/S "Gunnar K" og M/S "Arnøytind" er båter på 36-40 m. De tar om bord typisk 10 tonn i løpet av en ½ time vha. vakuumpumpe, har 6 tanker på om lag 60 m³ hver med full fleksibilitet mht. overføring mellom tankene. Tankene har RSW-system.
- For føring av levendefangst er maksimal anbefalt fisketetthet på omkring 200 kg/m³. For overlevelse i kortere tid kan for eksempel 500 kg/m³ være akseptabelt. Forøvrig må nevnes at torsk er holdt i 24 timer ved 1050 kg/m³ med godt resultat i et kar med god vannutskifting (Staurnes med flere, 1994) .

- Et fartøy på 15 m (50 fot) kan ha mottakstank på 60 m³. Med en fisketetthet på 0,2 tonn/m³ gir dette en kapasitet på 12 tonn
- Ved nye konsept/fartøy er det i utgangspunktet ønskelig å få mest mulig av fangsten om bord hurtigst mulig
 - Ta utgangspunkt i fartøystørrelse og fangstkapasitet (redskapsstørrelse, fangstmønster)
 - For større fartøy vil det ofte være mulig å ta hele fangsten om bord (dvs. i løpet av ½ time)
 - Hovedfokus på pumpe- og tanksystem
 - For mindre fartøy, og for ekstra store fangster for større fartøy, kan man ta mest mulig om bord så hurtig som mulig
 - Utvikle og kombinere system for oppbevaring av fisk i posen i sjøen tilpasset tankkapasiteten om bord
 - Også alternativ/tilleggsløsning til fangstbegrensning
- Ved oppbevaring i sjø før avlaving kan man i prinsippet også se for seg overføring av fangst fra posen til et annet mellomlager i sjø (annen pose, beholder e.l.), men det er uklart i hvilke tilfeller dette vil være hensiktsmessig og mulig å gjennomføre.
- Gitt oppheving av lengdegrensener for fartøystørrelser i kystflåten, kan man i prinsippet også se for seg løsninger der man tar posen direkte om bord/inn i fartøyet, jfr. hekktråler m/slipp eller slusekammer.

Operasjonsfaser, delprosesser og komponenter

Løsninger for skånsom oppbevaring av fisk før avlivning kan inngå i flere faser av fangstoperasjonen og fangsthåndteringen:

1. Fangstfase
 - a. Pose
 - i. Ordinær pose
 - ii. Skånsom pose
 - iii. Multipose
 - iv. Annet
 - b. Fangstovervåkning
 - i. Video, Sonar, Ekkolodd
 - c. Fangstkontroll
 - i. Mengdesensor
 - ii. Fangstbegrensning

2. Hiving

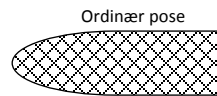
- a. Dybde- og oppstigningsovervåkning
 - i. Dybdesensor, GPS
 - ii. Hastighetssensorer
 - b. Dybde- og oppstigningskontroll
 - i. Vekt- og regulerbare oppdriftselementer
 - 1. Oppdriftsmessig nøytralt element på pose, bestående av (I) et delvolum med høy vekt og (II) et luftfylt delvolum som kan åpnes helt eller delvis for å slippe luft ut/vann inn slik at elementet får en netto negativ oppdrift
 - ii. Horisontale foil/kites
 - 1. Horisontale løfteflater som kan styre en pose vertikalt
 - 2. Kan reguleres ved foroverhastighet og direkte ved regulerbar angrepsvinkel e.l. - krever en viss foroverhastighet for å være effektiv
 - iii. Omvendt fallskjerm under/på siden av posen
 - 1. Effektivitet avhengig av stigehastighet
3. Ombordtaking
- a. Posisjonering av pose
 - i. I overflaten ved skuteside (som i dag)
 - ii. Under bølgesonen ved eller bak fartøyet
 - 1. Dybdekontroll og orientering/helning på pose
 - a. Balanse og fordeling av vekt og oppdrift
 - 2. Sikker avstand til skrog/propell
 - 3. Foroverhastighet, manøvrering (for eksempel ved skånsom pose)
 - b. Tilkobling fartøy-pose
 - i. Integrrert guideline innvendig i pose eller utvendig "frelser" på pose, tilgjengelig fra fartøy når deler av nota er tatt inn men pose fremdeles i sjøen
 - ii. Innvendig guideline og rør/slange
 - 1. Rør som tres innvendig gjennom strømpe/slange integrrert i posen
 - 2. Rør som tres på selve guideline
 - 3. Rør med utvendige ringer som tres på guideline
 - 4. Slange/rør-ende utgjør bakovervendt pumpeinntak
 - iii. Utvendig "frelser" og tilkobling av rør/slange på pose
 - 1. Kobles på integrrert forovervendt pumpeinntak bakerst i pose
 - 2. Tilkoblings- og låsemekanisme ("hurtigkobling")
 - c. Trenging og pumping av fangst
 - i. Tilførsel av fisk til rør-/pumpeinntak i pose
 - 1. Trenging
 - 2. Snurpesystem
 - 3. Strømning

4. Orientering/helning på pose
 5. Eget system for skånsom pose?
 - ii. Ombordtaking, oppbevaring ombord
 1. Kontinuerlig pumping, høy hastighet
 - iii. Ombordtaking, oppbevaring i sjø
 1. Kontinuerlig pumping, lav/tilpasset hastighet
 2. Pumping i "batch", f.eks. 500 kg biomasse som er typisk ved sekking i dag
4. Ombordhåndtering; tank- og prosesssystem
- a. Overordnet prosess:
 - i. Ombordtaking
 - ii. Grovsortering
 - iii. Mottakstank med gitt volum/kapasitet
 - iv. Prosesslinje
 - v. Tank for utblødning, skylling
 - vi. Tank/lasterom for oppbevaring til levering (is/isvann)
 - b. Større moderne fartøy har stor tankkapasitet og full fleksibilitet mht. overføring mellom tanker
 - c. Mindre fartøy har liten tankkapasitet og i utgangspunktet liten fleksibilitet
 - i. Flerbruk av samme volum sentralt. Containerbasert tanksystem og/eller seksjonerbare (flyttbare skott, skyveskott, hevebunn m.m.) tanker gir fleksibilitet mht. anvendelse av samme tank til flere formål:
 1. Mottakstank med gitt kapasitet (f.eks. 500 kg fisk eller mer, dvs. 1 m³ eller mer)
 2. Avlivning, prosessering
 3. Utblødning og skylling i containere/kar á 400 liter (250 kg losset fisk)
 4. Uttapping av blodvann fra containere, påfylling av isvann
 5. Lossing av containere m/kran
 - d. Mellomstore fartøy kan benytte deler av løsninger for store og mindre fartøy.

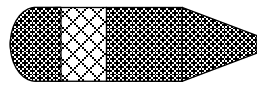
Vedlegg 6

Skisser av mulige komponenter og løsninger i forskjellig faser. Kun posen er vist, hoveddelen av snurrevadnota er utelatt fra tegning for enkelhets skyld.

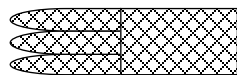
Fangst



Skånsom pose

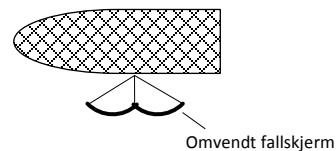
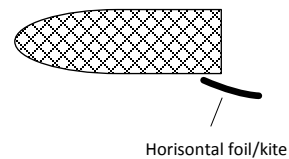
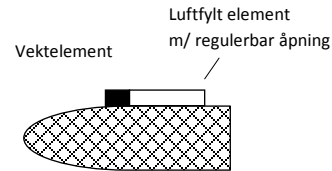


Multipose



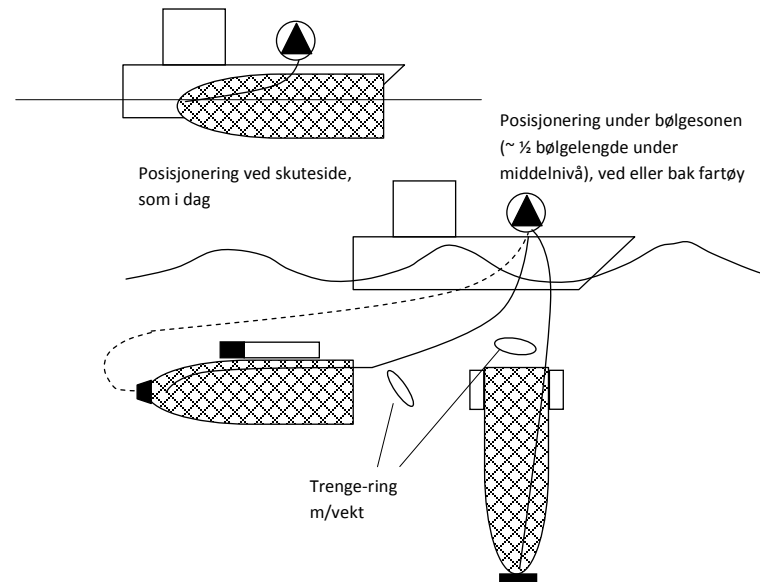
- fangstovervåkning
 - video, sonar, ekkolodd
- fangstkontroll
 - mengdesensorer
 - fangstbegrensing

Hiving



- dybde- og oppstigningsovervåkning
 - dybdesensor, tiltsensor, GPS
 - hastighetssensor
- dybde- og oppstigningskontroll
 - vekt- og regulerbart oppdriftselement
 - horisontal foil/kite
 - omvendt fallskjerm; stabilitet?
 - utløsermekanismer

Ombordtaking - Posisjonering, tilkobling, trenging og pumping

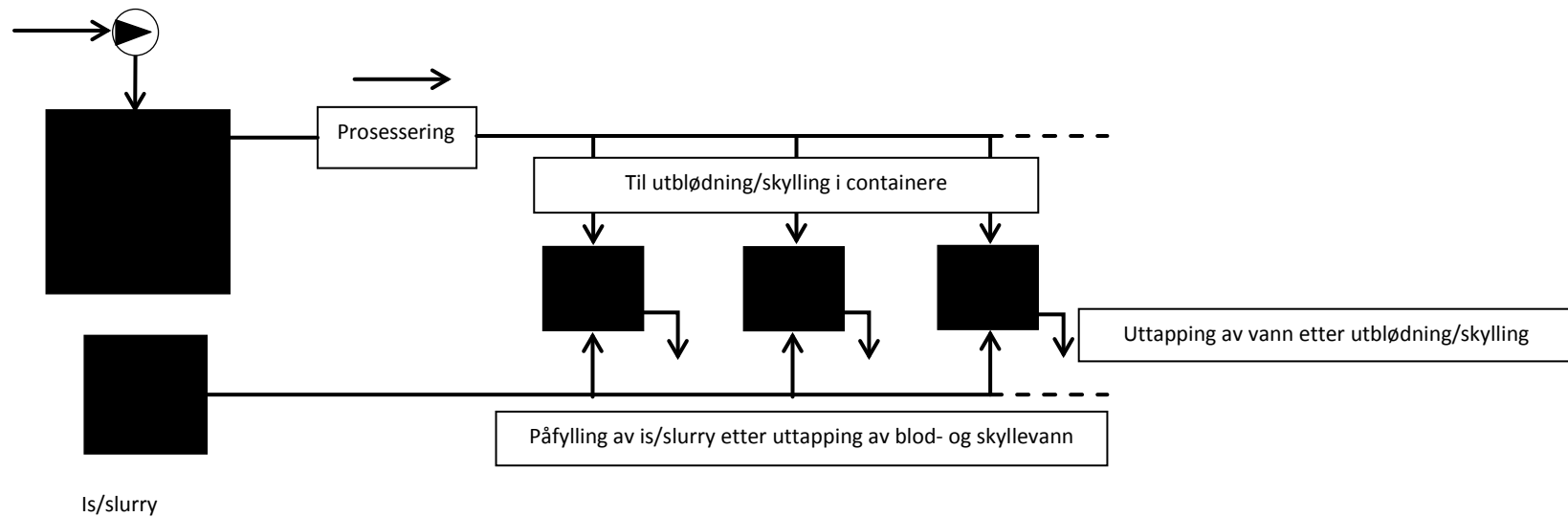


- posisjonering under bølgesonen ved eller bak fartøy
 - dybde og orientering/helning ($0 < \alpha < 90^\circ$) på pose reguleres ved balansering og fordeling av vekt- og oppdriftselement
 - sikker avstand til skrog og propell
 - evt. foroverhastighet/manøvrering
 - pumpe-lange/rør (~12") kobles til "guideline" innvendig i eller utvendig på posen
 - evt. trenging-ring føres utenpå not og bak-/nedover pose

Vedlegg 7

Skisse av fleksibelt container-/karbasert system for mindre fartøy

Pumping fra sekk til mottakstank, grovsortering





Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no