

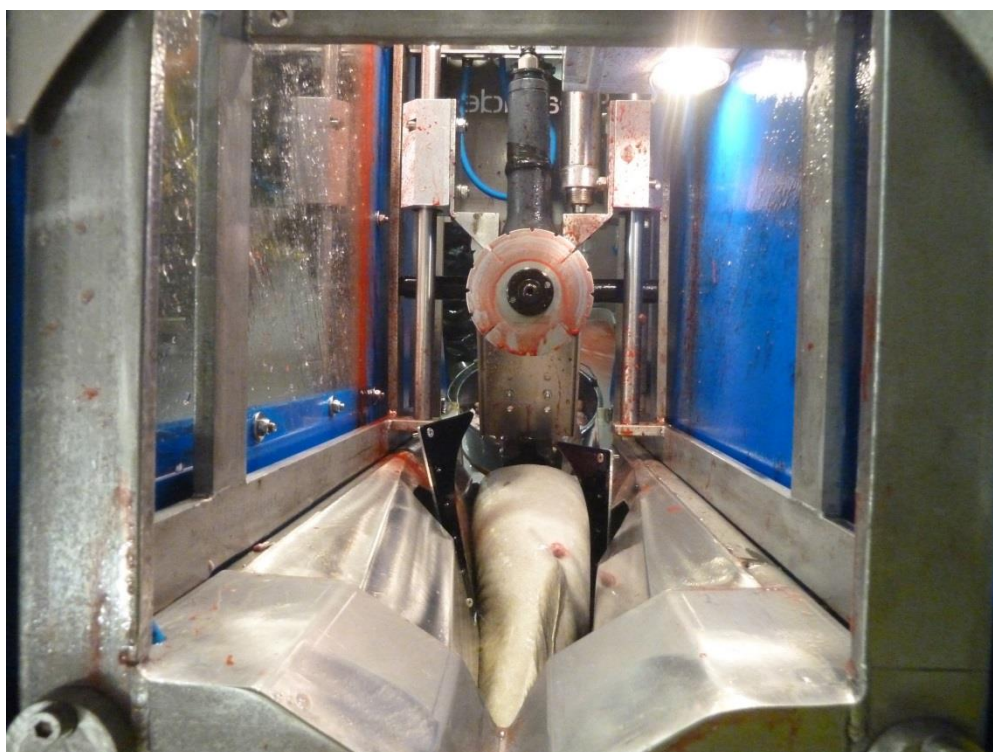
Sluttrapport AP4

Automatisk bløgging av villfisk

"Automatisk fangstbehandling av hvitfisk om bord på snurrevadfartøy"

Forfattere

Bendik Toldnes, Hanne Digre, Ulf Erikson, Cecilie Salomonsen, Aleksander Eilertsen, John Reidar Mathiassen, Harry Westavik, Leif Grimsmo



Rapport

Automatisk bløgging av villfisk

"Automatisk fangstbehandling av hvitfisk om bord på snurrevadfartøy"

EMNEORD:

Bløgging

Villfisk

Automatisering

Fangstbehandling

VERSJON

Endelig

DATO

2014-07-15

FORFATTERE

Bendik Toldnes

Hanne Digre, Ulf Erikson, Cecilie Salomonsen, Aleksander Eilertsen, John Reidar Mathiassen, Harry Westavik, Leif Grimsmo

OPPDRAUGSGIVER

Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond

OPPDRAUGSGIVERS REF.

Rita N. Maråk

PROSJEKTNR

FHF-prosjekt 900526

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

38 s + 6 vedlegg

SAMMENDRAG

Dette er sluttrapporten for Arbeidspakke 4 "Automatisk bløgging av villfisk" i prosjektet "Automatisk fangstbehandling av hvitfisk på snurrevadfartøy" (FHF-prosjekt 900526). Målsettingen med prosjektet var å utvikle automatiserte fangstbehandlingslinjer for mer effektiv prosessering av fisk som gir bedre arbeidsforhold for fiskerne, økt kapasitet og bedre fiskekvalitet. Denne arbeidspakken har fokusert på å utvikle en automatisk bløggeenhet, som er tilpasset snurrevadfartøy. Det er gjennomført en rekke aktiviteter inkl. brukerkartlegging, testing av ulike konsepter og bygging av en bløggeenhet. To ulike versjoner av bløggeenheten er testet ut under to ulike tokt. Videre er ulike laboratorietester gjennomført. Videre utvikling av prototypen er nødvendig før bløggeenheten kan være tilgjengelig for markedet.

UTARBEIDET AV

Bendik Toldnes

SIGNATUR*Ulf Erikson***KONTROLLERT AV**

Ida Grong Aursand

SIGNATUR*Ida Grong Aursand***GODKJENT AV**

Marit Aursand

SIGNATUR*Marit Aursand***RAPPORTNR**

SINTEF A26238

ISBN

978-82-14-05758-4

GRADERING

Åpen

GRADERING DENNE SIDE

Åpen

Innholdsfortegnelse

1	Bakgrunn.....	4
1.1	Mål	5
1.2	Milepæler.....	5
1.3	Planlagt leveranse	6
2	Innledning.....	6
3	Oversikt over ulike aktiviteter i AP 4	6
3.1	Brukerkartlegging og aktuelle bløggemetoder	7
3.1.1	Brukeraspekter på snurrevadbåt mindre enn 20 m	7
3.1.2	Brukeraspekter på stor snurrevadbåt.....	8
3.1.3	Valg av bløggemetoder.....	9
3.1.4	Evaluerings av bløggemetoder	10
3.1.5	Evaluerings av bløggeoperasjonen på laboratorium og valg av metode	11
3.1.5.1	<i>Sticking av hvitfisk med kniver montert i teksturmåler</i>	<i>11</i>
3.1.5.2	<i>Test av kommersiell slag/bløggemaskin (Stansas #12) med elektrobedøvd torsk</i>	<i>14</i>
3.1.5.3	<i>Test av ulike redskap anvendt til bløgging av hvitfisk</i>	<i>14</i>
3.2	Konsepter for automatisk bløgging.....	15
3.2.1	Kravspesifikasjon	15
3.2.2	Morfologi - delfunksjoner og deløsninger	15
3.2.3	Konseptutvikling	16
3.2.3.1	<i>Konsept for liten båt: Enmanns bløggemaskin</i>	<i>17</i>
3.2.3.2	<i>Stor båt konsept 1: Maskinsynlinje</i>	<i>17</i>
3.2.3.3	<i>Stor båt konsept 2: Mekanisk linje</i>	<i>18</i>
3.2.3.4	<i>Stor båt konsept 3: Delvis manuell linje</i>	<i>19</i>
3.2.3.5	<i>Bløggemaskin tilsvarende SeaSide AS sin robot for laks</i>	<i>19</i>
3.2.3.6	<i>Konsept for liten båt oppskalert for stor båt.....</i>	<i>21</i>
3.2.3.7	<i>Bløggemaskin basert på prinsipp i Baader GmbH sin hodekappmaskin for hvitfisk</i>	<i>22</i>
3.2.3.8	<i>Kroklinje</i>	<i>22</i>
3.2.3.9	<i>V-bånd.....</i>	<i>23</i>
3.2.3.10	<i>Scorecard konseptvurdering</i>	<i>23</i>
3.2.4	Konklusjon for valg av bløggekonsept for liten og stor båt	24
3.3	Oppsett av maskinsyn for bløgging av villfisk	24

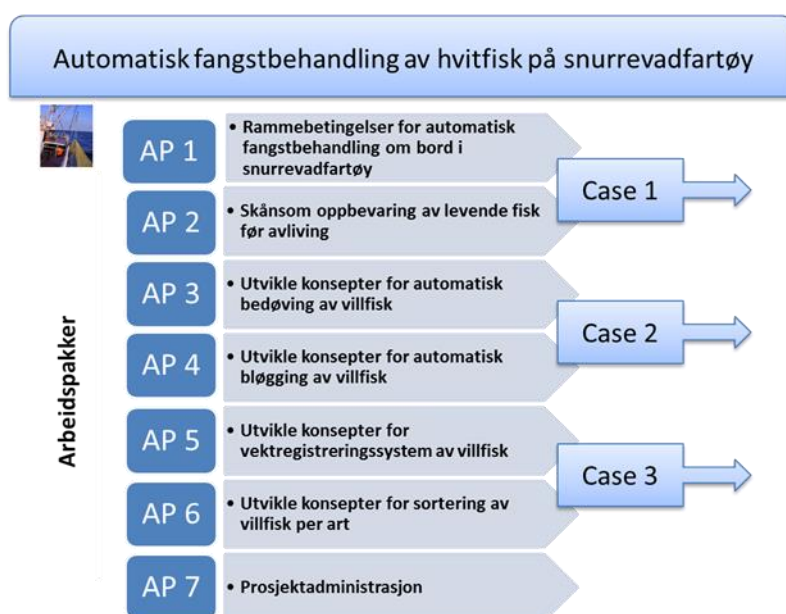
3.4	Singulering og retningsorientering av villfisk.....	26
3.5	Testing og evaluering av bløggemaskin	27
3.5.1	Tokt med M/S Harhaug november 2012 – Evaluering av testtrigg	27
3.5.2	Testing av Prototype 1 på småsei - Laboratorieforsøk juni 2013	32
3.5.3	Feltforsøk ved Myre Fryseterminal AS og tokt med M/S Meløyfjord februar 2014	33
3.5.4	Sammenfatning av uttesting og forslag til endringer av bløggemaskin (Prototype 2)....	34
4	Konklusjoner: Konsept for automatisk bløgging av villfisk.....	35
4.1	Hovedkonklusjoner	35
4.2	Bløggemaskin Prototype 2	36
4.3	Videre utvikling	36
5	Referanser.....	37

BILAG/VEDLEGG

Bilag 1-6: side 39-54

1 Bakgrunn

Dette er sluttrapporten i Arbeidspakke (AP) 4 "Automatisk bløgging av villfisk" i prosjektet "Automatisk fangstbehandling av hvitfisk på snurrevadfartøy" (FHF-prosjekt 900526). Prosjektet har fokus på utvikling av teknologiske løsninger for å bedre helse, miljø, sikkerhet, fangstkvalitet og effektivitet om bord på snurrevadfartøy. FoU-arbeidet er organisert i 6 arbeidspakker, se Figur 1.



Figur 1 - Illustrasjon av prosjektets 7 arbeidspakker (inkl. prosjektadministrasjon).

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. 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. I dag tømmes fangsten som oftest i en mottaksbinge uten vann noe som fører til at en stor andel av fisken er død ved bløgging. Det er derfor nødvendig å utvikle et nytt konsept/system som forbedrer denne delprosessen. Enhetsoperasjoner som inngår i 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. Når det gjelder skånsom ombordtaking og oppbevaring av fisk før avlaving (AP2) og automatisert bedøving henvises det til sluttrapporter for disse arbeidspakkene (Erikson m.fl., 2013, 2014).

I AP4 var planen å utvikle en automatisk bløggeenhet som bedrer fiskeflåtenes konkurransedyktighet med hensyn til kostnad, kvalitet, HMS og dyrevelferd. Enheten skal være tilpasset snurrevadfartøy. Ulike konsepter er vurdert:

- Enmanns bløggeautomat (liten båt)
- Fullautomatisert maskinsynlinje (stor båt)
- Delautomatisert mekanisk linje (stor båt)
- Mest mulig manuell linje (stor båt)

For å utvikle en slik enhet er det flere forhold som må vurderes og utfordringene er eksempelvis store bevegelser på fartøy, plassmangel, dårlige lysforhold, liten tilgang på elektrisitet, fuktige og korrosive omgivelser. En forutsetning for helautomatisert bløgging er at fisken er bedøvet i forkant, slik at fisken er tilstrekkelig rolig og håndterlig. Det kan være aktuelt med både hel- og halvautomatisert bløgging, avhengig av type båt og valg av teknologi.

Denne arbeidspakken er finansiert av Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (prosjekt nr. 900526), Norges forskningsråd (prosjekt nr. 210883) og SINTEF Fiskeri og havbruk (prosjekt nr. 6020284).

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 (AP 1-7 vist i Figur 1).

Målsettingen for AP4 var:

- *Utvikle konsepter for automatisk bløgging av villfisk*

1.2 Milepæler

Milepælene for AP 4 var opprinnelig som følger (prosjektbeskrivelse datert 13.12.2010):

1. Besluttet hvilken bløggemetode som er best egnet for villfanget fisk
2. Ferdigutviklet bløggesystem for automatisk bløgging av snurrevadfanget fisk
3. Prototyp for automatisk bløgging av villfisk er utviklet
4. Uttestet prototyp for bløgging av villfisk på båt

1.3 Planlagt leveranse

1. Prototyp for automatisk bløgging av snurrevadfanger fisk.

2 Innledning

System for bløgging er i snurrevadflåten manuelt basert, noe som gir utslag i varierende resultat for repeterbarhet og kvalitet (dårlig utblødning), spesielt dersom fangsten er av uhåndterlig størrelse for manuell behandling av levende fisk. I dagens snurrevadfiske bløgger en person ca 4-5 tonn fisk pr. time. I snitt benytter mannskapet ca 50 prosent av tiden ombord til fangstbehandling. Sikkerhet og stabilitet i manuell bløggeoperasjon vil være svært personavhengig, og risiko for mangelfull og feil bløgging er klart til stede. Det finnes i dag maskiner for bløgging av oppdrettet fisk. SeaSide AS er leverandør av Stansas #12. Denne maskinen er basert på manuell innmating og kombinerer bløgging med et bedøvelsesslag ('stunning') til fiskens hode. Maskinen aktiveres ved at snuten til fisken trigger en mekanisme som videre aktiverer stunningstempel og bløggekniv drevet av pneumatiske sylindere. Bløggekniven er en rett spiss kniv (bredde 30 mm) som skjærer gjennom fiskens gjellelokk og deretter gjennom gjellebuene. Det finnes også en annen norsk maskin (SMP AS) og en australsk (SI-5/SI-7) som begge slår i hodet (bedøver evt. dreper) og blodtapper fisk. En ren mekanisk bløggemaskin kan gi variasjon i bløggekutt ved varierende fiskestørrelse og form på fisken. Dette kan igjen gi variasjon i forhold til effekt av bløggekutt som har betydning for dyrevelferd og utblødning. En intelligent løsning med bruk av maskinsyn/deteksjon/robot kan muliggjøre presise bløggekutt uavhengig av fiskens art, ytre form og størrelse. Etter bløgging skal fisken tappes for blod. Tradisjonelt har dette skjedd ved utblødning etter en viss tid i tanker med sjøvann, som gjerne er nedkjølt (0 – 4 °C).

3 Oversikt over ulike aktiviteter i AP 4

Følgende aktiviteter har inngått i AP 4:

1. Brukerkartlegging og aktuelle bløggemetoder:
2. Utvikle konsepter for automatisk bløgging av villfisk. Fokus på følgende konsepter:
 - a. Enmanns bløggeautomat (liten båt)
 - b. Fullautomatisert maskinsynlinje (stor båt)
 - c. Delautomatisert mekanisk linje (stor båt)
 - d. Mest mulig manuell linje (stor båt)
3. Utvikle den valgte bløggemetoden slik at den tilpasses villfisk
4. Singulering og retningsorientert posisjonering av bløgget fisk
5. Utvikling og testing av prototyp

3.1 Brukerkartlegging og aktuelle bløggemetoder

Det er gjennomført to undersøkelser hvor man har sett på brukeraspekter på snurrevadfartøy mindre og større enn 20 m.

3.1.1 Brukeraspekter på snurrevadbåt mindre enn 20 m

I utviklingsprosessen er det viktig å designe for både primærbruker og sekundærbruker samt ta hensyn til noen av interessentene. I brukeraspektanalysen er det blitt kartlagt at fiskeren er primærbrukeren mens den viktigste sekundærbrukeren er reparatøren. I interessentanalysen er også fiskeren den viktigste, men i tillegg er båtbyggeren en interessent det må tas hensyn til. Mottaksanlegget er en annen viktig interessent. Denne ønsker råstoff av god kvalitet, og har fiskeren en bedøve- og bløggeautomat som er god i bruk om bord på fiskebåten vil det kunne bli enklere for fiskeren å levere dette. Arbeidsdagen til fiskeren kan bli enklere med færre tunge løft og vrioperasjoner slik at belastningen på kroppen bli redusert. Det vil fortsatt være et yrke som krever god fysisk utholdenhet, men noen av belastningsskadene og arbeidsulykkene kan unngås. Ergonomi er viktig å ta med i utviklingsprosessen.

Et viktig aspekt for bedøving og bløgging av fisk er antall fiskere om bord på hver båt som arbeidet skal fordeles mellom. Dette fordeler seg om lag slik:

- Båter under 11 meter kan ha bare 1, men helst 2 fiskere om bord.
- Båter mellom 11- 15 meter vil ha 2 – 3 fiskere om bord.
- Båter mellom 15 – 21 meter vil ha 3 – 4 – 5 fiskere om bord.

I tillegg legger omgivelsen viktige premisser for utformingen av bedøve- og bløggeautomaten. Vi ser at utstyret skal stå uten ly på båten. Det er snakk om hal opp mot 8-9 tonn som skal prosesseres fortløpende av 1-3 fiskere. Det er utfordringer med glatt og bevegelig dekk, og dette må det tas hensyn til i utforminga av maskina.

Et annet aspekt er hvordan kommunikasjonen foregår om bord. Tidligere rapporter viser at støy er et problem, men likevel gis beskjeder uten bruk av noen form for intercom. Å betjene en maskin i fellesskap krever samhandling, både visuell og verbal kommunikasjon, og det må det legges til rette for.

En særegenhet i yrket er friheten til å utforme egen arbeidsdag. Dette er noe brukerne ønsker å fortsette med. Det å sette om bord en bedøve- og bløggeautomat vil legge føringer for hvordan og hvor kjapt fiskeren kan prosessere fisken. I hvor stor grad skal fiskeren selv bestemme hvordan den skal brukes, eller skal det legges sterke føringer inn i maskina slik at et fåtall bruksmåter er mulige?

Både brukere, interessenter, omgivelser samt eksisterende arbeidsmønstre- og redskaper legger premissene for bedøve- og bløggeautomaten som skal utvikles. For at utstyret skal bli godt i bruk må det designes inn i disse føringene og ikke tilpasses de i etterkant.

3.1.2 Brukeraspekter på stor snurrevadbåt

På en stor snurrevadbåt (lengde >20 m) er det flere personer og noe mer komplekst utstyr enn på liten snurrevadbåt. Dette medfører at det stilles noen andre krav til utstyret fra brukerne, interessenter og omgivelser.

I utviklingsprosessen er det viktig å designe for både primærbruker og sekundærbrukerne samt ta hensyn til noen av interessentene. I denne analysen er det blitt kartlagt at fiskeren er primærbrukeren, men at den har to viktige subkategorier: Noviser og eksperter. Det finnes flere viktige sekundærbrukere blant mannskapet om bord. I interessentanalysen er rederen og fiskerne de viktigste fordi den ene bærer den økonomiske belastninga og innkjøpsansvaret, og den andre er primærbrukeren. Mottaksanlegget er en annen viktig interessent. Denne ønsker råstoff av god kvalitet, og har snurrevadfartøyet en bedøve- og bløggemodul som er god i bruk om bord på vil det kunne bli enklere for fiskerne å levere råstoffet. Arbeidsdagen til fiskeren kan bli enklere med færre tunge løft og vrioperasjoner slik at belastningen på kroppen bli redusert. Det vil fortsatt være et yrke som krever god fysisk utholdenhet, men noen av belastningsskadene og arbeidsulykkene kan unngås.

Bedøve- og bløggemodulene skal tilpasses en eksisterende dekkutforming og maskinpark om bord på båtene. Dette krever at modulene er fleksible i hvordan de skal settes opp. Det burde også legges opp til at man har plass til å gjøre bløgging manuelt dersom utstyret skulle stoppe opp. Dette krever plass og er en utfordring, men vil gi mannskapet en sikrere og mer forutsigbar arbeidshverdag.

Bedøve- og bløggemodulene vil stå på et eget fabrikkdekk i ly for vær og vind. Det gir fiskerne et tryggere arbeidsmiljø. Selv om bedøve- og bløggemodulen er på et eget dekk vil den bli utsatt for saltvann som følger med fangsten. Bedøve- og bløggemodulene må tåle et svært korrosivt miljø.

Innkjøp bestemmes av innkjøpsansvarlig i rederiet i samarbeid med fiskerne. Fiskerne får en innflytelse fordi det er en kamp om kompetent arbeidskraft. Det er ikke bare økonomi som er i fiskernes interesse, men også HMS og andre forhold omkring bruk av nyinnkjøpt utstyr.

Fiskerne vil kunne få en varierende grad av opplæring i bruk av utstyr. Bedøve- og bløggemodulene må derfor utformes slik at de kan brukes med minst mulig forkunnskaper. Alle om bord vil bruke maskina, men i varierende grad.

Av de 4-7 personene som er om bord vil alltid en person befinne seg i styrhuset. Opp mot seks mann vil kunne være i sving på dekk under fangsting og fangstbehandling. Ved store hal trengs alle mann. Ønsket fangstmengde er på rundt 10 tonn fisk for at fangstmengden skal være håndterbar å prosessere. Fiskerne oppgir 20-25 tonn fisk som absolutt største fangstmengde, men ekstremhal kan forekomme på opp mot 50 tonn fisk.

I designen av bedøve- og bløggemodulene burde det legges opp til at reparasjon og vedlikehold skal kunne utføres uten mye forkunnskaper. Da kan maskinist og fiskerne selv reparere feil mens de er på havet og driften vil gå mer kontinuerlig. Ellers er målet at lokale krefter vil kunne utbedre større feil. Utstyret burde designes slik at brukerne i minst mulig grad trenger spesialkompetanse fra utstyrsleverandør eller lignende for å reparere bedøve- og bløggemodulene. Det trengs i tillegg en representativ reservedelsliste som sikrer drift på sjøen.

Ved en god bruk av bedøve- og bløggemodulene kan snurrevadfartøyene få en fangst med bedre kvalitet enn tidligere. Tidligere undersøkelser viser at mottaksanlegg ser på snurrevadfangst som fangst med dårlig kvalitet fordi den ikke er skikkelig utblødd. Med det nye utstyret kan denne oppfatningen forandres og relasjonen forbedres. Dette kan gi en svært gunstig ringvirkning for næringa.

Både brukere, interessenter, omgivelser samt eksisterende arbeidsmønstre- og redskaper legger premissene for bedøve- og bløggeautomaten som skal utvikles. For at utstyret skal bli godt i bruk må det designes inn i disse føringene og ikke tilpasses de i etterkant.

3.1.3 Valg av bløggemetoder

Litteraturstudium - Det er tidligere utført flere vitenskapelig baserte studier på fisk, inkludert torsk, som hadde som hensikt å finne fram til den mest effektive metoden for blodtømming. Det viser seg at umiddelbar bløgging, eller senest innen omtrent 30 min etter død, er klart viktigste faktor for god utblødning. Bløggemetode har vist seg å ha mindre betydning i så henseende (Kelly, 1969; Huss & Asenjo, 1976; Valdimarsson m.fl., 1984; Botta m.fl., 1986; Warris & Wilkins, 1987; Roth m.fl., 2005; Olsen m.fl., 2014). Dette kan forklares med at utblødningen bør skje før blodet får tid til å koagulere i fisken. Imidlertid kan det nevnes at bløgging ved kutting av gjellebuene på torsk ga lysere og mindre røde fileter sammenliknet med fileter fra direktesløyd fisk til å begynne med (Digre m.fl., 2011).

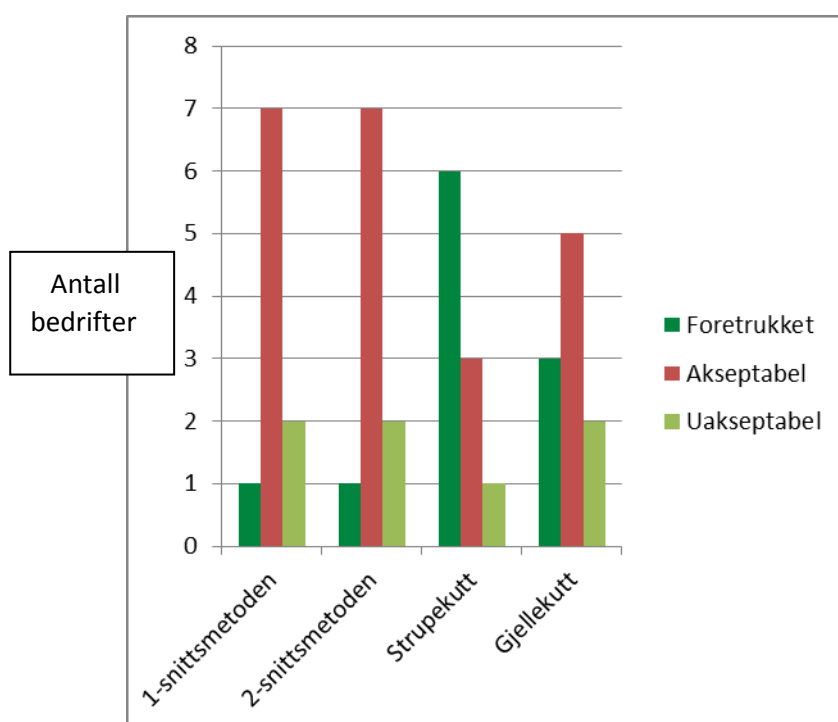
Kartlegging av bløggemetoder som anvendes i Norge - Det ble gjennomført telefonintervjuer med ansvarlige på 11 fiskemottaksanlegg, ett i Finnmark, ett i Troms, syv i Nordland og to i Møre og Romsdal. Målet var å kartlegge hvilke bløggekutt anleggene foretrekker at fisken har. Det viste seg at det benyttes fire metoder å bløgge på:

- 1-snittsmetoden: Åren fra hjertet kuttes, men ikke de to årene fra gjellene.
- 2-snittsmetoden: Begge årer fra gjellene kuttes, men ikke åre fra hjerte til gjeller.
- Strupekutt/trålerbløgging: Kutt gjennom kverken, helt ned på begge sider.
- Gjellekutt: Kutt av en eller flere gjellebuer på ene siden.

Resultat - Resultatene fra undersøkelsen viste at strupekutt var det foretrukne, men 1- og 2-snittsmetodene var også akseptable (Figur 2). Grunnen til at gjellekutt ikke er like ønskelig er fordi det er vanskelig å etterprøve om fisken er bløgget skikkelig. Med strupekutt er det derimot ikke noen tvil om at bløgging er foretatt.

Dessuten har noen mottaksanlegg satt inn nye sløyelinjer. På disse kan man kun ta fisk som har strupekutt. Dersom anleggene får inn fisk som ikke er bløgget med strupekutt medfører dette ekstraarbeid for anlegget. I tillegg er det klipp- og saltfiskprodusenter som bruker ishavskapper avhengig av at kverken er tatt.

Konklusjon - I undersøkelsen fremstår ingen av bløggemetodene som spesielt uakseptable, noe som stemmer overens med konklusjonene fra litteraturstudiet nevnt ovenfor. Av de spesielt foretrukne metodene er det først "Strupekutt" og deretter "Gjellekutt" som foretrekkes. Ut i fra denne undersøkelsen har strupekutt en praktisk fordel fordi det er enkelt å vurdere om fisken er bløgget eller ei, både for fisker og mottaksanlegg. I tillegg vil nye sløyelinjer fungere kun på strupekuttet fisk. Det samme gjelder også for noe av det eksisterende maskineriet for salt- og klippfiskproduksjon. På disse mottakene må det settes inn ekstra ressurser på strupekutting dersom de får inn fisk som er bløgget på en annen måte.



Figur 2 – Resultat fra spørreundersøkelse over hvilken bløggemetode som er mest foretrukket i hvitfiskindustrien.

3.1.4 Evaluering av bløggemetoder

I løpet av prosjektperioden har det blitt gjennomført flere tokt. På disse toktene har en gjennomført ulike delaktiviteter som har inngått som en del av de forskjellige arbeidspakkene i prosjektet. Med hensyn til bløgging og utblødning (AP4) er det samlet relevante resultater i Bilag 1. Resultatene er i stor grad ekstrahert ut fra tidligere rapporterte resultater i andre arbeidspakker:

- Rapport fra tokt med snurrevadbåten "Gunnar K", 22. mars 2011 (Westavik & Grimsmo, 2011; Erikson m.fl., 2014)
- Rapport fra tokt på Nordkappbanken med snurrevadbåten "Gunnar K", 18.- 24. mai 2011 (Westavik & Grimsmo, 2012; Erikson m.fl., 2014)

På begge toktene ble fisken holdt 3 timer etter elektrisk bedøving i et kar med sirkulerende sjøvann. Det var ingen kvalitetsforskjeller på fileter fra fisk som ble bløgget like etter bedøving sammenliknet med de som ble bløgget 3 timer etter bedøving, til tross for at en god del av fiskene var døde ved sist nevnte tidspunkt. Det må her påpekes at vi ikke vet hvor lang tid etter bedøving de sist nevnte fiskene døde. Vi kunne heller ikke observere forskjell i kvalitet mellom fisk som ble bløgget ved strupekutt og direktesløyting (god kvalitet i begge tilfellene).

I tillegg vil vi også referere til et arbeide utført av Nofima som studerte blodtapping fra torsk ved ulike bløggemetoder (Akse m. fl., 2005; 2012). Best bløggeresultat ble oppnådd når torsken ble bløgget levende rett etter fangst og deretter sløyd. Gradvis dårligere resultat ble oppnådd ved økende tid (0, 30, 60 og 180 min) mellom fangst og start bløgging. Før bløgging lå fisken i kar uten vann, mens utblødningen ble foretatt i kar med rennende vann.

3.1.5 Evaluering av bløggeoperasjonen på laboratorium og valg av metode

3.1.5.1 Stikking av hvitfisk med kniver montert i teksturmåler

Høsten 2011 ble det gjennomført to forsøk med stikking av torsk, sei og hyse med kniv. Knivene, av samme type som benyttes på laks i SeaSide AS sin bløggerobot (Stansas #15), ble montert på en teksturmåler (TA.XTplus Texture Analyser) som vist i Figur 3. Samme testoppsett ble benyttet i alle forsøk: 40 mm/sek nedtrykkshastighet (stikk opp og ned), 85 % gjennomstikking (relatert til prøvens totale høyde som settes til 100 %). En veiecelle for registrering av kraft inntil 50 kg ble benyttet. Død fisk ble kjøpt inn til disse innledende testene. Forsøkene er beskrevet i egne interne notater. Her gis en kort oppsummering.

Hensikt:

- Undersøke kraftbehov ved knivstikking (bløgging) av torsk, sei og hyse
- Eventuelt kunne si noe om forskjeller mellom ulike knivtyper
- Identifisering av bløggestikkpunkt på gjellelokk

Resultatene fra det første forsøket viste at betydelig større kraft måtte til for stikking av hvitfisk enn hos laks (samme forsøksoppsett og kalibrering av teksturmåleren). Dette kunne dog tenkes å skyldes uheldige stikkpunkt og/eller at knivene var for sløve. Derfor ble forsøket gjentatt med skarpslippte kniver. Eksempler på grafer (kraft = f (tid for trykkbelastning)) for stikking gjennom gjellelokk er vist i Bilag 2.



Knivtesting (bløgging) av torsk og resulterende avkuttete gjellebuer



Knivtesting (bløgging) av sei og resulterende avkuttete gjellebuer

Figur 3 – Testing av kniver montert i teksturmåler for bløgging av hvitfisk. Nødvendig kraft for å kutte gjennom gjellelokkene ble registrert.

Konklusjoner relatert til stikking av hvitfisk med kniv

Generelt:

- Gjennomsnittlig (maksimal) kraft ved stikking (n=14) var 28,3 kg (variasjonsbredde: 10,2 - 49 kg)
- Fikk ikke til god nok 'bløgging' av torsk med stikkende kniv
- Selv stikkende kniv med manuell fiksering under kontrollerte forhold var utfordrende
- Stikkende kniv mot strupe var svært vanskelig å få til (uaktuelt?)

Treffpunkt/stikkpunkt:

- Treffpunkt har mest å si for kraftbehovet ved bløgging
- Treff i bruskplater har en tendens til å medføre nedbøying og ikke kutting av gjellebuer - riktig treffpunkt er derfor meget viktig
- For å være sikker på å kutte gjellebuer må det stikkes dypt, helst 85 % av fiskens høyde eller mer

Skarphet av kniven:

- Skarpheten påvirker kraftbehovet i betydelig grad - automatisk knivsliping bør innebygges
- Type kniv er ikke vesentlig hvis stikkpunkt er riktig, men kniv av "meisel"-type har betydelig mindre sjanse

for å skyve fisken skjev noe som fører til feilstikking

- Feilstikking og rotering/sideforskyving av fisk øker kraftbehovet voldsomt og øker risikoen for å knekke knivbladet
- Knivene som er i bruk på laks er ikke av beste knivstålqualität og synes å være sløve selv i "industriislipt" tilstand (senere ble det opplyst at industrien derfor ettersliper knivene selv)
- Fiksering av fisk under stikking er nødvendig

Type fisk:

- Resultatene spriker langt mer enn for tilsvarende forsøk på laks. Dette understreker utfordringen i å fikse hvitfisk og tilpasse stikkpunkt til art
- Anatomiske forskjeller mht. bruskplater og gjellebuenes plassering medfører at art må identifiseres og en egen algoritme for beregning av stikkpunkt må utformes for hver art
- Det kan se ut som størrelsesforskjeller medfører forskjell på hvor gjellebuene ligger i forhold til hodets utforming. Dette bør undersøkes nærmere under utforming av algoritmene
- Stikkpunkt må tilpasses hver enkelt art og på fisk av ulik størrelse innen hver art

Ved bruk av automatisk bløgging og maskinsyn er det derfor nødvendig å detektere fiskens art (torsk, sei eller hyse) i forbindelse med bløggeoperasjonen

I tillegg ble det gjort noen innledende tester med bruk av maskinsyn for om mulig å kunne identifisere passende bløggestikkpunkt på gjellelokk. Det viste seg at det var lett å finne et passende stikkpunkt (torsk). Ved å benytte et stikkpunkt midt på en linje mellom øye og øvre feste for sidefinnen vil man alltid kutte minst en gjellebue, sannsynligvis flere (Figur 4).



Figur 4 – Automatisert bløgging krever at man kan identifisere et passende stikkpunkt for kniven. Bildet til venstre viser knivens treffpunkt styrt av maskinsyn. Stikkpunktet ble automatisk beregnet ut fra en tenkt linje mellom øvre del av brystfinnen og øyet. Et passende stikkpunkt ligger midtveis på denne linjen. Bildet til høyre viser at gjellebuer kuttet ved bruk av denne metoden.

3.1.5.2 Test av kommersiell slag/bløggemaskin (Stansas #12) med elektrobedøvd torsk

Forsøket ble gjennomført i april-mai 2012 der villfanget torsk ble tatt inn levende til vårt laboratorium. Følgende skulle undersøkes:

- Test av SeaSide AS sin slag/bløggemaskin (Stansas #12) på elektrobedøvd villtorsk. Maskinen benyttes kommersielt i lakseindustrien.

Umiddelbart etter at fisken ble elektrobedøvd ved 70 V pDC bruk av Stansas #1 Elektrobedøver (SeaSide AS) ble en fisk i gangen lagt inn i slag/bløggemaskinen (Stansas #12) som opererte ved et trykk på 10 bar. I og med at fisken allerede var elektrisk bedøvd, ble slagstemplet i maskinen koplet ut. Dermed var det kun stikkeoperasjonen vi studerte ved å bruke denne maskinen. Det ble benyttet slipte kniver i maskinen der flere forskjellige innstillinger av knivene utprøvd (Figur 5).



Figur 5 – SeaSide AS sin pneumatisk drevne slag/bløggemaskin for automatisk bedøving og bløgging. Kniv vist i venstre bilde. Stikking skjer etter at en fisk i gangen blir fiksert i maskinen (høyre bilde).

Resultatene viste at det på torsk var vanskelig å oppnå god bløgging (stikking) ved bruk av denne maskinen. Dette skyldes geometriske forhold (ulike fiskestørrelser, ulike hodeformer og hvorvidt gjellelokkene var utspilt eller ikke etter forutgående elektrobedøvning). Videre var det for dårlig fiksering av fisken og det var problemer å stikke gjennom harde bruskplater i fisken. Muligens kan dette skyldes at knivene ikke var skarpe nok, eller at stikkekraften ikke var stor nok, eller eventuelt at knivhastigheten var for lav. Vi kan derfor konkludere med at slag/bløggemaskinen Stansas #12, beregnet på laks, ikke uten videre fungerer tilfredsstillende på hvitfisk.

3.1.5.3 Test av ulike redskap anvendt til bløgging av hvitfisk

Ulike verktøy, hvor en kan montere ulike knivtyper, ble brukt for å undersøke hvilken knivtype som fungerte best for stikking/skjæring gjennom gjellelokk eller for kutting av strupen på torsk (Figur 6).

Oscillerende kniver ble også testet ut. Beste prinsippvalg viste seg å være roterende glatt kniv, dog er det viktig at knivbladets diameter sees i relasjon til dybde og bredde av bløggekuttet som er nødvendig. Variable her er fiskestørrelse og fikseringsskålens størrelse og design. Ved optimalisering av skjæreredskap kan imidlertid også oscillerende kniver (ultrasonisk kniv) kunne tenkes å fungere godt i praksis.



Figur 6 – Forskjellige verktøy med ulike knivtyper ble benyttet for å stikke eller skjære gjennom gjellelokk, samt for å lage strupekutt på torsk. Eksempelvis ser vi her en roterende kniv på venstre bilde, mens høyre bilde viser en oscillerende kniv.

3.2 Konsepter for automatisk bløgging

3.2.1 Kravspesifikasjon

De viktigste kravene til systemet er:

- All fisk må bedøves og bløgges
- Systemet må være arbeidsbesparende
- Systemet må håndtere fisken skånsomt
- Mengde fisk gjennom systemet må være lik eller større enn for manuell bløgging
- Systemet må kunne håndtere fisk av varierende art og størrelse
- Investeringskostnaden bør være lav og tilbakebetalingstiden kort

3.2.2 Morfologi - delfunksjoner og delløsninger

Alle maskinelle delfunksjoner som utgjør automatisk bløgging og bedøving er identifisert. For hver av disse er det satt opp alternative delløsninger. I konseptutviklingen vil de mest egnede delløsningene søkes satt sammen til et eller flere helhetlige konsepter. Delfunksjoner i system for bløgging og bedøving:

- Innmating
- Sortering (80 % med hensyn på art, størrelse og kvalitet)
- Singulering og orientering

- Bedøving
- Bløgging
- Utblødning
- Maskinsyn
- Veiing eller vektestimering
- Sortering (størrelse/kvalitet)
- Utmating (levering videre)
- Transport

Eventuelle tillegg (detaljering):

- Finne en løsning for 20 % av fisken som går utenom enheten? (For stor fisk, uidentifiserbar fisk, ukjent objekt, eller feil. En må alltid ta høyde for at noe manuelt arbeid må påregnes).
- Design, modularitet, støttefunksjoner og innfesting.
- Ved bruk av maskinsyn skal det inkluderes en tellefunksjon (ved en maskinell løsning vil det være nødvendig med en fisketeller).

Ulike delfunksjoner og delløsninger kan illustreres i såkalte morfologitabeller. For bedøving og bløgging av hvitfisk ombord på fartøy kan disse se ut som vist i Bilag 3.

3.2.3 Konseptutvikling

Den 20. oktober 2011 ble det gjennomført en workshop for å inkludere flere synsvinkler i prosjektet og diskutere funksjonalitet og løsninger.

Deltakere:

- Harry Westavik, Ulf Erikson, Leif Grimsmo, Halvard Aasjord, Bendik Toldnes (fangstbehandling, produktkvalitet, HMS og maskin)
- Hans V. Bjelland, Mats A. Heide, Andreas M. Lien, Helene K. Moe (produktdesignere)
- John Reidar Mathiassen, Ekrem Misimi, Morten Bondø, John Fossum (automatisering/maskinsyn)

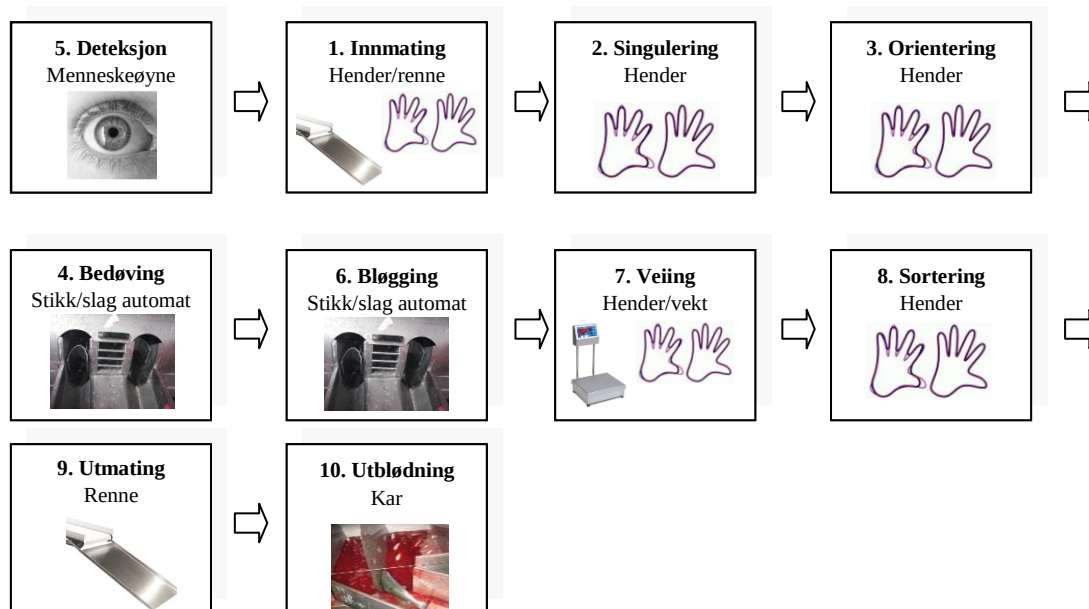
Behov, parametre, kravspesifikasjon, delfunksjoner og delløsninger ble gjennomgått med tanke på å samle inn flere synsvinkler/idéer for å kunne komme frem til et eller flere helhetlige konsepter for bløgging. Workshopen genererte mange forslag som er bearbeidet og oppsummert i konseptutviklingen. Det vil på grunn av store forskjeller i tilgjengelig areal og arbeidsmengde om bord være hensiktsmessig å se på to grunnleggende forskjellige konsepter:

1. Bløggeautomat for små båter (ned mot 15 meter)
2. Bløggesystem for store båter (inntil 40 meter)

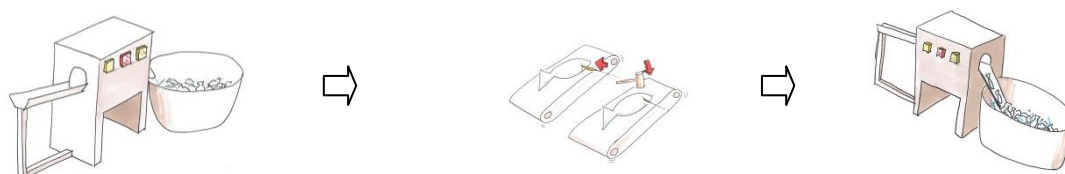
Systemet må også være fleksibelt nok til å kunne innplasseres både i nybygget båt og eksisterende båt. Økonomiske og arealmessige hensyn gjør at flere mulige konsepter kan tenkes på større båter.

3.2.3.1 Konsept for liten båt: Enmanns bløggemaskin

Det strukturelle konseptet vises under.



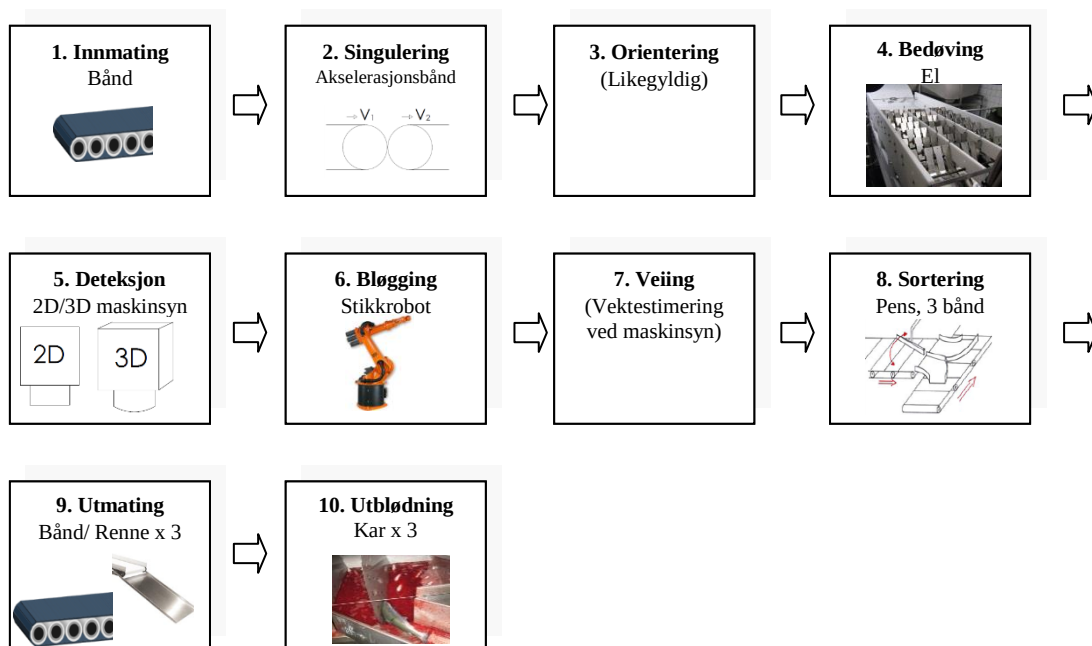
Her vil fiskeren først stille inn bløggemaskinen på fisketype, torsk, sei eller hyse. Deretter legges fisken i renna i riktig lengderetning (Figur 7). Maskinen trekker fisken inn i maskinen. Her stikkes fisken fra siden inn i gjellene, holder den fast og den får et slag som bedøver den. Deretter føres fisken ut av maskinen og opp i et kar for utblødning. Et viktig poeng er økonomien. Derfor bør systemet være enklest mulig, fortrinnsvis med mekaniske funksjoner fremfor å benytte maskinsyn.



Figur 7 – Prinsippskisse av bløggeautomat beregnet for liten båt. Fisken legges riktig orientert i rennen på maskinen (til venstre). Fisken glir inn i maskinen hvor den holdes fast, bedøves og stikkes med kniv (i midten). Bløgget fisk samles opp i et kar for utblødning (til høyre).

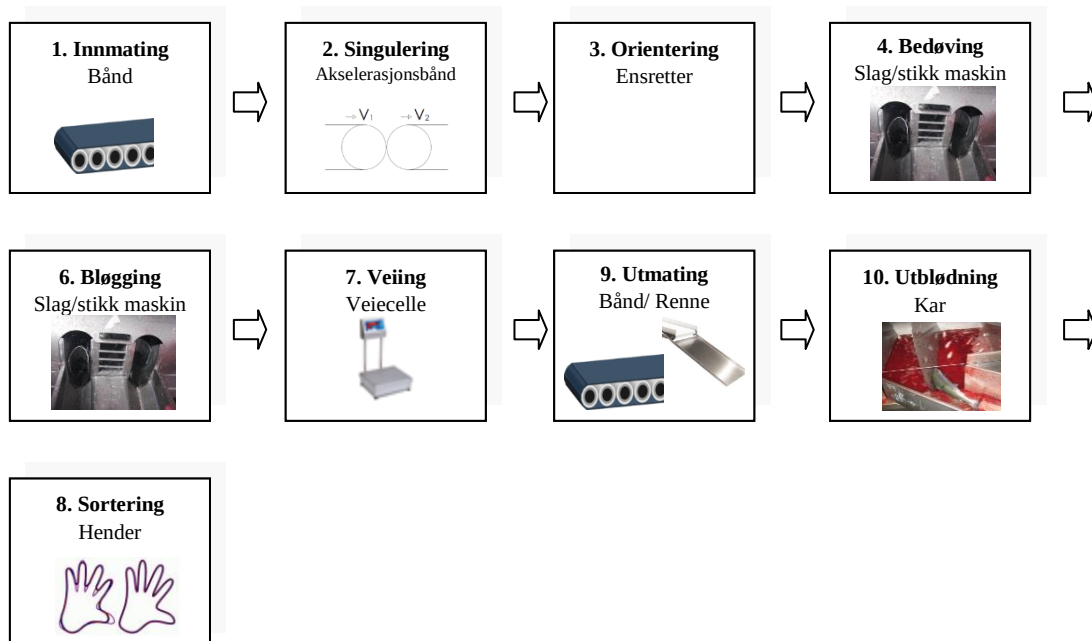
3.2.3.2 Stor båt konsept 1: Maskinsynlinje

Det strukturelle konseptet under viser hvordan maskinen tar i bruk maskinsyn for å singulere og orientere fisken ved hjelp av manipulatorer og gripere. Deretter bedøves fisken ved bruk av strøm og bløgges ved at den stikkes i gjellene. Deretter sendes fisken til utblødning i kar eller til tørrutblødning.



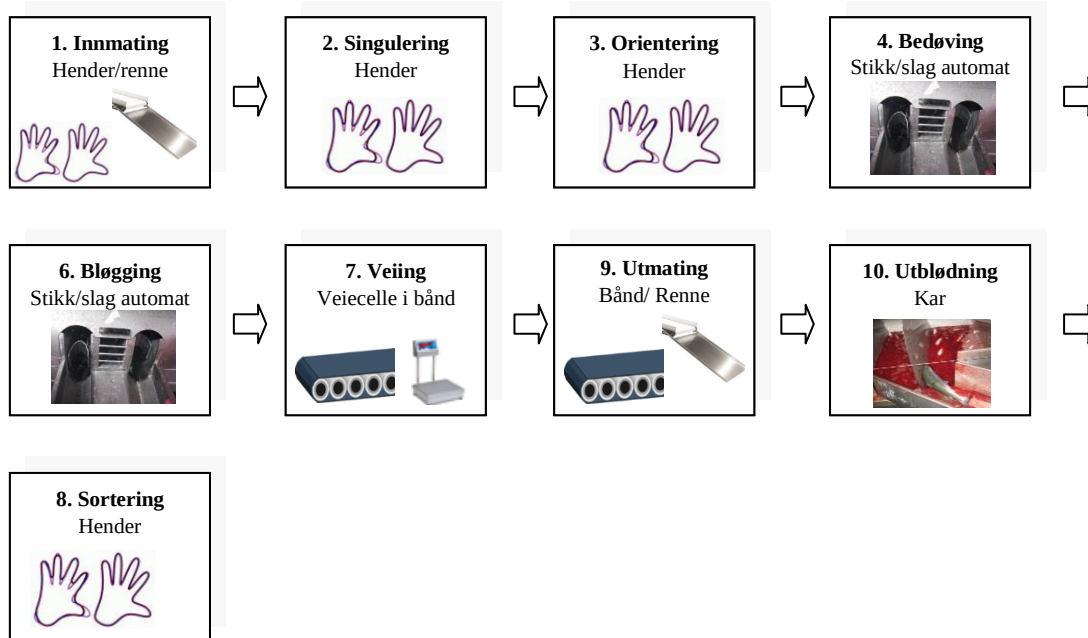
3.2.3.3 Stor båt konsept 2: Mekanisk linje

Dette strukturelle konseptet tar utgangspunkt i å singulere og orientere fisken mekanisk. Deretter bedøves fisken med slag og den bløgges ved å stikkes i gjellene. Fisken blir veid på en veicelle, og deretter sendes fisken til utblødning i kar. Sortering skjer manuelt. Egnet ensretter må utvikles for hvitfisk.



3.2.3.4 Stor båt konsept 3: Delvis manuell linje

Dette strukturelle konseptet er en større utgave av en enmanns bløggemaskin for liten båt. Det baserer seg på i stor grad på manuelt arbeid, men bedøving, bløgging og veiing skjer automatisk.



Generelt for konseptene på stor båt: Konseptene er modulbaserte og kunden vil kunne sette sammen de bitene som trengs i det aktuelle tilfellet. På denne måten får man et fleksibelt system som kan takle ulike produksjonsprosesser. Fem konsepter for stor båt ble vurdert nærmere, se nedenfor.

3.2.3.5 Bløggemaskin tilsvarende SeaSide AS sin robot for laks

Seaside AS markedsfører en bløggerobot (Stansas # 15) for laks (Figur 8) som forutsetter at bedøvd laks ligger på siden på et 1 m bredt transportbånd. Med maskinsyn identifiseres hver enkelt laks sitt stikkpunkt og laksen bløgges deretter automatisk med kniver som flyttes og stikker i riktig posisjon i det fisken følger transportbåndets hastighet. Spørsmålet er om dette prinsippet overføres til hvitfisk? Ulike momenter en da må ta hensyn til kan være:

- Må fisken være retningsorientert før stikking?
- En kan tenke seg å benytte et konsept for singulering/orientering på bredt flatt bånd, for eksempel en rekke med "splittepinner" eller lignende som sørger for at det er luft nok imellom fiskene til at man kan skille hvert enkelt individ med maskinsyn. Fra et slikt bånd kan fisken flyttes til en enhet for sortering.
- Fiskene må ligge ved siden av hverandre. Dersom de ligger oppå hverandre vil den underste fisken mest sannsynlig forbli ubløgget. En må derfor sørge for kontrollert innmating slik at systemet ikke overbelastes.
- Vi ser for oss et konsept med flerakset føring eller en tripodrobot. Styringen skjer i sanntid fra en maskinsynenhet.

- Av kniver finnes det flere muligheter: Fastmontert kniv, pigg/klo som fikserer fisk og lar en utsprettkniv bløgge mot siden/gjellene, eller pigg som puncher gjennom gjellelokk med ekspanderende/roterende kniv og som føres videre inn i gjellene.

Fordeler

- En utprøvd teknologi på land for laks.
- Bløgger tilfredsstillende selv om kniven er sløv (laks).
- Designet er ferdig, det blir mindre arbeid med en videreutvikling.
- SeaSide AS har erfaring med maskinen og dens mindre deler.
- Tilstrekkelig kapasitet. Den tar mer enn 30 fisk i minuttet.
- Man trenger ikke singulering, orientering og forsortering i forkant (laks).
- Den kan integreres i eksisterende fabrikkutforminger.

Ulemper

- Begrenset bløggehastighet. Strupekutt er komplisert å få til med denne metoden.
- Vil fisken ligge i ro på båndet under sjøgang?
- I dag må 10 % av fisken i systemet bløgges manuelt (laks).
- Torsk kan være vanskelig å bløgge i denne maskinen.
- Fisken har en varierende høyde og dermed må stikkhøyden varieres.
- Maskinsyn kan være utfordrende spesielt dersom en samtidig må skille mellom flere fiskearter.
- Maskinen er forholdsvis plasskrevende.
- Dersom maskinen skal benyttes på torskefisk, må vi regne med at knivene må slipes eller byttes ofte.



Figur 8 – SeaSide AS har tidligere utviklet en bløggerobot (Stansas # 15) for laks. Kan konseptet brukes på hvitfisk om bord på fartøy?

3.2.3.6 Konsept for liten båt oppskalert for stor båt

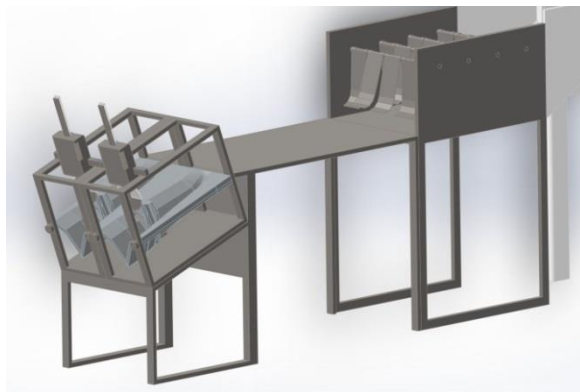
Konseptet for liten båt (se Figur 7 ovenfor) kan videreutvikles for bruk på større båter. På grunn av bedre plassforhold, muliggjør dette at fisken her bedøves elektrisk før bløggeoperasjonen. Selve bløggeenheten består av en skål som fisken legges i før en roterende kniv fortar et strupekutt (Figur 9). På stor båt kan dette skaleres opp med flere slike enheter ved siden av hverandre. Da må det utvikles en automatisk orientering- og singuleringsenhet samt en enhet for automatisk innmating. Fikseringen skjer ved hjelp av formen på skåla. Fisken må ligge med buken opp slik at et strupekutt muliggjøres. Dersom det er mulig, burde konseptet inneha en modul for automatisk knivsliping. Dette vil forenkle vedlikeholdsarbeidet av maskinen.

Fordeler

- Strupekutt fungerer på torsk, sei og hyse.
- Selve bløggeenheten er kompakt.
- Bløggeenheten trenger ikke maskinsyn.
- Enheten vil ha lite vedlikehold og dermed større driftssikkerhet.
- Billigere enn flere andre løsninger i innkjøp og drift.

Ulemper

- Uprøvd teknologi.
- Trenger singulering, orientering og innmating.
- Fisken må ligge på ryggen i enheten med hodet først.
- Fisk utenfor størrelsesområdet 1-10 kg må tas manuelt.



Figur 9 – Konseptet for slagmaskin og bløgging med kniv, som vist for små fartøy i Figur 7, kan modifiseres og oppskaleres for større båter. Til venstre i figuren: Fisken legges etter elektrisk bedøving ned i en skål med ryggen ned og hodet først. Bløggingen skjer ved hjelp av en roterende kniv som fortar et strupekutt. På større båter er det plass til å installere en elektrobedøver, vist til høyre i figuren, plassert foran bløggemaskinen.

3.2.3.7 Bløggemaskin basert på prinsipp i Baader GmbH sin hodekappmaskin for hvitfisk

I Baader GmbH sin hodekappmaskin for torsk (BA 444), løftes fisken opp og henges på en trommel etter brystfinnene. Deretter går den inn i maskinen som kapper hodet av den. Dette prinsippet kan eventuelt overføres til en bløggerobot. Aktuelle modifikasjoner kan da være:

- Benytte en stående, skråstilt eller liggende trommel. Fisken tres på og føres inn i maskinen. Som i hodekappmaskinen får fisken et kutt, men kun noen cm dypt slik at fisken blør ut.
- Man kan ha flere tromler ved siden av hverandre for å øke kapasiteten.
- Det kan brukes en roterende kniv.
- Gitt at forholdet mellom brystfinner og stikkpunkt er likt for torsk, sei og hyse, trengs det ikke maskinsyn.
- Etter at fisken er bløgget kan den fortsette å henge fast mens den blir ført videre gjennom prosesslinjen.

Fordeler:

- Kontroll på brystfinner medfører kontroll på treffområde.
- Gunstig for maskinsynenheten å få bilde av undersiden av fisken for å styre kniv ut fra dette bildet. Muligens trenger man ikke maskinsyn i det hele tatt.
- Kontrollen over fisken (singulering) kan videreføres utover i systemet.

Ulemper:

- Forutsetter singulering, orientering, innmating og oppheng.
- Dersom konseptet forutsetter manuell innmating vil en stående trommel være dårlig ergonomisk.
- Fisk utenfor størrelsesområdet må tas manuelt.
- Maskinen kan måtte jobbe mot tyngdekraften.
- Avhengig av en god mekanisk løsning slik at fisken ikke kiler seg i systemet.
- Enheten foreligger kun konseptuelt (ikke utviklet).

3.2.3.8 Kroklinje

Her blir fisken geleidet gjennom prosesslinjen ved at den er kroket fast på en line, analogt med klesvask på en snor. En operatør hekter fisken etter gjellebuene på en fjærbelastet krok. Dette medfører at gjellebuene rives av og fisken blør ut. Deretter transporteres fisken videre for utblødning, hodekapping og andre prosesser som den skal igjennom før den kjøles eller fryses.

Fordeler:

- Fisken bløgges i det den henges opp.
- Kontrollen over hver enkelt fisk kan videreføres utover i systemet
- Man trenger ikke maskinsyn.

Ulemper:

- Dersom konseptet forutsetter manuell innmating der fisken løftes opp på kroker kan dette være ugunstig ergonomisk sett for fiskeren.
- Et slikt linesystem gjennom bedriften vil være plasskrevende og en logistikkmessig utfordring. Resten av prosessen kan bli nødt til å bli bygd om.
- Forutsetter singulering, orientering, innmating og oppheng.
- Fare for å miste eller ødelegge fisk.
- Det blir mer manipulering av fisk.
- Foreligger kun konseptuelt (ikke utviklet).

3.2.3.9 V-bånd

Etter at fisken har blitt singulert og orientert, transporters den inn på et V-formet bånd for maskinsynanalyse. De to sidene (flatene) i V-båndet beveges med litt forskjellig hastighet. Ulik friksjon fører til at en unngår at fisk blir liggene dobbelt, som også betyr at singuleringen opprettholdes gjennom V-båndet. I tillegg til selve V-båndet, må det utvikles en automatisk orienterings- og singuleringsenhet samt en enhet for automatisk innmating. Treffpunkt for strupekutt identifiseres med maskinsyn dersom en posisjonssensor ikke er tilstrekkelig. En kniv vil følge V-båndets hastighet og der kniven er leddet i den ene siden. Kniven slippes ned mot fisken fra den ene siden og kutter strupen. For at treffpunktet skal bli ideelt bør fisken ligge på siden slik at den er vendt mot kniven som kommer ned mot den. Deretter løftes kniven opp igjen og går tilbake til neste fisk. Kniven følger båndet for å unngå å bremse opp fisken og lage kø i systemet. Fisken fikseres ved at kniven klemmer fisken mot båndet.

Fordeler

- V-båndet opprettholder tidligere singulering av fisken
- Kontroll over fisken videre inn i systemet (singulert fisk).

Ulemper

- Et slikt knivoppheng krever en del ekstra utstyr slik at løsningen blir forholdsvis komplisert.
- Sensorer eller maskinsyn er nødvendig for å få systemet til å fungere.
- Singulering, orientering samt innmating er også nødvendig.
- Systemet er sårbart for variasjon i fisketykkelse.
- Fikseringsløsning under stikking må utarbeides.
- Foreligger kun konseptuelt (ikke utviklet).

3.2.3.10 Scorecard konseptvurdering

Ulike helhetlige konsepter (deloperasjoner satt sammen til en prosesslinje) ble tilslutt vurdert av prosjektgruppen ved bruk av den såkalte *Scorecard-metoden*, som baserer seg på karaktergivning (skala 1-5) av hvor godt det enkelte konsept oppfyller definerte kriterier. Hver egenskap summeres til en total poengsum for hvert konsept som sammenliknes (Tabell 1). Fem automatiserte prosesslinjer, alle beregnet på store båter, ble evaluert. Linjene var satt sammen av følgende enhetsoperasjoner. *Konsept 2.1:*

elektrobedøving – størrelsesgradering – singulering – orientering med hode først og buk ned – bløgging; *Konsept 2.2:* elektrobedøving – fisken, på bånd, dras med kroker, riktig orientert, inn til bløgging; *Konsept 2.3:* elektrobedøving – singulering i kanaler – ytterligere singulering i V-bånd inkludert orientering, deteksjon av bløggpunkt med sensor, og bløgging med kniv gjennom spalter i V-båndet; *Konsept 3.1:* elektrobedøving – fisk på transportbånd – maskinsyn styrer robotarm med bløggekniv; *Konsept 3.2:* som Konsept 2.3 men hvor maskinsyn detekterer bløggpunkt. I tillegg kan maskinsyndelen samtidig benyttes til sortering på andre valgte kriterier. De fem nevnte konseptene ble vurdert opp mot dagens manuelle bløggemetode, 'Referanseløsning', samt en delvis manuell linje for stor båt (se ovenfor), 'Manuelt konsept'.

Tabell 1 – Ulike totalkonsepter (prosesslinjer) ble sammenliknet med Scorecard-metoden der ulike egenskaper ved hvert konsept ble gitt karakter 1-5 avhengig av hvor godt en tenker seg at de oppfyller de forutbestemte kravene til prosessen. Karakterene for hvert konsept summeres til en total poengsum. Forklaring på hva de ulike konseptene i tabellen står for er gitt i teksten.

Egenskaper	Hvor viktig denne egenskapen er på en skala fra 1 til 3.		Så godt oppfyller konseptene kravene på en skala fra 1 til 5 etter vår mening.						
		Relevans i %	Referanse-løsning	Manuelt konsept	Konsept 2.1	Konsept 2.2	Konsept 2.3	Konsept 3.1	Konsept 3.2
Inkludert automatisk singulering av fisk	2,1	5,8	0,9	0,9	3,9	3,8	4,1	4,3	4,0
Inkludert orientering av fisk	1,8	4,8	1,1	1,9	3,5	4,0	2,5	4,3	2,8
Automatisk innmating til bløgger	2,0	5,5	0,9	1,5	3,8	3,6	3,5	3,9	3,5
Skånsom håndtering av fisk	2,4	6,5	1,9	3,4	3,3	3,5	4,1	3,6	4,1
All fisk bløgges	2,4	6,5	3,3	3,8	3,5	3,5	3,6	4,0	3,9
Hastighet/kapasitet	2,3	6,2	2,3	3,0	3,6	3,4	3,6	3,4	3,9
Kan sortere automatisk på ulike arter	1,4	3,8	1,4	1,4	0,9	1,0	1,1	4,1	4,1
Brukervennlig	2,4	6,5	1,6	2,8	2,5	3,0	3,5	3,0	3,4
Lang levetid	2,1	5,8	3,9	3,4	2,9	3,3	3,0	2,8	3,0
Hygienisk design	2,3	6,2	2,6	2,9	2,4	2,9	3,1	3,5	3,1
Enkelt vedlikehold	2,1	5,8	4,0	3,5	2,8	2,8	3,0	1,8	2,5
Driftsikkert	2,3	6,2	3,7	3,8	3,0	3,1	3,1	2,6	3,0
Miljøvennlig	1,3	3,4	3,7	3,6	2,6	3,3	3,3	3,3	3,3
Kort nedbetalingstid/billig i innkjøp	1,5	4,1	4,1	3,5	2,1	2,8	3,0	2,0	2,4
Kompatibelt med annet eksisterende utstyr	1,5	4,1	4,0	3,9	2,6	3,0	3,0	3,3	3,0
Tar liten plass	2,0	5,5	3,0	3,6	1,4	2,5	2,9	3,8	2,9
Lett å rengjøre	2,4	6,5	3,4	3,3	1,8	2,6	3,0	3,1	2,8
Realiserbarhet av konsept	2,5	6,8	4,1	3,9	2,5	2,5	2,8	2,3	2,6
Total poengsum	36,5	100,0	49,9	53,8	48,9	54,4	56,3	58,8	58,1
Poengsum vektet opp mot relevansen til kravene			276	301	276	305	318	325	324

3.2.4 Konklusjon for valg av bløggekonsept for liten og stor båt

Basert på våre vurderinger ovenfor har vi gjort følgende valg (stikkord) for de to aktuelle fartøygruppene:

Liten båt – Manuell innmating. Bløggemaskin må være kompakt, enkel i drift og rimelig. Prototype 1 og 2 av bløggemaskinen er bygget.

Stor båt - Flere mulige konsepter, avhengig av hvilke krav til systemet som vektlegges.

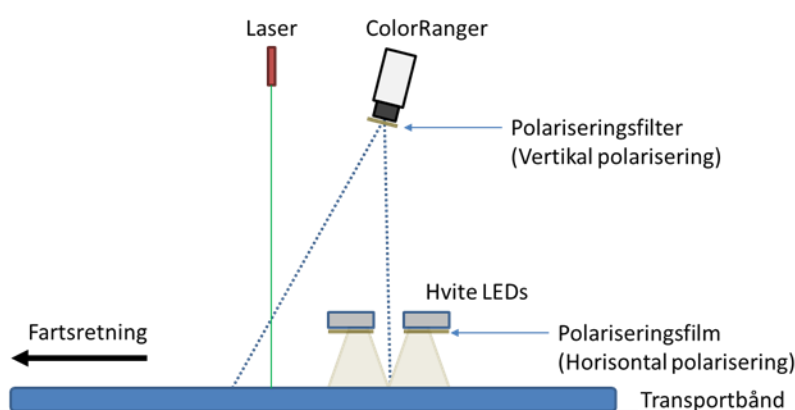
3.3 Oppsett av maskinsyn for bløgging av villfisk

I AP 5 og AP 6 i dette prosjektet har det vært fokusert på å utvikle grunnteknologien for både vektregistrering og artssortering ved bruk av et maskinsynsystem som avbilder i 2D og i 3D (Mathiassen

m.fl., 2013). Forsøk med å finne stikkepunkt for bløgging viser at den optimale stikkepunktposisjonen varierer fra art til art. Dermed vil det være behov for å detektere fiskens art (torsk, sei eller hyse) i forbindelse med bløggeoperasjonen. Det ble derfor gjennomført maskinsynforsøk i denne arbeidspakken (AP4) i 2012, for å finne optimalt maskinsynoppsett som egner seg til bruk i både bløgging (AP4), artssortering (AP5) og vekstestimering (AP6).

Maskinsynoppsettet består av et ColorRanger E55 kamera, en grønn laser og to hvite LED lys plassert over et transportbånd (Figur 10). ColorRanger E55, bruker MultiScan-teknologi til å avbilde i 2D og 3D samtidig. Kameraet er satt i vinkel i forhold til en grønn laser, slik at lasertriangulering kan benyttes til å generere 3D-bilder av fisken. Det samme kameraet har et område på bildebrikken som tar høyoppløselige fargebilder. Kameraet er vinklet og plassert i forhold til to hvite LED lys, slik at det fargesensitive området på bildebrikken observerer området midt mellom de to hvite LED lysene.

Basisoppsettet, slik det er beskrevet over, ble modifisert og tilpasset slik at det egnet seg best mulig til avbildning av hvitfisk (torsk, sei og hyse). Avbildning av fisk i bevegelse er en stor utfordring. Fisk har en veldig blank overflate som gir reflekser, og disse refleksene gjør det vanskelig å måle eller avbilde fargen og den visuelle teksturen til fiskens overflate. Generelt må det nevnes at det er knyttet store utfordringer til å få nok lys og gode 2D farge og 3D bilder ved store båndhastigheter. Forsøkene som ble gjennomført verifiserte at det faktisk er mulig å få til slike bilder som egner seg direkte til bruk i et maskinsynoppsett som er dimensjonert til bruk på hvitfisk med en transportbåndbredde og en transportbåndhastighet som er sannsynlig å benytte om bord på snurrevadfartøy. Det har blitt funnet et maskinsynoppsett som kan egne seg til bruk i alle tre av de følgende operasjoner: Bløgging, artssortering og vekstestimering. Ved å benytte ColorRanger E55 sammen med en sterk grønn laser og hvite LED lys, med polariseringsløsning, kan hvitfisk avbildes i 2D farge og 3D med en oppløsning på 1 mm ved en transportbåndhastighet på 50 cm/s.



Figur 10 – Maskinsynoppsett som egner seg for å bestemme riktig posisjon for bløgging, i tillegg til at systemet også kan benyttes til automatisert artssortering og vekstestimering.

3.4 Singulering og retningsorientering av villfisk

Det ble gjennomført en workshop den 20. januar 2014 hvor temaet '*automatisk singulering og retningsorientering av fisk*' ble diskutert. Vi har fra dette og andre tidligere prosjekter en formening om hva som vil være den mest egnede måte å gjøre denne operasjonen på, med minst mulig bruk av areal og fortrinnsvis flere funksjoner i samme oppsett (f.eks. sortering og bløgging). Basert på tidligere erfaringer satte vi opp følgende forutsetninger for at systemet skal kunne fungere tilfredsstillende:

- Fisken må være immobilisert på forhånd (elektrisk bedøver)
- Fisken kan ikke ligge lagvis på båndet
- Flyten av fisk inn i enheten må kunne reguleres (og gjerne også videre i prosessen)
- Helhetlig tankegang (om mulig, løse flere utfordringer i samme system)

Det er viktig at maskinen håndterer "First In/First Out" (FIFO), det vil gi mest hensiktsmessig arealbruk for en slik operasjon. For at det skal fungere med FIFO, må systemet tilpasses den hastigheten maskinen kan operere med, det vil si at prosessen må ha en tilbakekobling til innmatingshastigheten slik at det ikke kommer for mye fisk inn i singulerings- og orienteringsenheten samtidig. I første omgang var det ønskelig å teste en robotarm sammen med en 'kinect' over et bord som fisken kan gli på. Kinecten er et billig kamera med mulighet til å levere dybdebilder av omgivelsene. Det vil kunne leveres real-time 3D bilder med middels oppløsning i 60 bilder per sekund (fps) noe som er tilstrekkelig for å kunne identifisere fisken, finne høydekart på den, og definere et griperpunkt, og deretter guide roboten inn i riktig posisjon. Platen som fisken skal gli på må ha lav friksjonsfaktor. Det ble derfor valgt å bruke en plast-teflonblanding med en tynn vannhinne på. Dette medfører at fisken nærmest kan flyte friksjonsløst på bordplaten. Det ble også tenkt ut et design for å gripe fisk. Designet baserer seg på formen til bakdelen av fisken, samt at man legger et begrenset trykk på fisken mellom griperen og bordet. Ved å designe griperen slik er det ikke behov for å ha mekanikk som kan klemme fast og potensielt skade fisken. Dette konseptet gir enheten et hygienisk design som letter rengjøringen. Konseptet fra 'workshopen' ble testet ut i etterkant. Det viste seg at det var mulig å identifisere fisken og guide roboten til den, for deretter å orientere fisken slik at den kunne mates inn i bløggeautomaten. Det ble brukt en Denso IP67 robotarm med 6 frihetsgrader (6DOF) for å gjøre testene med orienteringen av fisk. Så mye som 6DOF vil ikke være nødvendig for et ferdig produkt, men i forskningssammenheng gir det større fleksibilitet i forsøkene. Robotarmen styres via LabView noe som gjør det lett å programmere den, samt å knytte den opp til informasjonen som innhentes fra 'kinecten' nevnt ovenfor.

Med hensyn til fartøytype ble det konkludert med følgende:

- På små fartøy, med lite tilgjengelig areal for ekstra utstyr, vil det i praksis være vanskelig å få tilstrekkelig plass til en enhet for automatisk singulering og orientering. Dessuten kan det trolig bli for dyrt og komplisert for fiskerne til at en slik investering skal kunne betraktes som hensiktsmessig.

- På større fartøy må singulering og orientering være en integrert del av prosesslinjen for elektrisk bedøving og bløgging. I og med at fisken fra bløggemaskinen er singulert og retningsorientert kan dette eventuelt utnyttes i videre prosessering.

3.5 Testing og evaluering av bløggemaskin

Følgende tester av bløggemaskinen har blitt gjennomført:

- Tokt med M/S Harhaug november 2012 (Testtrigg)
- Laboratorietest juni 2013 (Prototype 1, Figur 11)
- Feltforsøk på Myre og tokt med M/S Meløyfjord februar 2014 (Prototype 2, Figur 11)



Figur 11 – Maskiner for bløgging av hvitfisk, Prototype 1 (til venstre) og Prototype 2 (til høyre).

3.5.1 Tokt med M/S Harhaug november 2012 – Evaluering av testtrigg

Det ble planlagt å bløgge fisk med nytt utstyr etter uttak fra bånd etter elektrisk bedøving. Fisken ble lagt i en fikseringsskål og bløgget med strupekutt (medbragt testtrigg) og ble deretter tilbakeført til båndet. Det var ønskelig å teste flere hvitfiskarter (torsk, sei og hyse) og flere størrelser (liten, middels og stor) innen hver art. Så mange fisk som mulig skulle testes under haling. Bløggeoperasjonen ble filmet og det ble lagt vekt på å vurdere fiksering av fisken og bløggesnitt (strupekutt). Dessuten ble art, lengde og vekt registrert. Total fangstmengde og størrelsesfordeling ble også registrert for hvert hal.

Bløggemaskinen

Fikseringsskål – Fikseringsskålen (Figur 12) er tegnet i 3D (SolidWorks) basert på flere størrelser av fotografert og 3D-modellert fisk. Den er utformet slik at både liten og stor hvitfisk skal passe inn. Hovedtanken med skålen var å fikse torsk, sei og hyse uansett størrelse mellom 30 og 100 cm i

lengderetning, og i bredderetning slik at fisken legger seg i riktig område for knivoppsettet og den ligger stabilt under bløggeoperasjonen.

Skålen som ble brukt var tilvirket på et plaststøperi, Formvac AS. Etter at skålen var satt i bestilling, viste beregninger at for å kunne overholde ønsket om å kunne håndtere 95 % av fangsten i det delautomatiserte konseptet må fisk opp til 100 cm kunne bløgges i oppsettet. Modellen var da skalert litt for stor (lengde 131 cm), så før toktet kappet vi den ned til 90 cm. Halen på den lengste fisken kunne da henge litt utenfor enden på skålen, men uten at dette fikk innvirkning på fikseringen.



3D-modell av fikseringsskål



Ferdige skåler i vakuumformet plast

Figur 12 – Fikseringsskål som fisken ligger i (buen opp) under bløgging av hvitfisk.

Knivoppsett for roterende kniv – Undersøkelser over hvilken bløggemetode fiskemottakene foretrekker (se ovenfor) viste at fisk blir bløgget med forskjellige gjellebuekutt og strupekutt. Hodekapping forekommer også. Strupekutt er foretrukket av flere fordi det gir sikker utblødning samtidig som det er lettere å kontrollere at bløgging faktisk er gjennomført. Tidligere laboratorieforsøk (se ovenfor) har vist at en fiksert, stikkende kniv har visse begrensninger når det gjelder geometrisk variasjon som følge av forskjellige arter og forskjellige størrelser. Både roterende og vibrerende kniver er testet med gode resultater med hensyn til effekt av utblødning. Begge disse kan være egnet for strupekutt. Roterende kniv gir muligheter for flere typer strupekutt i samme oppsett, avhengig av hvor dypt kuttet utføres. For eksempel kan en kutte ned til hjertet, eller kutte gjennom hjerte og gjellebuefester, eller eventuelt, helt gjennom slik at vi får hodekapp.

Knivoppsettet ble tilvirket på forenklet måte for å kunne gjennomføre testing uten fullautomatisert system (for å redusere kostnader og tidsforbruk). En vinkelsliper påmontert utstyr for nedjustering av rotasjonshastighet ble fiksert i en rigg slik at eneste bevegelsesretning var opp og ned. Kniven, Ø125 mm, som ble montert var av samme type som benyttes for buklistkapp av pelagisk fisk i Baader GmbH sine fileteringsmaskiner. Riggens besto av en glidestang med håndtak for manuell bevegelse. Kraftbehovet for å føre knivoppsettet opp og ned ble minsket med en motvekt som utbalanserte systemet. Om bord ble hele testoppsettet montert fast på en bordplate. Figur 13 viser oppsettet for kniv og fikseringsskål på det aktuelle toktet.



Figur 13 – Fikseringsskål (venstre bilde) og roterende kniv (høyre bilde) fastmontert om bord på M/S Harhaug.

Gjennomføring av tokt - Den 19. november 2012 dro M/S Harhaug ut fra Tromsø til Malangsgrunnen og startet fangst og forsøk neste dag. Fisket var dårlig. Tidlig på dagen var det mest hyse, med innslag av sei og torsk, samt noe bifangst av små uer og skater. Utover kvelden/natten ble det tatt stort sett sei, en del hyse og noe torsk, samt bifangst av små uer, stavsild og en stor breiflabb. Fangstfordelingen stemmer med det fiskerne vanligvis får inn på kystnært fiske. Det ble gjort fem hal under forsøket (tall fra fangstdagbok til M/S Harhaug). Fangstmengdene for de aktuelle artene er vist i Tabell 2. Under Hal 1 og 2 ble det gjennomført bløggeforsøk. Under Hal 3 ble elektrobedøveren om bord testet og sei ble sløyd. Under Hal 4 og 5 ble fangstprosessen dokumentert. På grunn av liten fangst ble fisken sekket (ikke pumpet) ombord. På grunn av dårlig vær og tekniske problemer om bord på fartøyet måtte toktet avbrytes tidligere enn planlagt. Vi mener likevel vi fikk gjennomført det nødvendige av forsøk for å komme videre i prosjektet. Vi fikk bløgget 50 fisk av alle tre arter med oppsettet vårt slik at vi fikk nok informasjon om funksjonaliteten til systemet til å kunne gjøre viktige endringer på konseptet og ferdigutvikle et (delvis) automatisert system.

Tabell 2 – Fangstfordeling for torsk, sei og hyse under et tokt med M/S Harhaug i november 2012.

Hal	Torsk (kg)	Sei (kg)	Hyse (kg)
1	50	-	50
2	100	-	100
3	50	1000	-
4	-	400	50
5	-	350	50

Forsøk - Konsept for automatisert bløgging

To hovedkomponenter i konsept for liten båt ble testet: (a) Fikseringsskål og (b) knivoppsett med roterende kniv (Figur 12 og 13). Utstyret ble montert fast under tak like bak elektrobedøveren. For hver enkelt test ble operasjonen filmet og resultatet på fisken ble avfotografert. Gjennomsnittlig lengde på bløgget fisk var 55 cm, med gjennomsnittlig vekt > 1,6 kg. Det ble bløgget 20 torsk, 20 hyse og 10 sei.

Fikseringsskålen fungerte ikke optimalt. Dels fordi den var litt i største laget, hvilket medførte at det var lengre vei/mer kronglete å flytte fisken inn og ut, og hver bløggeoperasjon tok litt lenger tid. Fisken ble fiksert godt fra sidene slik at den lå rolig under bløgging, selv når den roterende kniven traff kjeven. I lengderetning var det vanskeligere å innrette fisken ordentlig under kniven. Noen ganger skled fisken for langt frem, andre ganger ikke langt nok frem. Før Hal 2 prøvde vi å bygge opp bakenden av skålen ca 4 cm for å få fisken til å skli frem til den støtte mot den oppoverskrånende veggen beregnet for fiskens hoderegion, men den måtte fortsatt etterjusteres for å ligge riktig. Varierende friksjon, fiskestørrelse og hodeform gjorde at fisken da måtte legges riktig, hvilket øket nødvendig tid for hele operasjonen.

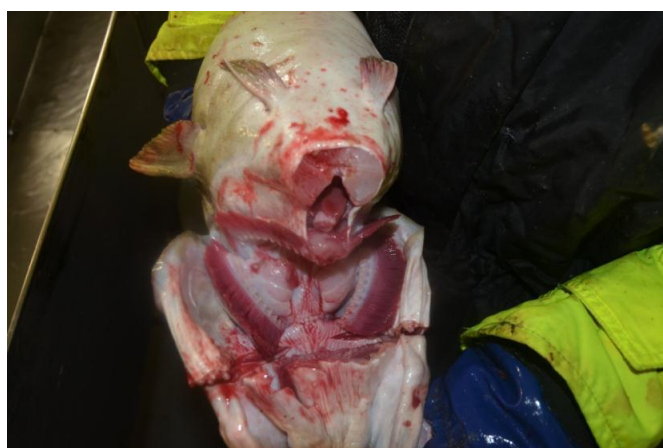
Knivoppsettet var i hovedsak enkelt å operere og kan lett automatiseres (og skjermes med tanke på HMS). Figur 14 oppsummer erfaringene med den roterende kniven. Som forventet var kuttdybden viktig. Kuttdybden er avhengig av nedjustering av hvor langt kniven kan bevege seg nedover, samt hvor stor radius den runde kniven har. For å komme dypt nok må en rund kniv være så stor at den på enkelte fisk kan skjære inn i kjevebeinet. Dette vil nok gi mer slitasje på eggen, men vil ellers ikke være av større betydning for selve operasjonen.



De første kuttene gikk ikke dypt nok, og kuttdybden ble derfor justert



Med større kuttdybde ble gjellebuefestene delt, hvilket ga god utblødning



Kappet kjevebein

Figur 14 – Resultater fra bløggforsøk med roterende kniv. Bildene viser effekt av kuttdybde.

Konklusjoner

Fikseringsskål:

- Fiksering sideveis fungerte bra, fisken ble liggende sentrert og stabilt
- Utformingen av fikseringsskålen bør modifiseres, fordi den var for stor og uhåndterlig
- Et skålbånd med skåler av den undersøkte størrelsen vil bli for plasskrevende for liten båt
- Fisken måtte justeres manuelt i lengderetningen, noe som tok tid
- Kronglete å få fisken ut av skålen (kan åpnes/tippes automatisk, men dette er i så fall noe som må utvikles)
- Effektiviteten av bløggeprosessen ble for lav med den testede skålutformingen
- Nøyaktig geometrisk forming etter 3D fisk var neppe nødvendig, skrå sideflater holder

Roterende kniv:

- Kuttingen som sådan fungerte bra så lenge som fisken ikke glei unna
- Treffpunkt for kniven er viktig. Det var dog et slingringsmonn (ulik fiskestørrelse) på 4-5 cm i lengderetningen og 2-3 cm i bredderetningen
- Dybdekutt er svært viktig, snittet bør gå gjennom gjellebuefestene under hjertet (anslagsvis 4-5 cm ned)
- Kniven kan etter hvert bli sløv (automatisert sliping av kniv eller raskt bytte?)

Knivoppsett:

- Oppsettet fungerte greit, motvekten ga meget lett operasjon
- Kniven bør skjermes (HMS aspekter og begrensning av 'blodsøl')
- Maskinen bør opereres automatisk slik at eneste manuelle operasjon er innmating (sortering og orientering) av fisk

Videre arbeid – På grunnlag av resultatene fra dette toktet ble det klart at konseptet for automatisert bløgging på liten båt måtte endres noe. Dette for å sikre mer effektiv bløggeoperasjon og begrense arealbehovet som følge av store, bevegelige skåler. Konstruksjonsmessige forhold og endringer, samt en 3D-modell av modifisert fikseringsskål er vist i Bilag 4.

3.5.2 Testing av Prototype 1 på småsei - Laboratorieforsøk juni 2013

Prototyp 1 av bløggemaskinen (Figur 11) ble også testet i forbindelse med et annet FHF-prosjekt som gikk på elektrisk bedøving av sei (Digre m.fl., 2013). En del av den bedøvde fisken ble benyttet til tester med bløggemaskinen. Bløggeautomaten ble tilkoblet trykkluft for drift roterende kniv, senking og heving av knivoppsett, og utløsning av bunnplater.

Det viste seg seien (rundvekt: 457 ± 6 g; total lengde 38 ± 0 cm) som var anskaffet til bedøvingsforsøket var gjennomgående for små til å gjennomføre reell testing og måling av utblødning/kapasitet. Maskinen er utviklet for fisk i størrelsesorden 1-10 kg. Kuttdybde i knivoppsettet ble økt for å takle størrelsen på småseien, dette ved å forlenge innfestingen til skroget slik at hele knivoppsettet sto dypere. Minste avstand

maskinen kan takle, målt fra snute til kuttsone, er 9 cm (for fisk 1-10 kg). Følgelig havnet kuttet midt på seien. Det ble derfor ikke gjennomført tester med treffpunkt og utblødning som tema. Vi fikk imidlertid testet andre funksjoner ved bløggemaskinen:

- Sentrering i skål fungerte godt
- Tilbakeføring fungerte (manuelt styrt)
- Fiksering av brystfinner fungerte tilfredsstillende
- Pneumatisk styrt knivføring og roterende kniv ga godt strupekutt
- Pneumatisk utløser for skål fungerte godt
- Fisken håndtertes skånsomt i maskinen (ingen skader ble registrert)
- Kapasiteten ble kun begrenset av manuell innmating ved automatisert pneumatikk
- En del ombygging av detaljer må til før ferdigstilling

3.5.3 Feltforsøk ved Myre Fryseterminal AS og tokt med M/S Meløyfjord februar 2014

Tabell 3 viser en oversikt over antall fisk som ble evaluert i bløggforsøkene. Tabellen viser også en sammenlikning av resultatet av automatisk bløgging (Prototyp 2) og manuell bløgging.

Ved kaikant på Myre Fryseterminal AS

Elektrobedøver (SeaSide AS) og Prototyp 2 av bløggemaskinen ble satt opp på kaikanten ved Myre Fryseterminal AS (13-14 februar 2014). Levende torsk ble holdt utenfor fiskemottaket i kar med tilførsel av sjøvann. Forsøksfisken ble håvet fra kar og sendt gjennom elektrobedøveren og deretter videre inn i bløggemaskinen. På grunn av en del tekniske problemer med spenningsnivå til elektrobedøver og tilførsel av trykkluft til bløggemaskinen ble omfanget av planlagt forsøksaktivitet redusert. Imidlertid fikk vi testet systemet med 100 torsk ($4,9 \pm 0,1$ kg). Etter bløgging ble fisken sløyd og hodekappet. Bløggkuttet (treffpunkt) ble evaluert på 84 fisk der det viste seg at 41 % av fisken hadde feilaktig bløggkutt. Etter utblødning i rennende sjøvann ble blod i nakkeregion og grunnfargen i filet vurdert på en skala fra 0 – 2, der 0 = normal farge, 1 = rosa farge, og 2 = rød farge. Det ble ikke funnet forskjell i utblødningsgrad på fileter fra fisk som var manuelt bløgget (strupekutt, $n = 18$) og fisk som ble bløgget automatisk med Prototyp 2 ($n = 31$). Midlere score var rundt 0,8 for begge gruppene (rosa fargeskjær). Det var heller ikke forskjell mellom gruppene når det gjelder i hvor stor grad nakkeregionen var misfarget av blod (midlere score rundt 0,6 for begge gruppene).

Tokt med M/S Meløyfjord

Det samme utstyret ble testet ut om bord på M/S Meløyfjord den 16. februar 2014. Fisken ble fangstet med snurrevad. Torsken ble elektrisk bedøvd ved 45 og 55 V. Mindre enn halvparten av torsken spilte ut gjellene ved bedøvning, og all fisk var tilsynelatende godt bedøvd (eller immobilisert). Femti bedøvde fisk ble maskinelt bløgget (Prototyp 2) og femti fisk ble manuelt bløgget (gjellekutt) av mannskapet om bord. Fisken ble sløyd og hodekappet manuelt, og deretter kontrollert med hensyn på utblødning som nevnt under forsøket ved Myre Fryseterminal AS.

Vekt og lengde på torsken som ble testet om bord var henholdsvis $5,2 \pm 0,2$ kg og 79 ± 1 cm ($n = 49$). Det viste seg at 37 % ($n = 81$) av fisken hadde feilkutt. Når det gjelder blod i nakkeregionen, var det signifikant

mer blod i nakken på fisk som var automatisk bløgget sammenliknet med manuelt bløgget fisk ($p = 0,044$). Imidlertid var gjennomsnittsverdiene lave, omlag score 0,5 for manuelt bløgget fisk og 0,7 for automatisk bløgget fisk. Det var ingen forskjell ($p > 0,05$) med hensyn til grunnfargen i filet (score rundt 0,9 for begge gruppene, noe som korresponder med rosa fargeskjær).

Tabell 3 – Oversikt over antall fisk som ble bløgget ved forsøk ved Myre Frysterminal AS og ombord på M/S Meløyfjord. Automatisk bløgging ved bruk av Prototype 2 og manuell bløgging ble sammenliknet med hensyn til hvor godt utblødd fisken var. Fisken ble bløgget ved strupekutt i begge tilfellene.

Dato	Sted	Antall torsk	Automatisk	Manuelt	Utblødning (automatisk/manuelt)
13.februar	Myre	25	6	19	0/19
14.februar	Myre	75	50	25	50/25
16.februar	Meløyfjord	130	80	50	50/50
Sum		230	136	94	100/94

Generelle observasjoner fra testene

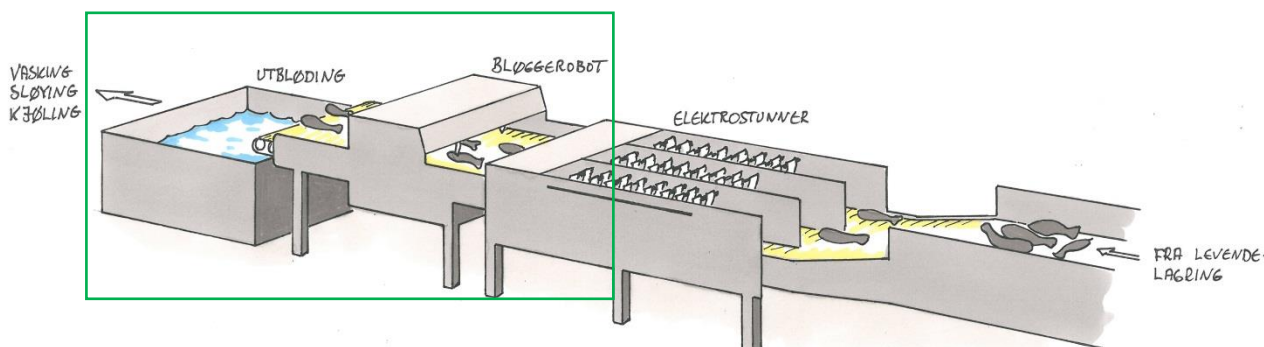
Bløggemaskinen var spesielt sårbar for trykklufffall og det viste seg at det var helt nødvendig at fisken var bedøvd i forkant (for posisjonering og kutting). Videre var det nødvendig at omdreiningsmomentet på den roterende kniven må opprettholdes. Dessuten kan det bli nødvendig å benytte vektsensor eller maskinsyn for å finne riktig treffpunkt fremfor å benytte brystfinneholdere. I tillegg til dette ble det observert at variasjoner i fiskens form og fysiologi kan ha innvirkning på den automatiserte bløggeprosessen. Dette er listet opp i Bilag 5.

3.5.4 Sammenfatning av uttesting og forslag til endringer av bløggemaskin (Prototype 2)

En sammenfatning av observasjoner fra forsøkene med Prototype 2 er beskrevet i Bilag 6. Sammenfatningen går ut på konstruksjonsmessige forhold for kniv, maskinkonstruksjon, styring, justeringer av ulike parametre etc. Kort oppsummert så oppnår Prototype 2 av bløggemaskinen 62 % korrekt bløgging, men på grunn av at fikseringen av brystfinner ikke er tilfredsstillende, bør en finne en annen måte å identifisere passende stikkpunkt på. Videre bør bløggehastigheten forbedres.

4 Konklusjoner: Konsept for automatisk bløgging av villfisk

For å bedre kvaliteten om bord på snurrevadfartøy har en i prosjektet lagt opp til at en i større grad skal holde fisken levende (AP2) før bløgging (AP3). For større grad av automatisering, og av HMS-hensyn for fiskerne, var det ønskelig at fisken skulle være lettere håndterbar etter elektrisk bedøving (AP3) før bløgging (AP4, arbeidspakken som rapporteres her). Prosesslinjen for dette er skissert i Figur 15.



Figur 15 – Bløgging og utblødning, tema for AP4. Fisken overføres fra mottakstank eller levendefisktank til enheter for automatisk bedøving og bløgging. Utblødning av levende fisk, eller innen omlag 30 min post mortem, gir best produktkvalitet. Figuren viser også sammenhengen mellom følgende arbeidspakker (AP) i prosjektet: levendelagring (AP2), elektrisk bedøving (AP3) og bløgging (AP4).

4.1 Hovedkonklusjoner

Selv om enkelte brukere og landanlegg ønsker bløgging fra siden for å åpne fiskens langsgående blodårer, er det en generell preferanse for strupekutt. Det utviklede bløggekonseptet har derfor basert seg på strupekutt. Det er dog ikke noe i veien for å konstruere samme konsept med en variant der man i stedet bløgger med stikk eller roterende kniver fra siden. Flere forskningsprosjekter har konkludert med at hvordan bløggingen blir gjort, og hvilken åre som åpnes, har liten innvirkning på resultatet av utblødningen og kvaliteten på produktet (filet), så lenge fisken bløgges raskt etter fangst, levende eller kort tid etter død.

Konseptet for liten båt (1-3 personer om bord) baserer seg på manuell innmating og håndtering av fisken. På liten båt er det som følge av lite tilgjengelig areal svært vanskelig å få til automatisk singulering og orientering, og det vil dessuten bli for dyrt og komplisert for fiskerne til at det er hensiktsmessig. Hovedhensikten med konseptet for liten båt er derfor å gjøre bløggearbeidet mindre belastende og farlig for fiskeren. Bløggemaskinen må være kompakt, enkel i drift og rimelig. Prototype 1 og 2 av bløggemaskinen er bygget og testet. Bløggemaskinen fungerer på hvitfisk 1-10 kg, men har fortsatt noen konstruksjonsmessige utfordringer som må optimaliseres. Den vil deretter kunne markedsføres av SeaSide AS.

Angående stor båt (med større mannskap og større fangster enn små båter) er det flere mulige konsepter som kan være anvendelige, avhengig av hvilke kriterier brukeren vektlegger mest. Vi har valgt å videreføre konseptet fra liten båt med hensyn til selve bløggeenheten, og automatisere singulering og orientering inn til bløggeenheten. Dette forutsetter bedøving av fisken i forkant.

4.2 Bløggemaskin Prototype 2

Prototype 2 oppnår i felttest 62 % korrekt bløgging, men grunnet problemet med fiksering av brystfinner må det utarbeides en annen måte å identifisere knivens treffpunkt på. I samråd med FHF og SeaSide AS er det bestemt at dette skal gjøres med maskinsyn. Idet fisken føres inn i bløggemaskinen vil den da fotograferes og bløggepunkt defineres ut fra bildet. Fisken vil deretter føres til egnet plassering før kniven går ned. Prototype 2 fungerer ellers som ønsket, men en rekke mindre endringer er foreslått på konstruksjonen for å gjøre den egnet for industriell bruk, forbedre funksjonene og først og fremst få opp hastigheten. I siste test om bord gikk hele bløggeoperasjonen på seks sekunder. Grunnet problemer med fisk som av og til kilte seg fast ble utslippstiden (tiden bunnplatene er i åpen stilling) utvidet til åtte sekunder for å gi operatøren tid til å få løs fastkilt fisk uten å måtte nullstille styringen. Målet er 2-3 sekunder for hele operasjonen, og vi mener dette vil kunne oppnås ved optimalisering av funksjonene diskutert i denne rapporten.

4.3 Videre utvikling

Utviklingen av elektrobedøver og implementeringen av slike i snurrevadflåten har til en viss grad gjort bløggemaskin for liten båt overflødig. Dette fordi den på grunn av krav til enkelhet, arealbruk og kostnad baserer seg på manuell håndtering for å singulere, orientere og mate inn bedøvd fisk i bløggemaskinen. Når fiskeren først må håndtere fisken manuelt, tar det ikke vesentlig lengre tid å bløgge den samtidig. Derfor vil sannsynligvis flere av båtene som allerede har investert i elektrobedøver foretrekke å fortsatt utføre bløgging manuelt. Bløggemaskinen vil likevel kunne benyttes av de som ønsker det, for å bedre HMS for fiskerne ytterligere, og uansett ha en vesentlig plass i en større, fullautomatisert linje. I bløggelinjer på stor båt er det vesentlig at fiskerne slipper å håndtere fisken under bløggingen. Dette krever elektrisk bedøving, automatisk singulering og orientering av fisken, samt automatisk innføring av fisken i bløggeenheten. Kapasitet er også viktig, men dette kan løses ved å installere flere bløggeenheter i samme system.

Bløggemaskinen skal utvikles videre i et nytt FHF-finansiert prosjekt innvilget i juni 2014 (FHF prosjektnummer 901015) '*Førstegenerasjon videreutvikling av teknologi for automatisk bløgging av hvitfisk ombord (BLØGGOMAT1)*'.

5 Referanser

Akse L, Joensen S, Heia K, Tobiassen T, Sivertsen AH & Wang PA (2012). Blodtapping av torsk – bløggemetoder og tid før bløgging eller direktesløyting. Nofima Rapport 19/2012.

Akse L, Joensen S, Tobiassen T, Midling KØ & Eilertsen G (2005). Fangsthåndtering på store snurrevadfartøy – Del 1: Blodtømming i torsk. Fiskeriforskning Rapport 9/2005.

Botta JR, Squires BE & Johnson J (1986). Effect of bleeding/gutting procedures on the sensory quality of fresh raw Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal* **19**, 186-190.

Digre H, Erikson U, Grimsmo L & Schei M (2013). Elektrobeøving av sei. SINTEF-rapport A24716. 20 sider.

Digre H, Erikson U, Misimi E, Standal IB, Gallart-Jornet L, Riebrooy S & Rustad T (2011). Bleeding of farmed Atlantic cod: Residual blood, color, and quality attributes of pre- and postrigor fillets as affected by perimortem stress and different bleeding methods. *Journal of Aquatic Food Product Technology* **20**, 391-411.

Erikson U, Grimsmo L, Westavik H & Digre H (2014). Sluttrapport AP3: Automatisk bedøving av villfisk. SINTEF rapport A26092.

Erikson U, Gjøsund SH, Sistaga M, Westavik H, Heide M, Grimsmo L & Digre H (2013). Sluttrapport AP2: Skånsom ombordtaking og oppbevaring av snurrevadfanget fisk før avliving. Visualisering av konsept for oppbevaring av fisk før bedøving. SINTEF rapport A26092.

Huss HH & Asenjo I (1976). Some factors influencing the appearance of fillets from white fish. Technological Laboratory, Ministry of Fisheries – A report, 8 p. Lyngby, Denmark.

Kelly TR (1969). Discolouration in sea-frozen fish fillets. In: *Freezing and irradiation of fish* (ed.: R. Kreuzer), pp. 64-67. Fishing News (Books) Ltd., London, UK.

Mathiassen JR, Misimi E & Eilertsen A (2013). Statusrapport våren 2013 for AP 5 (vektestimering) og AP 6 (artssortering). Prosjektnotat, 13 s.

Olsen SH, Joensen S, Tobiassen T, Heia K, Akse L & Nilsen, H (2014). Quality consequences of bleeding fish after capture. *Fisheries Research* **153**, 103-107.

Roth B, Torrissen OJ & Slinde E (2005). The effect of slaughtering procedures on blood spotting in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture* **250**, 796-803.

Valdimarsson G, Matthiasson A & Stefansson G (1984). The effect of on board bleeding and gutting on the quality of fresh, quick frozen and salted products. In: *Fifty years of fisheries research in Iceland* (ed. by A. Moller), pp. 61-72. Icelandic Fisheries Laboratory, Reykjavik, Iceland.

Warris PD & Wilkins LJ (1987). Exsanguination of meat animals. In: *Pre-slaughter Stunning of Food Animals* (ed. by H.E. Carter & V.R. Carter), pp. 150-158. Royal Society for Prevention of Cruelty to Animals: Horsham, Sussex, UK.

Westavik H & Grimsmo L (2011). Rapport fra tokt med snurrevadbåten snurrevadfartøyet 'Gunnar K', 22. mars 2011. SINTEF-rapport A21038 2011-12-01, 38 sider.

Westavik H, Grimsmo L (2012). Rapport fra tokt på Nordkappbanken med snurrevadbåten 'Gunner K', 18-24 mai 2011. SINTEF-rapport A21827, 34 sider.

Bilag 1 – Resultater fra ulike tokt som omhandlet bløgging og utblødning

Tokt med M/S Gunnar K, mars 2011

Toktet med snurrevadfartøyet M/S Gunnar K hadde flere målsetninger, blant annet ble elektrisk bedøving av hyse og torsk studert (Westavik & Grimsmo, 2011). Resultatene fra bedøvingsforsøkene er nært knyttet til faktorer som har relevans for bløgging og utblødning. Resultatene er derfor også delvis rapportert i sluttrapporten for AP3: 'Automatisk bedøving av villfisk' (Erikson m.fl., 2014).

Hovedmålsettingene relatert til bløgging for dette toktet var:

- Sammenlikne kvalitet av fisk som (a) ble bløgget like etter bedøving, og (b) fisk som ble bløgget 3 timer etter bedøving. Fisken ble i denne perioden lagret i buffertank med sirkulerende sjøvann.
- Undersøke arbeidsoperasjonen *bløgging*, det vil si om det var forskjell i bløggekapasitet (antall fisk per tidsenhet) for fisk som ble bløgget avhengig av hvorvidt fisken var elektrisk bedøvd ($n = 806$) eller ei ($n = 732$). HMS for fiskerne i forbindelse med bløgge- og sløyeoperasjonene skulle også vurderes etter innføring av elektrisk bedøving før bløgging.

Hensikten med å utsette bløggingen i 3 timer var å undersøke om utblødningen da førte til endringer med hensyn til filetkvalitet sammenliknet med umiddelbar bløgging etter bedøving. En annen betraktningssmåte er om fisk under siste del av fangstprosesseringen (her: satt til 3 timer) fikk like god utblødning som fisk under den første delen av fangstbehandlingen (her: umiddelbart etter bedøving) - dersom en benytter en buffertank med sirkulerende sjøvann for lagring av fisk etter bedøving (i kombinasjon med en mottakstank med vann, før bedøving)?

Gjennomføring

Snurrevadfisket foregikk i Vesterålen hvor det hovedsakelig ble fangstet torsk, men også noe hyse. Fangsten (ca 10 tonn) ble pumpet fra redskap ved skutesiden til mottakstank om bord i løpet av 30 min. Fiskestørrelsen som ble benyttet for å sammenlikne bløgging av bedøvd med ikke-bedøvd fisk var for torsk og hyse henholdsvis $3,3 \pm 0,8$ kg og $1,9 \pm 0,6$ kg (middelverdi $\pm$ SD, $n = 31-33$). Fisken ble lagret levende i mottakstank og deretter overført til transportbånd fram til elektrobedøveren. Torsk og hyse ble bløgget ved strupekutt umiddelbart etter bedøving. En annen gruppe torsk og hyse ble etter bedøving lagt i kar med rennende sjøvann (buffertank) i 3 t før fisken ble manuelt bløgget ved direktesløyning. På dette toktet ble torsken bløgget og levert rund med hode, mens hysen ble sløyd og levert med hode. Etter bløgging ble fisken skylt i kar og transportert til RSW lagringstanker. Overlevelsesgrad etter 3 t i buffertank ble målt, og for død fisk ble Rigorstatus bestemt. Kvaliteten på fisken ble vurdert etter islagring i 6 dager ved bruk av 'Quality Index Method' (QIM, score 0-23) og Filetindeks (score 0 - 7). Fiskerne om bord ble intervjuet med hensyn til HMS-vurderingen.

Resultater

Fiskens tilstand etter 3 timer i buffertank før bløgging ved direktesløyving

Målt umiddelbart etter bedøving var det som forventet ingen tegn til rigor, hverken hos torsk eller hyse. Derimot døde de fleste av bedøvdde fiskene i løpet av de tre timene de var i buffertanken. Antall levende fisk, og antall fisk i rigor, samt Rigorstatus for disse fiskene er vist i Tabell B1-1. Merk at fisken først ble bløgget etter denne evalueringen (3 timer etter bedøving) ble foretatt. All hyse døde i løpet av oppholdet i buffertanken mens 25 % av torsken overlevde. Videre var 50 % av torsken og 72 % av hysen i ulike rigortilstander (Rigorstatus fra 0,5 til 5). Rigorstatus midlet over alle fisk i gruppen var henholdsvis 1,4 og 1,7, noe som tilsvarer tidlig rigorfase.

For prosessering var dette en lite gunstig situasjon på grunn av to forhold. Siden en god del av fisken var dødsstiv betyr det at fiskene hadde vært døde en viss tid (< 3 t). Følgelig kunne det tenkes at disse fiskene ville bli dårlig utblødd. Videre vil prosessering av fisk i rigor kunne gi feilskjæring og skader på fisken. I utgangspunktet tilsier dette at under de gjeldende betingelsene for dette toktet var det ikke å anbefale å vente så lenge som 3 timer med å prosessere fisken etter bedøving.

Tabell B1-1 – Tilstand for fisk umiddelbart før bløgging 3 timer etter elektrisk bedøving: antall levende fisk, antall fisk i rigor og Rigorstatus. Fisken ble holdt i en buffertank (3 timer) med god utskifting av sjøvann.

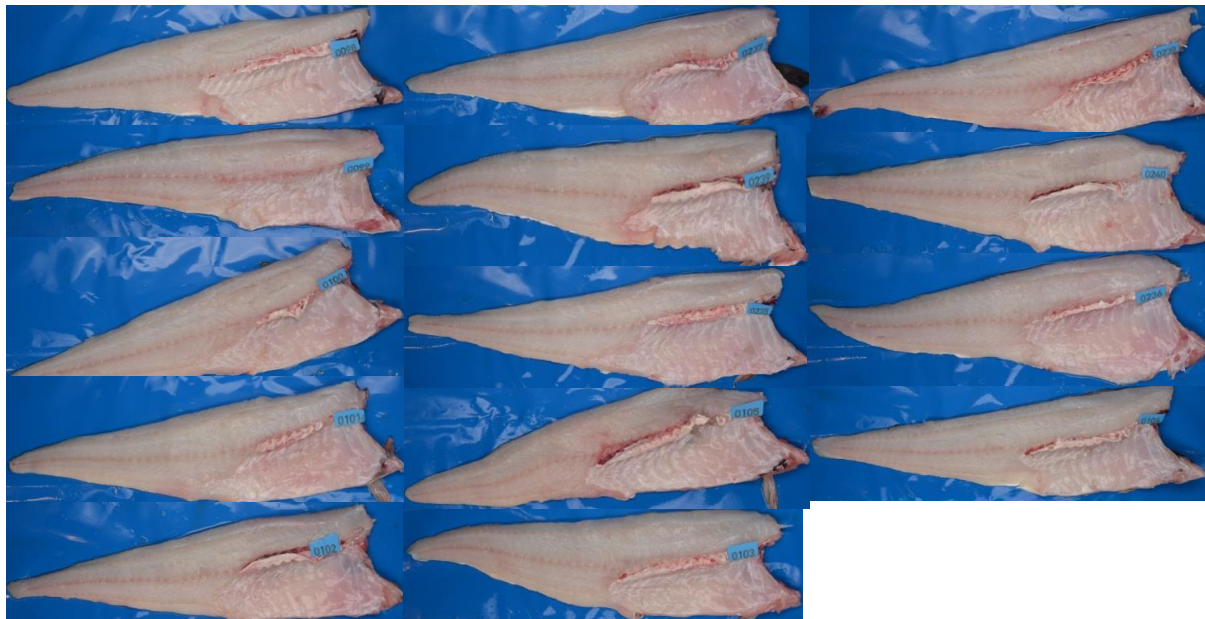
Art	Antall levde fisk ⁽¹⁾	Antall fisk i rigor ⁽²⁾	Rigorstatus (0-5) ⁽³⁾
Torsk	4/16	8/16	1,4 ± 0,5
Hyse	0/16	13/18	1,7 ± 0,5

(1) antall levende fisk / antall fisk totalt; (2) antall fisk i rigor / antall fisk totalt; (3) middelerverdi ± SEM basert på totalt antall fisk i gruppen (n = 16 og 18). Score: 0 – ingen rigor (pre- eller post-rigor); 1 - begynnende (lokal) rigor (eller nesten ute av rigor); 2 – rigor har spredt seg til en større del av fisken; 3 – hele fisken tydelig i rigor; 4 - sterk rigor; 5 – meget sterk rigor

Evaluering av kvalitet etter islagring

Til tross for at en stor andel av fisken (torsk og hyse) var døde ved bløgging etter 3 timer ble det ikke observert tydelige forskjeller i filetkvalitet ved visuell sammenlikning med fileter fra fisk som ble bløgget rett etter bedøving (Figur B1-1 og Figur B1-2). Filetene var av god kvalitet uten framtrædende spor av blodrester, blodflekker, blodfylte årer eller områder med misfarging. Det ble heller ikke observert signifikante forskjeller mellom gruppene med hensyn til QI-score som vist i Tabell B1-2 (torsk: score 7,1 & 7,2; hyse: score 6,9). Med hensyn til 'Filetindeks' var det heller ingen signifikante forskjeller for de to gruppene torsk (2,3 & 2,6), mens for hyse var det en mindre forskjell i det midlere 'Filetindeks' var på 3,3 ved 0 t og 4,1 ved 3 t. Parameteren 'Blod/Farge' i QI hadde en score på rundt 1 for alle fiskegruppene noe som tilsvarer 'mørk rød' farge. I forbindelse med 'Filetindeks' lå middelerverdiene for parameteren 'Blodflekker' på 0,1-0,2 for hyse og torsk. Dette tilsvarer omtrent 'ingen blodflekker' i filetene. Følgelig kan vi konkludere med at kvaliteten av filetene ble ikke merkbart dårligere når fisken ble bløgget i død tilstand (< 3 t post mortem). Resultatene tyder også på at bløggemetode (strupekutt versus direktesløyving) spilte mindre rolle for resultatet av utblødningen.

Torsk bløgget umiddelbart etter elektrobedøvning



Torsk bløgget ved direktesløyving 3 timer etter elektrobedøvning

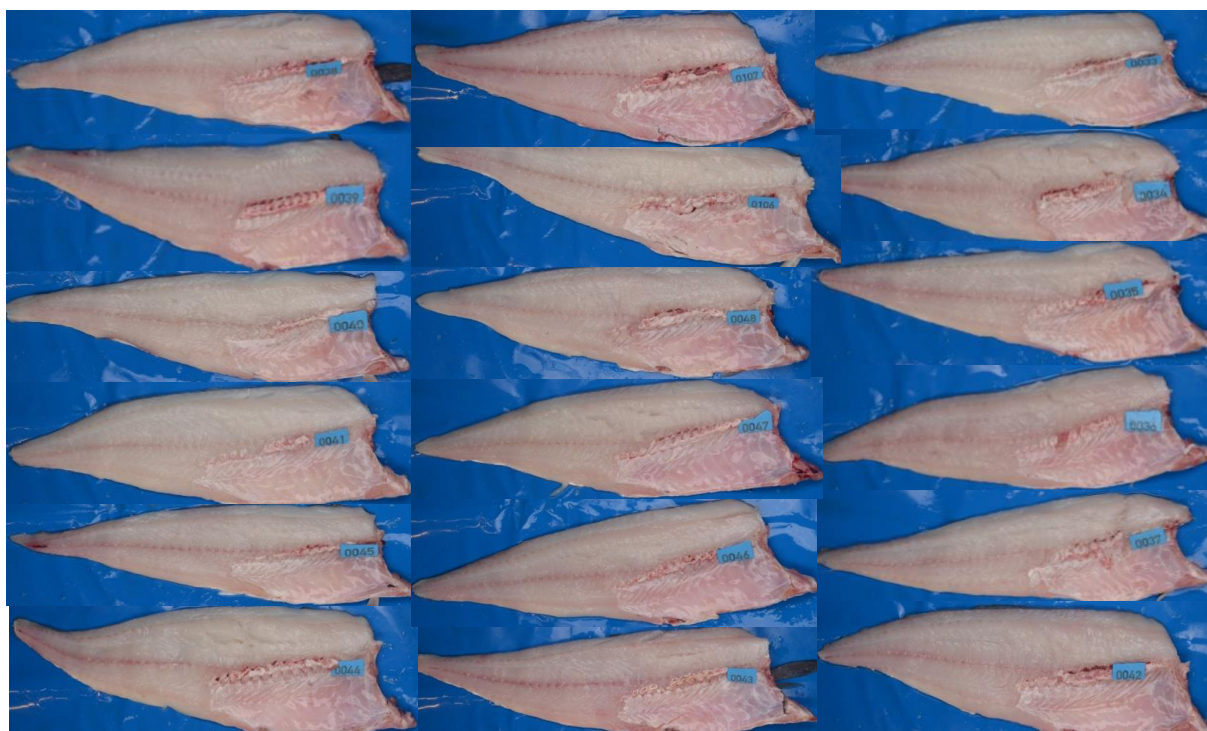


Figur B1-1 – Sammenlikning av fileter fra torsk som ble bløgget umiddelbart etter elektrisk bedøvning (strupekutt) samt etter 3 timer i buffertank når 75 % av fiskene var døde (bløgging ved direktesløyving).

Hyse bløgget umiddelbart etter elektrobedøving



Hyse bløgget ved direktesløying 3 timer etter elektrobedøving



Figur B1-2 – Sammenlikning av fileter fra hyse som ble bløgget umiddelbart etter elektrisk bedøving (strupekutt) samt etter 3 timer i buffertank der alle av fiskene var døde (bløgging ved direktesløying). Tabell

B1-2 – Elektrisk bedøvd (48 V i 3,5 sek) torsk og hyse. Sammenlikning av fisk som ble bløgget ved strupekutt rett etter bedøving (0 t) versus fisk som ble lagret 3 timer i en vannfylt buffertank før bløgging ved direktesløying (3 t). Quality Index (QI) og Filetindeks ble evaluert etter 6 dager på is.

Bløgge- tidspunkt (timer)	QI (0-23) ⁽¹⁾	Blod/Farge (0-2) ⁽¹⁾ QI	Filetindeks (0-7) ⁽²⁾	Blodflekker (0-2) ⁽²⁾ Filetindeks
		Torsk		
0	7,1 ± 1,5	0,7 ± 0,3	2,3 ± 0,4	0,2 ± 0,5
3 ⁽³⁾	7,2 ± 0,8	1,0 ± 0,0	2,6 ± 0,3	0,2 ± 0,4
		Hyse		
0	6,9 ± 1,1	1,0 ± 0,0	3,3 ± 0,4	0,1 ± 0,4
3 ⁽⁴⁾	6,9 ± 0,9	1,0 ± 0,0	4,1 ± 0,4	0,1 ± 0,2

Middelverdier ± SD (n=15-18); (1) Martinsdottir et al. (2004) reference manual for the fish sector 'Sensory evaluation of fish freshness'. QIM Eurofish 2001, 2004. 'Blod/Farge' utgjør en del av QI: score 0 – rød; score 1 – mørk rød; score 2 – brun; (2) 'Blodflekker' utgjør en del av Filetindeks: score 0 – ingen blodflekker; score 1 – inntil to mindre blodflekker; score 2 – tydelige blodflekker; (3) 75 % av fisken var døde ved bløgging; (4) 100 % av fisken var døde ved bløgging

Bløgging av elektrisk bedøvd fisk: kapasitet og HMS

Ved å sammenlikne med tradisjonell bløgging (ikke bedøvd fisk) viste opptelling at det var om lag 10 % flere fisk som ble bløgget per tidsenhet når fisken var bedøvd på forhånd. Dog var ikke antallet signifikant forskjellig (basert på sammenlikning av 2 x 3 grupper). Tilbakemeldingen fra fiskerne var imidlertid entydig: 'Sammenliknet med bløgging av sprell levende fisk var det enklere og mindre belastende å håndtere fisk som var immobilisert (bedøvd) på forhånd'. Det ble videre ansett som mindre sannsynlig at en fisker stikker eller skader seg selv (eller andre) enn ved håndtering og bløgging av ikke-bedøvd fisk. Spesielt for torsk kan det nevnes at fisken ofte sperrer ut gjellelokkene rett etter elektrisk bedøving, noe som gjør det lettere å bløgge fisken.

Konklusjoner

- Lagring av elektrisk bedøvd (48 V DC i 3,5 sek) hyse og torsk i buffertank før bløgging, med gjennomstrømning av sjøvann i tre timer, førte til høy dødelighet, og til inntreden i rigor mortis for flere av fiskene. Dette til tross, filetkvaliteten var god og sammenlignbar med fileter fra fisk som ble bløgget umiddelbart etter bløgging.
- Resultatene tyder på at bløggemetode (strupekutt versus direktesløying) spiller mindre rolle for resultatet av utblødningen.
- Manuell bløgging av fangsten var lettere å gjennomføre og mer effektiv når fisken var bedøvd på forhånd.
- Innføring av elektrisk bedøving ombord ga derfor vesentlige forbedringer for fiskernes HMS.

Tokt med M/S Gunnar K, mai 2011

Toktet med snurrevadfartøyet M/S Gunnar K hadde flere målsetninger, blant annet ble elektrisk bedøving av hyse, torsk og sei studert (Westavik & Grimsmo, 2012). Resultatene fra bedøvingsforsøkene er nært knyttet til faktorer som har relevans for bløgging og utblødning. Resultatene er derfor også delvis rapportert i sluttrapporten for AP3: 'Automatisk bedøving av villfisk' (Erikson m.fl., 2014).

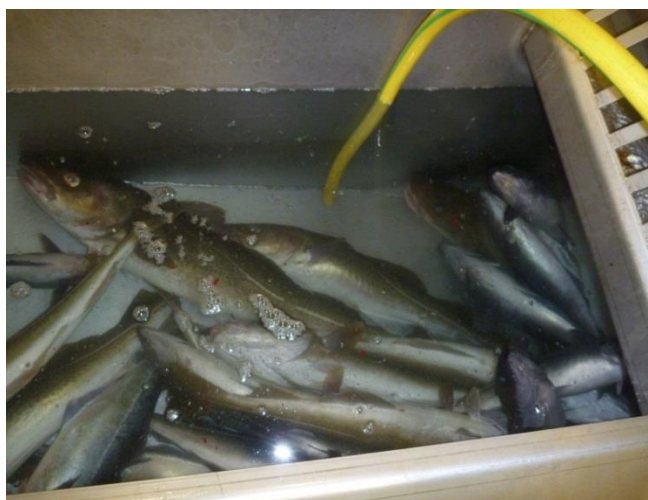
Gjennomføring

Fisket foregikk på Nordkappbanken og fangsten ble pumpet om bord fra snurrevaden med vakuumpumpe. Fiskens rundvekt (middelverdi $\pm$ SD, $n = 15 - 21$) var for henholdsvis torsk, hyse og sei: $2,0 \pm 0,7$, $1,1 \pm 0,3$ og $2,0 \pm 0,7$ kg. Tilsvarende var surheten i hvit muskel (middelverdi $\pm$ SEM, $n = 15 - 21$) ved fangst av de tre artene henholdsvis pH $6,74 \pm 0,23$, pH $6,41 \pm 0,15$ og pH $6,88 \pm 0,22$. Evnen muskelen hadde for kontraksjon, målt umiddelbart etter avliving, ble målt med en såkalt 'Twitch Tester' (håndholdt instrument for elektrisk stimulering av muskel i ca 1-2 sek ved 9 V). Uansett art, viste fisken kun svakt utslag/reaksjon (middelverdi $<0,8$ på en skala 0-2 der '0' betyr ingen kontraksjon mens '1' og '2' betyr henholdsvis svakt eller tydelig utslag med halen). Resultatene viste at all fisk, uansett art, var utmattet før bedøving og avliving (på grunn av fangstprosess og håndtering). Fiskens kroppstemperatur målt ved bedøving varierte mellom $5,2 - 6,1^{\circ}\text{C}$.

Fisken ble tatt fra buffertank (tank fylt med sjøvann for midlertidig oppbevaring av levende fisk), elektrisk bedøvd og (a) direktesløyd og skyllet, eller (b) lagt i sjøvann i 3 timer (Figur B1-3) før direktesløyning og skylking. Fisken ble i denne perioden holdt i kar fylt med sirkulerende sjøvann med oksygenmetning 76-110 % og temperatur $4-5^{\circ}\text{C}$. I begge tilfellene ble fiskens tilstand og rigorstatus evaluert.

Med hensyn til bløgging etter elektrisk bedøving var formålet:

- å sammenlikne fiskens tilstand og bløggeresultat like etter bedøving vs 3 timer etter bedøving.



Figur B1-3 – Hyse, torsk og sei ble holdt i bufferkar med rennende sjøvann i 3 timer etter elektrisk bedøving. Fisken ble evaluert og sammenliknet med andre grupper fisk som ble evaluert like etter bedøving. I det øyeblikket bildet ble tatt ser vi at fisken fortsatt var bedøvd.

Resultater

All fisk ble bedøvd ved en midlere spenning (målt over elektrodene) på 48 V pDC i 3,5 sek. Etter 3 timer i buffertanken levde 80 % av torsk mens for hyse og sei levde henholdsvis 26 og 13 % av fiskene. Disse tallene kan – i utgangspunktet - tyde på at det er lettere å oppnå god blodtapping for torsk ved forsinket eller langsom prosessering om bord. Omvendt kan en spekulere i om det er mer påkrevet med rask prosessering dersom en fangster hyse og sei. Imidlertid ble det for hver av artene ikke funnet signifikante forskjeller i Quality Index (QI) eller i 'Filetindeks' ved å sammenlikne fisk som hadde blitt bedøvd og direktesløyd umiddelbart, eller etter 3 timer i buffertank (Tabell B1-3). Av spesiell interesse her er at både for QI og 'Filetindeks' har 'Farge' som en av evalueringsparameterne. Av tabellen ser vi at også resultatet for disse subjektive evalueringene ikke var signifikant forskjellige mellom to de tidspunktene for bløgging. For QI evaluering av 'Blod/Farge' ble all fisk vurdert å ha en score på rundt '1', noe som tilsvarer 'mørk rød' farge. Merk at tilstedeværelse av restblod i filet - som vurdert i forbindelse med QIM - trenger ikke nødvendigvis å være relatert til bløgging, ofte kan det ha sammenheng med hvor godt fisken/bukhulen er vasket etter prosessering. Når det gjelder 'Farge' vurdert ved Filetindeksmetoden lå gjennomsnittsverdien for fisk et sted mellom 'hvit ensfarget farge' (score 0) og 'grå, rødlig farge' (score 1). Da total QI-score var 7-9 etter 8 dager på is ble fisken totalt sett vurdert som god med ingen spesielle defekter relatert til dårlig utblødning. Til sammenlikning kan nevnes at ved QI > 15, anses fisken for å være uegnet for humant konsum.

Tabell B1-3 – Elektrisk bedøvd (48 V i 3,5 sek) torsk, sei og hyse. Sammenlikning av fisk som ble bløgget rett etter bedøving (0 t) versus fisk som ble lagret 3 timer i en vannfylt buffertank før bløgging (3 t). All fisk ble bløgget ved direktesløyding. Quality Index (QI) og Filetindeks ble evaluert etter 8 dager på is.

Bløgge- tidspunkt (timer)	QI (0-23) ⁽¹⁾	Blod/Farge (0-2) ⁽¹⁾ QI	Filetindeks (0-13) ⁽²⁾	Farge (0-2) ⁽²⁾ Filetindeks
		Torsk		
0	6,9 ± 0,7	0,9 ± 0,2	4,0 ± 1,2	0,1 ± 0,2
3	7,6 ± 0,6	0,9 ± 0,3	3,6 ± 1,5	0,3 ± 0,3
		Hyse		
0	8,7 ± 0,5	0,9 ± 0,2	6,3 ± 1,3	0,5 ± 0,2
3	8,9 ± 0,5	1,1 ± 0,2	5,7 ± 1,2	0,5 ± 0,4
		Sei		
0	8,0 ± 0,6	0,9 ± 0,2	6,4 ± 0,9	0,6 ± 0,2
3	8,5 ± 0,7	1,1 ± 0,2	6,5 ± 1,3	0,6 ± 0,2

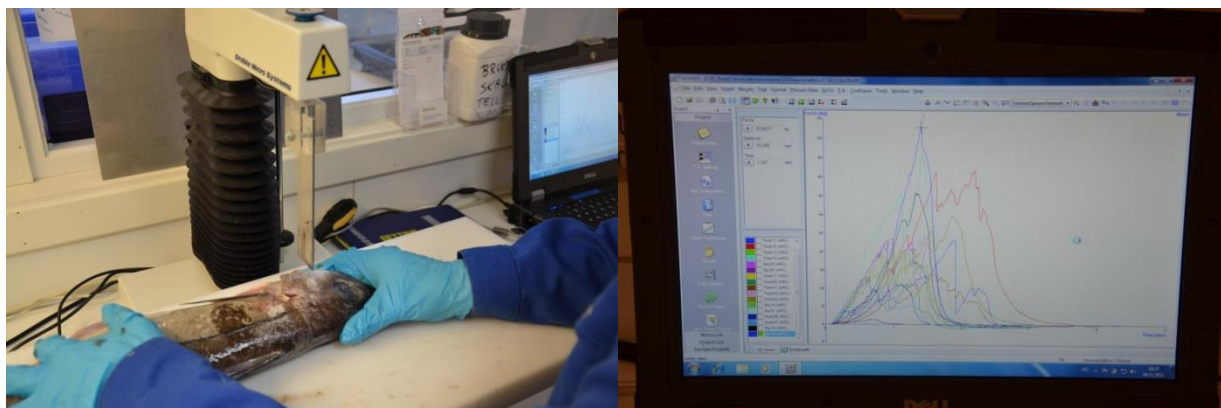
Middelverdier ± SD (n=15-21); (1) Martinsdottir et al. (2004) reference manual for the fish sector 'Sensory evaluation of fish freshness'. QIM Eurofish 2001, 2004. 'Blod/Farge' som en del av QI: score 0 – rød; score 1 – mørk rød; score 2 – brun; (2) Esaassen et al. (2006) Fiskeriforskning-rapport nr. 17. 'Farge' som en del av 'Filetindeks': score 0 – fileten har hvit ensfarget farge; score 1 – Fileten har en grå farge, rødlig; score 2 – Flekket, misfarget gul, gjennomsliktig.

Konklusjoner

- Overlevelsesraten, evaluert 3 timer etter bedøving, viste tydelige artsforskjeller i det 80 % av torsken var fremdeles levende, mens for hyse og sei overlevde henholdsvis 26 % og 13 %
- Det ble ikke funnet signifikante kvalitetsforskjeller (QI og 'Filetindeks') mellom fisk som ble direktesløyd umiddelbart etter bedøving sammenliknet med bedøvd fisk som ble lagret 3 timer før direktesløyning

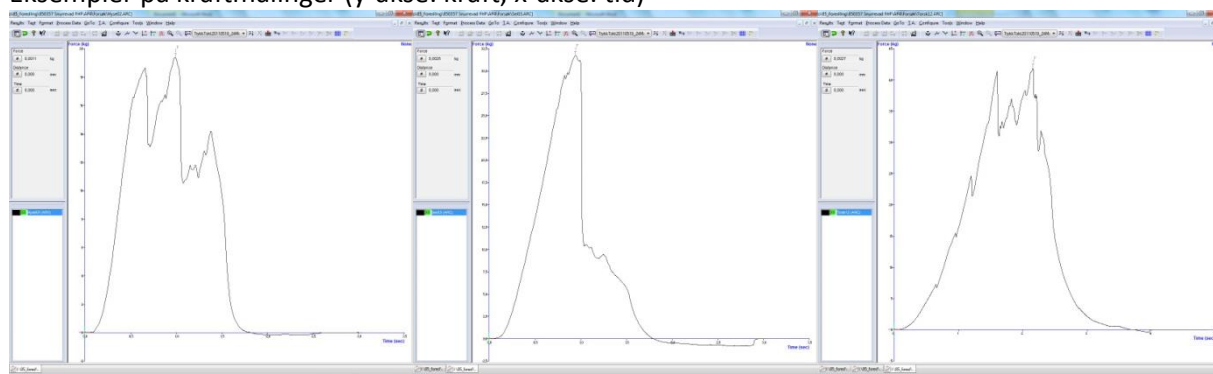
Bilag 2 – Testing av kniver for bløgging av hvitfisk

Aktuelle kniver ble montert i en teksturmåler (bildet til venstre nedenfor) for å kunne måle nødvendig kraft som måtte til for å skjære gjennom gjellelokkene til torsk, sei og hyse. Eksempler på resultatene, nedtrykkskraft som funksjon av tid, er vist i grafene nedenfor.



Manuell fiksering av fisk og skjermbilde med akkumulerte grafer over tidsavhengig belastning (nedtrykk med kniv)

Eksempler på kraftmålinger (y-akse: kraft; x-akse: tid)



Hyse02 (topp ved ca 20 kg)

Sei03 (topp ved ca 32 kg)

Torsk 21 (topp ved ca 42 kg)

Bilag 3 – Morfologitabeller for bedøvning og bløgging (delfunksjoner og delløsninger)

TEMA: MORFOLOGITABELL		PRODUKT: BEDØVING OG BLOGGING AV HVITFISK OMBORD				UTARBEIDET AV: BT	DATO: OKT 2011	VERSJON: 0,1	SIDE: 5	
Delfunksjon	Eksisterende løsninger (manuell veiing)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Prøveuttak/innmating	Hender 	Rør 	Band 	Renne 	Åsilt beholder 	Plukking (robot) 	Gripere (tviss robot) 			
2. Singulering	Hender 	Baner 	Akselerasjonsbånd 	Innboksing 	Karusell 	Plukking (Robot) 	Sperrerull 	Fartsdumper 	Passiv spredde 	
3. Orientering Hode-Hale	Hender 	Vertikal vender 	Horisontal vender 	Riste Brett 	Baneskille 	Robot 	Brett m/knaster 			
4. Bedøving	Manuell/slag 	El 	Slag 	Lyd/trykk 	Kjemi 	Gass 				
5. Bløgging	Manuell kniv 	Kniv/bolt 	Slag + kniv 	Hodekapp 	Direktesloying 	Varmjet 	Laser 			

TEMA: MORFOLOGITABELL		PRODUKT: BEDØVING OG BLOGGING AV HVITFISK OMBORD				UTARBEIDET AV: BT	DATO: OKT 2011	VERSJON: 0,1	SIDE: 6	
Delfunksjon	Eksisterende løsning	1	2	3	4	5	6	7	8	9
6. Maskinsyn (inkl. vektstimering)	Manuell vekt 	2D maskinsyn 	3D maskinsyn 	Røntgen 	Spektroskopi 	Fotoakustikk 				
7. Veiing (Veiicelle/ fysisk vekt)	Manuell vekt 	Autom. vekt 								
8. Sortering	SE TILLEGG NEDENFOR (gradering/sortering/håndtering)									
(Utmating/ tilbakeføring)	Hender 	Renne 	Rør 	Band 						
(Utblødning)	Kar 	Kar 	Tørnublodning 	Direktesloying 	Ikke 					

TEMA: MORFOLOGITABELL	PRODUKT: BEDØVING OG BLOGGING AV HVITFISK OMBORD	UTARBEIDET AV: BT	DATO: OKT 2011	VERSJON: 0.1	SIDE: 8
--------------------------	---	----------------------	-------------------	-----------------	------------

Deløsning Delfunksjon	Eksisterende løsning	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Aa. Gradering Detektere parametre på fisk		Mekanisk (uten maskinsyn)	2D maskinsyn	3D maskinsyn	Røntgen	Spektroskopi	Fotoakustikk				X
Ab. Gradering Presentere fisk for maskinsyn		Følere (uten maskinsyn)	Åpning to sider	Åpning en side	Gjennomsiktig boks/sylinder	Gjennomsiktig band	Område med bakgrunn/lys				X
Ba. Sortering Kaste ut fisk		Flipper	Carrier	Trip	Air jet	Up/down and out	Pusher	Drop out (belt)	Dumper		X
Bb. Sortering Flytte fisk med robot		Industrirobot	Flexpicker	Scara Robot	Linear føring	Quattro					X
Bc. Håndtering Gripe fisk (manipulator)		Nålegriper	Mekanisk griper, "fingre"	Mekanisk klype	"Stekespade"	Vakuugriper	Ballongriper	Krokgriper	Strammewire	Fryseelement	





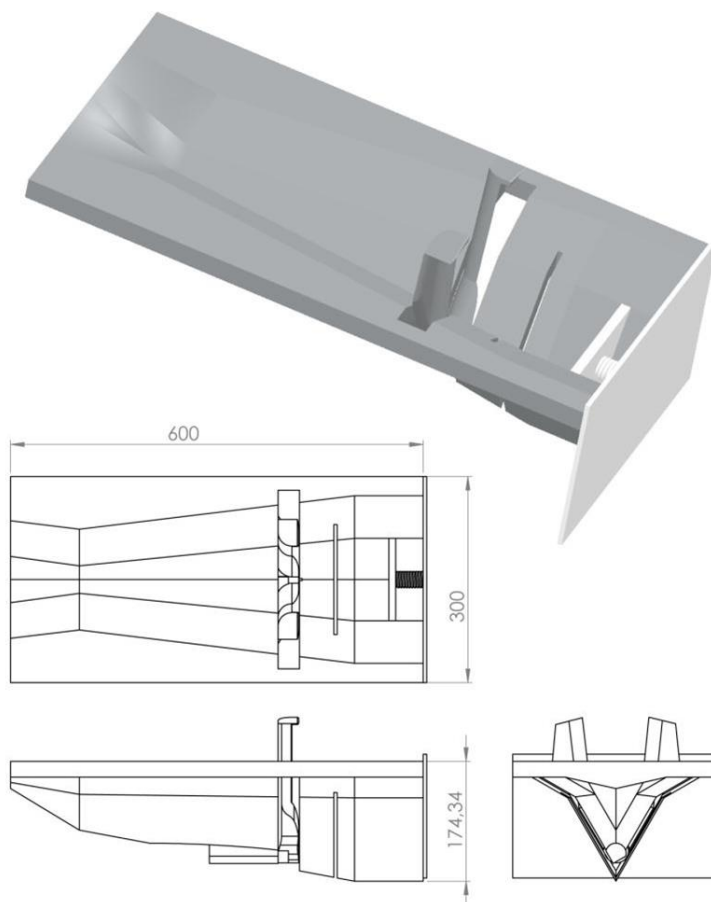


Bilag 4 – Modifisert fikseringsskål

På grunnlag av testing av Prototyp 1 ombord på M/S Harhaug november 2012 viste det seg at det var nødvendig å gjøre en del endringer på bløggemaskinen. Følgende forhold lå til grunn for å modifisere fikseringsskålen:

- Slak sklie ut fra elektrobedøver til bånd
- Fisk over i renne for sentrering
- Begrenset størrelse av hele konstruksjonen, innmating fra bord/glideflate slik at hele fisken ikke ligger omsluttet av skålen
- Grunnere renne, mindre geometri i utforming av sidevegg (ikke nødvendig)
- Fisken føres frem til kant for nakkeutbøying/innjustering av treffpunkt
- Fjærbelastet motholdsplate mot hode og fiksering i siden for å fange opp brystfinner
- Roterende kniv skal laget et dybdekutt, +5 cm for å kutte hjerte og gjellefeste
- Ejektormekanisme for utmating av fisk i stedet for skålbånd (som blir for plasskrevende for liten båt)

En 3D-skisse av modifisert fikseringsskål er vist nedenfor.



Bilag 5 - Variasjoner i fiskens form og fysiologi kan påvirke automatisert utblødning

Tabellen nedenfor viser hvordan fiskens tilstand før bløgging kan påvirke den automatiserte bløggeprosessen.

Variasjoner	Observasjoner og følger av variasjoner	Innvirkning på bløgging
Stiv vs slapp fisk	Både svært stive og svært myke fisk på samme tokt. Kan ha sammenheng med halet, om det er et stort hal fra dypt vann eller lite hal nær overflaten. Dette gir innvirkning på fiskens kondisjon og pre-rigortid.	Liten
Stor vs liten fisk	På M/S Meløyfjord ble det fangstet torsk godt over gjennomsnittlig størrelse. Maskinen takler fisk noe over 10 kg, men ikke på 15 kg. Best resultater ble oppnådd på fisk 5-8 kg.	Middels
Lang/smål vs kort/tykk fisk	Større variasjon enn forventet. Innslag av både skrei og kysttorsk, dessuten store innbyrdes forskjeller fra fisk til fisk.	Middels
Myke vs harde brystfinner	En overraskelse var at en del av torsken har svært myke brystfinner som er lett bevegelig begge veier (framover og bakover). Dette vanskeliggjør kontroll på kverk/bløggekutt med brystfinneholder, da fisken glir forbi uhindret.	Kritisk, bør endres? (*)
Gapende vs lukket munn	Det varierer mye om (bedøvd) fisk gaper, har halvåpen munn, eller lukker munnen. Gapende munn ga problemer ved utmating, fordi motholdet i sin nåværende form har en utstikker som en gapende munn kan hekte seg opp i.	Kritisk, kan unngås (**)
Utspilte vs sammenslåtte gjeller	Elektrobedøving fører til at en viss andel av den bedøvede fisken får utspilte gjellelokk. Fisk fra dypt vann eller større hal ser ut til å være mer påkjent (?) og åpner ikke gjellene, samtidig som de er langt 'slappere i fisken'. Fisk fra små hal fra nær overflaten (tidlig om morgenen) ser ut til å være sterkere og fastere, og spiler ut gjellene i større grad. Utspilte gjeller gir med dagens utforming av krybben bedre bløgging og mindre feilkutt.	Liten

(*) Brystfinneholder vil ikke kunne fikse fisk med myke finner, og treffpunkt for slike er derfor ikke kontrollerbart med dagens løsning. Det ser ut til å være tilfeldig om fisk med myke finner er liten, middels eller stor. Det vil da være en viss feilprosent som følge av fisk med myke finner. Derfor kan det være nødvendig med en annen løsning for å finne treffpunkt for bløggingen, enten basert på fiskens vekt eller med bruk av maskinsyn.

(**) Utstikeren på motholdet må gjøres flat eller kunne hengesles tilbake ved utmating, slik at fisk med åpen munn ikke kan hekte seg fast på vei ut.

Bilag 6 – Observasjoner fra uttesting av bløggemaskin (Prototype 2)

En oppsummering av observasjoner samt ulike momenter i forbindelse med uttestingen av Prototype 2 er gitt nedenfor.

Knivoppsett

Roterende kniv/knivoppsett:

- Vurder bladtype (helt rund vs delvis taggete), omdreiningshastighet, dreiemoment for tung skjæring, nødvendig volum av trykkluft/hydraulikk og nødvendig lufttrykk/hydraulikk.

Sløv vs skarp kniv:

- Rund kniv ble etter hvert sløv (etter Myreforsøket) noe som førte til mye feilkutt. Kapping av kjevebein. Kniven ble byttet ut med en rund kniv med tagger. Sløv kniv ga for små fisk mye rotasjon, i enkelte tilfeller så mye at fisken ble dratt med rundt og kuttet rundt øyet. Skarp kniv fungerte langt bedre, taggete kniv holdt gjennom resten av forsøkene og ga tilsynelatende mye mindre feilkutt.

Omdreiningsmoment:

- Rikelig med trykkluft om bord (2 x 140 liters tanker), men kniven kilte seg enkelte ganger likevel. Motoren som er installert har følgelig for lite dreiemoment for å komme gjennom hvis kuttet går i bein. (Andre muligheter: Bedre innstilling av kutt, men feil vil alltid kunne oppstå.)

Dybdekutt:

- Kutter gjennom kverk og gjellebuer selv om fisken er myk og bøyes noe ned, men kutter ikke inn til ryggbeinet. En kuttdybde på 4-5 cm kan være litt lite hvis kuttet bommer på hjerte og blodårer bakover fra hjerte. Ved riktig treffpunkt er 4-5 cm tilstrekkelig, men dybden på kuttet må vurderes opp mot feilmargin på treffpunkt.

Knivblad:

- Slites, spesielt ved feilskjær, trykkfall og treff i kjevebein. Bør muligens være belagt på egg (for økt varighet). Bør beregne kostnad og nedetid per blad i forhold til (a) kasting av utslitt blad med belegg vs (b) sliping av ubelagt blad. Kan regne 900 fisk/time/mann (maskin)?

Konstruksjon bløggemaskin

Krybbe/renne:

- Må gjøres lengre for å gi plass til lengre hoder. For enkelte store fisk med lange hoder (som skrei) ligger kverken med dagens utforming allerede ved innmating (før tilbakeføring) for langt oppe. Disse fiskene kappes gjennom kjevebeinene og sliter ned kniven som gir dårlig kutt og dårlig

utblødning. Som en følge av lengre krybbe må også sylindren som styrer motholdet ha lengre gange.

Kompakthet konstruksjon:

- Akseptabel for fiskerne, men bør kunne transporteres enklere. Mye dødvolum inni maskinen som kan konstrueres vekk selv om tilkomst beholdes. Konstruksjonen må være lettere, hulprofiler i stedet for flattjern.

Vinkling 40 grader:

- Vinklingen fungerte godt. Fisk glir alltid ut hvis uhindret av mothold.

Lys i maskin:

- Veldig hendig i dårlig lys, bør videreføres. Kanskje også når maskinen er av.

Utmatingsrenne:

Rennen må ha sidekanter (ikke plan plate), ellers kan fisken kile hodet mellom stopler og plate.

Mothold:

- Fisk med åpen munn hekter i plastpigg. Motholdet må være flatt eller kunne hengsles bakover ved utmating, slik at fisk ikke hektes fast.

Justeringer på maskin:

- Maskinen bør styres med knapper/brytere på siden av maskinen: (a) Tider/sekvens på utside, (b) trykksylindre på utside, (c) manuell utløsning av krybbe på utside (i tilfelle kilt fisk), (d) nødbryter (trykk av kniv, kniv i øvre stilling, krybbe åpen, luft og strøm av), (e) manuell startknapp, (f) manuell kjøring av hver sylinder. Knapper og brytere må bli lettere å betjene med hansker.

Trykk-knapp 'START':

- Den monterte typen er hard og vanskelig å trykke inn. Enklere knapp bør settes inn.

Vasking/sprut:

- Knivblad bør ha halvt deksel for å unngå for mye spredning av blodsprut. Det spruter nå veldig mye fra fisken. Damdannelse flere steder må fjernes. Spyledyser bør innmonteres for vasking av utsatte steder, ellers gror maskinen igjen.

Vektføl/sensor:

- Det bør installeres en sensor som registrerer vekt mot mothold i enden av krybben (f.eks. på innfestingen av sylinder eller direkte på motholdet). Denne vil kunne registrere (a) når det kommer vekt (fisk) ned til motholdet og kunne brukes som igangsetting av bløggeoperasjon, samt (b) når

brystfinner hektes mot brystfinneholdere og brukes til å stanse tilbakeføringen. For sikkerhets skyld (fordi fisken kan ha myke brystfinner) bør tilbakeføringen likevel stanses basert på fiskens vekt og estimert lengde.

- Følgelig må en trykkmåler til slik at fisken bløgges basert på vekt og tilhørende estimat av lengden mellom kverk fra snute. (Eventuelt kan maskinsyn anvendes).

Andre forhold

Innmatingskassett:

- Forslag fra fiskere for hurtigere operasjon og pauser: Med magasinering av fisk foran bløgger kan de mate inn raskere og ta pauser en gang i blant. Gjør at fiskeren ikke behøver vente på bløggemaskinen.

Trykkluft vs hydraulikk vs elektrisk drift:

- Trykkluft er akseptabelt/foretrukket når maskinen skal stå under dekk (pga hygieniske forhold). Hydraulikk er foretrukket når maskinen skal stå på dekk. Elektrisk drift kan være like robust og mer hygienisk, men kan være litt dyrere og vanskeligere å vedlikeholde for fiskeren selv. Mulig med flere alternativer?



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no