

A22559 - Åpen

Rapport

Automatisk fjerning av svarthinne hos torsk til saltfisk og klippfisk

Et grunnlag for realisering av ny teknologi

Forfatter(e)

Harry Westavik
Morten Bondø
John A. Fossum



Rapport

Automatisk fjerning av svarthinne hos torsk til saltfisk og klippfisk

Et grunnlag for realisering av ny teknologi

EMNEORD:
Svarthinne
Torsk
Saltfisk og klippfisk
Automatisk prosessering

VERSJON
1

DATO
2012-03-21

FORFATTER(E)
Harry Westavik
Morten Bondø
John A. Fossum

OPPDRAKSGIVER(E)
Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF)

OPPDRAKSGIVERS REF.
Lorena Gallart Jornet

PROSJEKTNR
850344 / FHF #900509

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:
18+ 3 vedlegg

SAMMENDRAG

Prosjektet er en videreføring av forprosjektet "Karakterisering av svarthinne hos atlantehavstorsk (*Gadus morhua* L.) og stillehavstorsk (*Gadus macrocephalus* L.)" i regi av FHF's Faggruppe konvensjonell og er finansiert av FHF og Innovasjon Norge.

I prosjektet er det utarbeidet en kravspesifikasjon som skal være et arbeidsdokument for suksesskriterier i utvikling av ny teknologi.

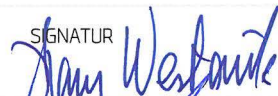
Gjennom forsøk med laboratoriemodeller er det vist at fjerning av svarthinne med kald flate fungerer når følgende faktorer er under kontroll;

- Temperatur på fryseelement
- Kontakttid og -kraft mellom fryseelement og svarthinne
- Fuktighet på overflaten av svarthinna
- Kontinuerlig rengjøring av fryseelementet for svarthinnerester.

Med bakgrunn i resultatene anbefaler prosjektgruppen at prosjektet videreføres i fase 2 for realisering av ny teknologi for fjerning av svarthinne hos torsk til saltfisk og klippfisk.

UTARBEIDET AV
Harry Westavik

SIGNATUR



KONTROLLERT AV
Leif Grimsø

SIGNATUR



GODKJENT AV
Marit Aursand

SIGNATUR



RAPPORTNR
A22559

ISBN
978-82-14-05432-3

GRADERING
Åpen

GRADERING DENNE SIDE
Åpen

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
0.1	2012-01-31	Utkast til sluttrapport
1	2012-03-21	Sluttversjon

Innholdsfortegnelse

1	Bakgrunn	4
1.1	Prosjektets målsetning	4
2	Materialer og metoder	6
2.1	Råstoff	6
2.2	Utarbeidelse av kravspesifikasjon og konseptutvikling	6
2.3	Laboratorieforsøk	6
2.4	Temperaturregulert kald flate	6
2.4.1	Styringsfaktorer	7
2.4.2	Temperaturutvikling	8
2.4.3	Doble peltierelement	9
2.4.4	Gjennomføring med temperaturregulert kald flate	10
2.5	Roterende kontaktflater - fryseruller	11
3	Resultater	12
3.1	Temperaturregulert kald flate	12
3.2	Roterende fryseruller	13
4	Diskusjon	15
4.1	Viktige nøkkelparametere	15
4.2	Bruk av flere peltier elementer	15
4.3	Fjerning ved bruk av fryseruller	16
5	Konklusjon	17
	Vedlegg	18

BILAG/VEDLEGG

Vedlegg 1 Prosjektnotat nr. 850344-1 av 22.8.2011 inkludert kravspesifikasjon

Vedlegg 2 Konsepter for fjerning av svarthinne

Vedlegg 3 Video av laboratorieforsøk, DVD eller videofil (.wvm)

1 Bakgrunn

Det er et ønske i saltfisk- og klippfisknæringa å automatisere fysisk tunge og ensidig gjentakende arbeidsoperasjoner. Dette for å redusere belastningsskader hos operatører og øke lønnsomheten ved mer effektiv produksjon, ref. ”Prioriterte innsatsområder for Bacalaoforum 2009 – 2010” og ”Handlingsplan for FoU-aktiviteter innen saltfisk og klippfisk. 2010 – 2013”. I det tidligere prosjektet ”Karakterisering av svarthinne hos atlantehavstorsk (*Gadus morhua* L.) og stillehavstorsk (*Gadus macrocephalus* L.)” finansiert av FHF og igangsatt i regi av Faggruppe konvensjonell, ble kald fryseflate identifisert som den mest lovende metoden for å fjerne svarthinne. Resultatene, som er dokumentert i SINTEF-rapporten SFH80 A095073, er grunnlaget for å videreføre arbeidet i dette prosjektet.

Prosjektet er finansiert av FHF (65 %) og Innovasjon Norge (35 %), totalt kr. 915.000,-

Prosjektet er gjennomført av SINTEF Fiskeri og havbruk AS, SINTEF Energi og med bidrag fra SINTEF Raufoss Manufacturing gjennom Forskningsrådets KMB-prosjekt 199581/I10 «Novel sensor technology and automation for improved quality and process control».

Prosjektdeltakerne;

Harry Westavik, forsker SINTEF Fiskeri og havbruk
Stein Ove Østvik, forskningsleder SINTEF Fiskeri og havbruk
Morten Bondø, sivilingeniør SINTEF Fiskeri og havbruk
John A. Fossum, Master of science SINTEF Fiskeri og havbruk
Tom Ståle Nordtvedt, seniorforsker SINTEF Energi
Astrid Stevik, forsker SINTEF Energi
Jan Buljo, seniorrådgiver SINTEF Raufoss Manufacturing
Olav Åsebø, forsker SINTEF Raufoss Manufacturing

Referansebedrifter;

Jangaard Export AS
Brødr. Aarseth
Brødr. Sperre
Brødr. Karlsen
Cape Fish
Trio Food Processing Machinery AS
Peter Stette AS
Nordic Supply System AS

1.1 Prosjektets målsetning

Prosjektets resultatmål er at det skal;

- Utarbeides en dekkende kravspesifikasjon for automatisk fjerning av svarthinne.
- Velges løsning for ”kald flate”-teknologi for testing i laboratorium og ute hos produsenter samt et konsept for automatisk styring.
- Lages en laboratoriemodell av et ”kald flate”-verktøy for å gjennomføre tester for fjerning av svarthinne hos torsk.
- Utvikles og dokumenteres et konsept hvor fryseteknologi og styring av verktøy inngår som en del av totalløsningen for automatisk fjerning av svarthinne. Dette skal være grunnlaget for å starte en effektiv utvikling i fase 2 til en fullskala prototyp.

- Gjøres et valg av løsning for videreføring, utvikling og realisering i fase 2.
- Identifiseres bedrifter til en prosjektgruppe med deltakere representert ved utstyrsleverandør(er), saltfisk og klippfiskprodusent(er) og FoU-miljø for utvikling og realisering av idé i fase 2.
- Lages et forslag til grov projektskisse for et "fase 2"-prosjekt med forslag til finansieringsplan.
- Formidles resultater fra "fase 1"-prosjektet gjennom FHF's Faggruppe klippfisk/saltfisk.

Forventet nytteverdi fra prosjektet er å lage et best mulig grunnlag for effektiv utvikling av teknologi for automatisk fjerning av svarthinne hos torsk til saltfisk og klippfisk. Med et eksportvolum i 2010 på over 66.000 tonn klippfisk og saltfisk av torsk (EFF, ureviderte tall) er det overordnede målet at teknologien skal bidra til å redusere den fysiske arbeidsbelastningen hos operatører som manuelt fjerner svarthinna. I tillegg skal lønnsomheten i næringa bedres ved å redusere bearbeidingskostnadene per produsert enhet.

En beskrivelse av arbeidet i prosjektet frem til høsten 2011 er beskrevet i prosjektnotat nr. 850344-1 av 22.8.2011 (se vedlegg 1). I sammendraget er det skrevet;

"Det har vært gjennomført tre arbeidsmøter og tre laboratorieforsøk med kaldflate-teknologi for å finne frem til et optimalt verktøy for fjerning av svarthinne hos torsk. Det er blitt arbeidet med kravspesifikasjon for et helhetlig system for automatisk fjerning av svarthinne, idégenerering rundt ulike løsninger og evaluering av resultater fra laboratorieforsøk.

Det er vist i enkeltforsøk at ideen fungerer som teknikk, imidlertid har det blitt brukt mer tid og ressurser enn planlagt uten at prosjektet har kommet frem til en løsning som fungerer godt nok hver gang. Det er identifisert flere parametere som må være under kontroll for at dette skal skje.

Det er under planlegging et nytt forsøk som skal finne de optimale innstillingene og forholdene som gjør at teknologien fungerer. Dette skal gjennomføres i løpet av høsten 2011 og endelig konklusjon og anbefaling om videre fremdrift blir utarbeidet når resultatene fra det siste laboratorieforsøket foreligger."

2 Materialer og metoder

2.1 Råstoff

Til forsøkene gjennomført i løpet av høsten 2011 har det vært benyttet torsk (*Gadus morhua* L.) fra lokale fiskere i Trondheimsfjorden. Fisken ble lagret på kjølerom (4 °C) i isoporkasse med is (0 °C).

2.2 Utarbeidelse av kravspesifikasjon og konseptutvikling

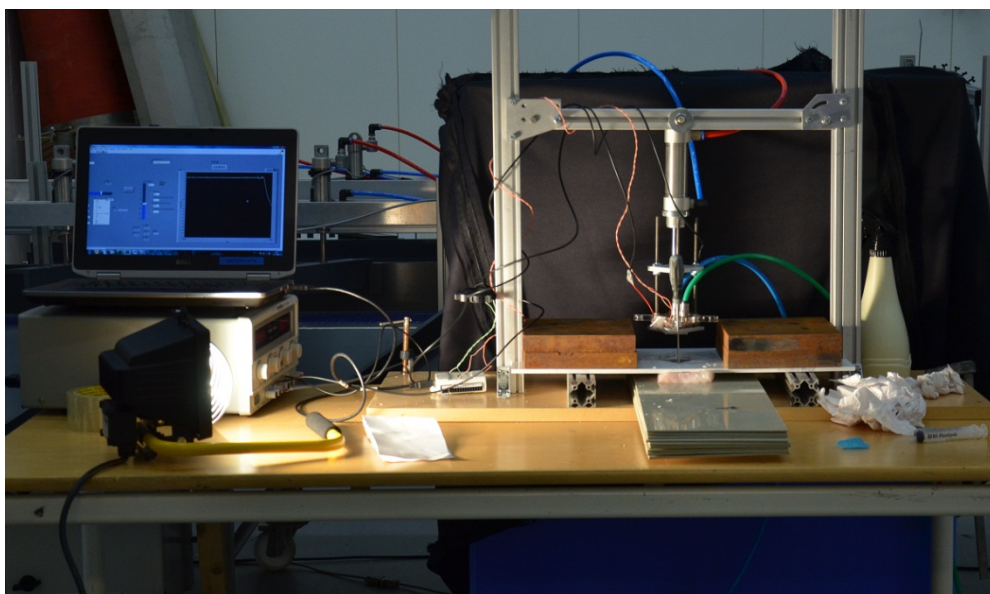
Under 2 arbeidsmøter ble det utarbeidet forslag til kravspesifikasjon som ble gjennomgått og justert sammen med bedriftene i referansegruppen. Kravspesifikasjonen, versjon 3, er vist i vedlegg 1. Med basis i kravspesifikasjonen ble konsepter for fjerning av svarthinne utviklet. Disse er vist i vedlegg 2.

2.3 Laboratorieforsøk

For å sikre overensstemmelse og repeterbarhet i gjentatte målinger, ble de utført under samme betingelser. Metoden og materialet var likt i alle repetisjonene, og målingene ble gjort av samme person og instrument under like forhold. I forsøkene som ble utført, ble det laget et forsøksoppsett ved SINETF SeaLab. Det ble her benyttet et peltierelement for kjøling og et pneumatisk stempel styrt fra PC for å kontrollere kontakttiden med svarthinna. Fjerning av svarthinna ble også forsøkt med nedkjølte, roterende metallruller montert på en standard drill.

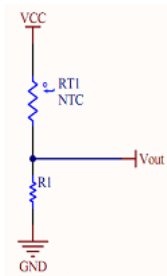
2.4 Temperaturregulert kald flate

Det ble bygget en rigg som består av en vannsirkulerende kjøleblokk, et peltier element (Multicomp - MCPE-241-10-13) på 73 watt og aluminiumsplater. Riggen ble konstruert slik at selve gripeflaten er utskiftbar. Dette gjør det enkelt å skifte mellom ulike gripeflater med for eksempel glatt eller ru tekstur. 4-5mm Under overflaten ligger en innfelt NTC (Negativ temperatur koeffisient) termistor for å måle temperaturen på flaten. Videre ble denne målingen brukt mot et eget utviklet regulatorprogram på PC for å holde den ønskede temperaturen konstant.



Figur 1: Forsøksoppsett

Temperatursensoren er koblet til en National Instruments NI USB-6008 boks gjennom en enkel spenningsdeler for å måle motstand og beregne temperaturen. NTC-en av type EPCOS - B57861S502F40 har en nominell motstand på 5k ohm. Denne er koblet i serie med en motstand på 65 kohm (R1). Over spenningsdeleren settes en 5V VCC. Vout kan deretter måles på en analog inngang på NI UBS-6008. Motstanden beregnes ved hjelp ohms lov/spenningsdeling. Se figur 2 for nærmere beskrivelse av måleroppsett.



Figur 2: Prinsipp for spenningsmåling ved hjelp av VCC element

Temperaturen kan deretter beregnes ved hjelp av følgende formel:

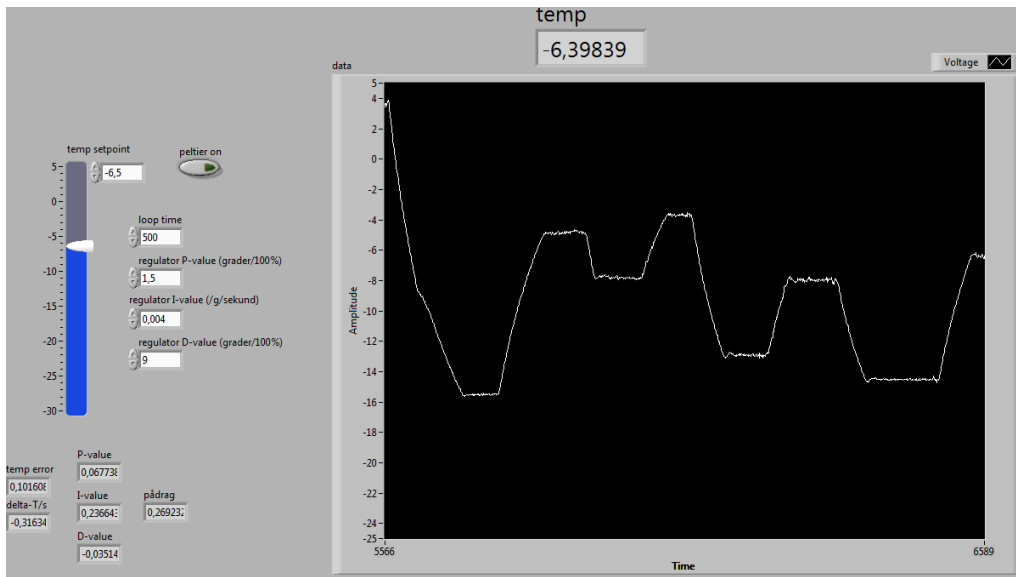
$$\frac{1}{T} = \frac{1}{T_0} + \frac{1}{B} \ln\left(\frac{R}{R_0}\right)$$

Figur 3: Beregning av temperatur ved hjelp av kjente motstander

2.4.1 Styringsfaktorer

Det ble laget et LabVIEW program som tar inn Vout og beregner motstand og temperatur. I dette programmet er det også implementert en regulator som styrer en digital utgang på NI USB-6008 boksen. Denne digitale utgangen er koblet til et rele som slår av og på strømmen til peltierelementet. Gjennom å variere pulsbredden på den digitale utgangen kan pådraget varieres. Reguleringen av temperatur ble målt til å være forholdsvis hurtig og presis, se figur 4. På bakgrunn av dette ligger derfor nøyaktigheten på reguleringen innenfor $\pm 0,2$ °C. Nøyaktighet på temperaturmålingen etter kalibrering ble målt til ± 1 °C.

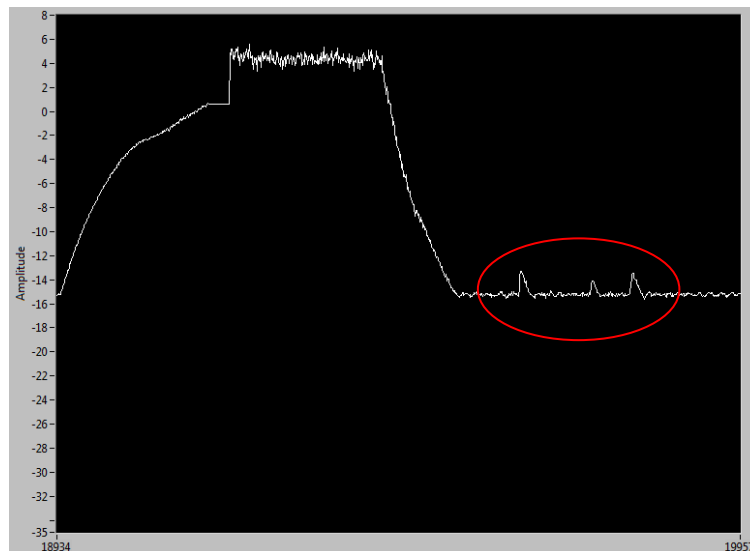
Kontaktflaten ble montert til en Festo luftsyylinder som igjen styres fra en Festo CPX modul via et EtherCAT interface og LabVIEW. Dette oppsettet gjør det mulig å styre signalet til sylindren med ca. 1ms nøyaktighet. Kontakttiden derimot vil være avhengig av ventilhastighet og slangelengder, men vil oppføre seg deterministisk under forsøkene. For å verifisere den absolutte kontakttiden mot mediet ble det derfor benyttet et *high speed* videokamera (600 FPS (frames per second)) under forsøkene for å dokumentere hendelsesforløpet. Videoklipp fra forsøkene er dokumentert på en DVD.



Figur 4: Temperaturregulering. Kurve logget over 500 sekunder.

2.4.2 Temperaturutvikling

Figur 5 viser hvordan temperaturen utvikler seg ved repeterende kontakt. Første kontakt hadde en innstilling på 60 ms kontakttid. Deretter fester svarhinna seg på overflaten som fører til at neste temperatursprang får en marginalt lavere økning. Tredje sprang er med fastfrost svarthinne og 120 ms kontakttid. Her kan man se temperaturen øker tilsvarende som ved første kontakttidspunkt. Dette skyldes en oppbygging av svarthinne mellom selve metallet og råmaterialet.



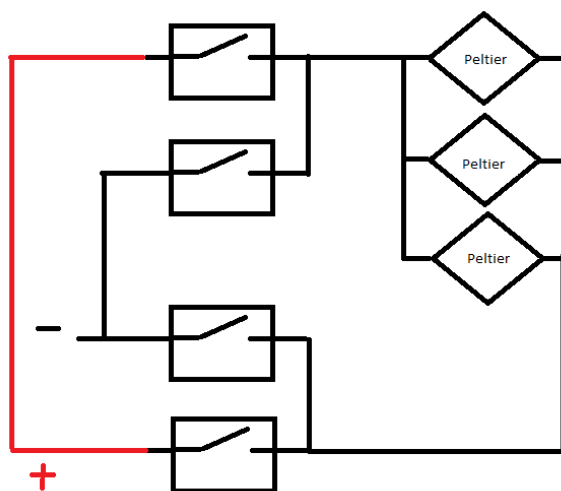
Figur 5: Temperaturutvikling ved kontakt

2.4.3 Doble peltierelement

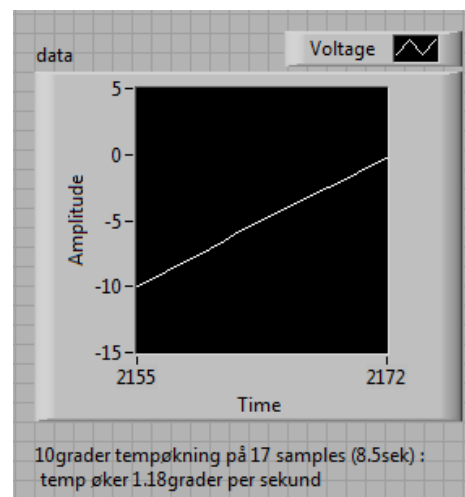
Det ble utført forsøk med doble peltierelementer og 2-veis regulering. Dette ble gjort i et forsøk på å oppnå to mål:

1. Ytterligere lavere temperaturer enn hva som var oppnåelig med enkle elementer.
2. Hurtigere oppvarming for avskrapning av fastfrost svarthinne som må fjernes før neste arbeidsoperasjon.

Riggen ble laget slik at man benyttet 2 peltierelementer (MULTICOMP - MCPE-241-10-13) på 73 watt som ble koblet i parallell til 24V DC. Koblingen ble gjort via 4 solid-state releer som gjorde det mulig å snu polariteten. Det ble benyttet en strømforsyning på 24V og 12.5A (Tracopower - TXL 300-24S). Tanken bak denne utformingen var å aktivt trekke varmen fra det nederste peltierelementet bort, og dermed skape en potensielt enda lavere temperatur på kontaktsiden.

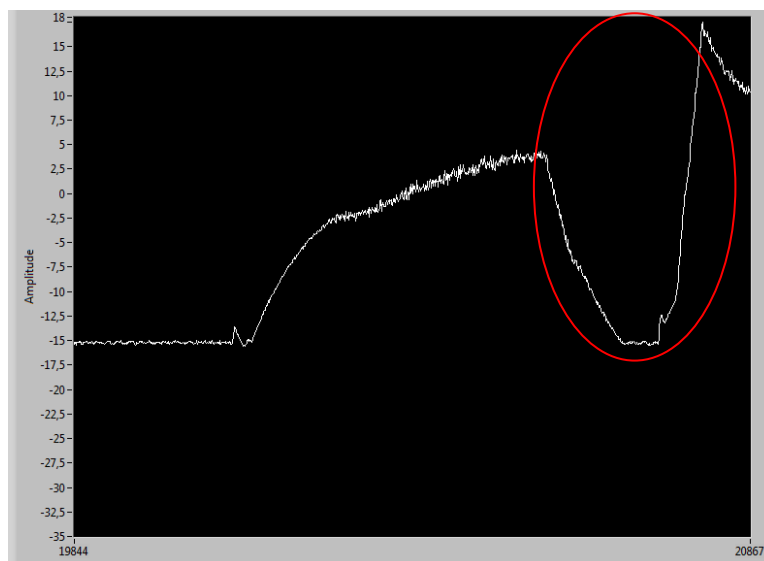


Figur 6: EI- diagram



Figur 7: Gradient for stigende temperatur

Reguleringen viste seg å gi noe mer kjøling (lavere temperatur), men responsen på systemet var ikke raskere enn den var med et enkelt peltierelement. At responsen ikke ble raskere skyldes at energien fra det ekstra peltierelementet kommer i tillegg til energien som skal transporteres fra kaldflaten. Dette resulterer i at den totale energimengden som elementene må trekke mot vannkjøleren blir høyere enn den maksimale kapasiteten i et enkelt element (Q_{max}).



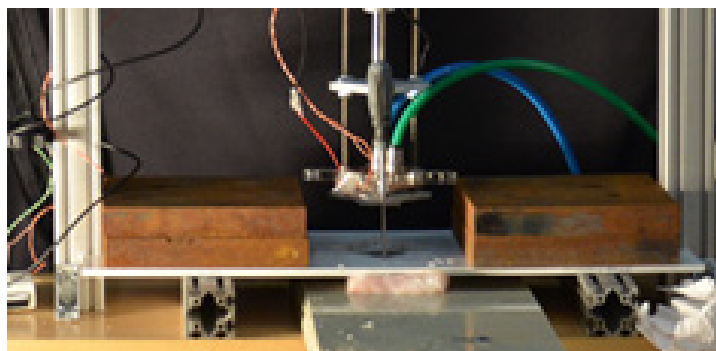
Figur 8: Temperatur karakteristikk ved invertering av strøm

Figur 8 viser hvordan temperaturen utvikler seg under kjøling, og senere ved oppvarming (invertering av strømretning i elementet). Også invertering av et enkelt peltierelement vil gi hurtig oppvarming, men dette ble ikke forsøkt under laboratorie testene.

2.4.4 Gjennomføring med temperaturregulert kald flate

Fisk ble tatt ut av isen i kassene og presentert ved 0 °C. Overflaten ble målt til ca. -1 °C ved forsøkene. Temperaturen på fryseelementet ble deretter manuelt justert for å finne optimal temperatur, kontakttid og vannmengde på overflaten. Trykkluft til luftsylindere var innstilt på 4 bar ved oppstart av forsøkene.

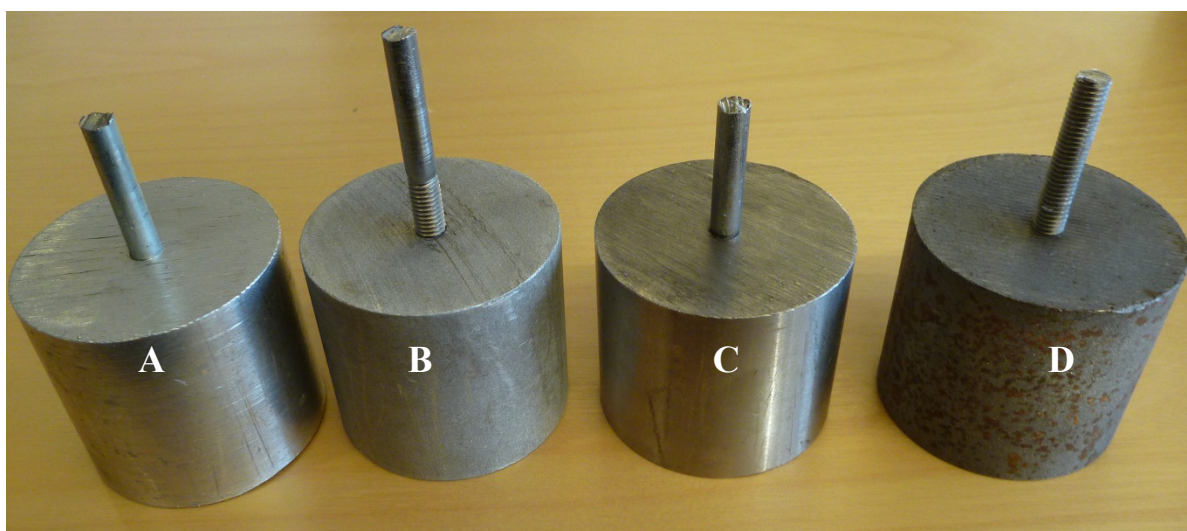
Under forsøkene ble fisken manuelt presentert for maskinen i riktig arbeidshøyde. Det ble så lagt over en plate med hull tilpasset den avkjølte kontaktflaten. Deretter ble det lagt vekter på platen for å hindre at fisken skulle bli med opp når stempelet returnerte, se figur 9.



Figur 9: Presentering av fisk

2.5 Roterende kontaktflater - fryseruller

Det ble laget en serie på 4 metallruller, se figur 10, to av aluminium og to av stål. Begge metallene hadde to ulike overflater (glatt og ru); en polert og en glassblåst. Dimensjonene på fryserullene var som følger; radius = 25 millimeter og bredde = 44 millimeter. Vekten for fryserullene av aluminium var 250 gram og fryserullene av stål veide 675 gram. For feste til en drill ble en 6 millimeter aksling gjenget og festet i senter av hver fryserull. Fryserullene ble lagt i en fryser som holdt -22 °C til de skulle brukes. Videoklipp fra forsøkene er dokumentert på en DVD.



Figur 10: 4 fryseruller med roterende kontaktflater; A: Aluminiumsroll med glatt overflate, B: Aluminiumsroll med ru overflate, C: Stålrull med glatt overflate og D: Stålrull med ru overflate.

3 Resultater

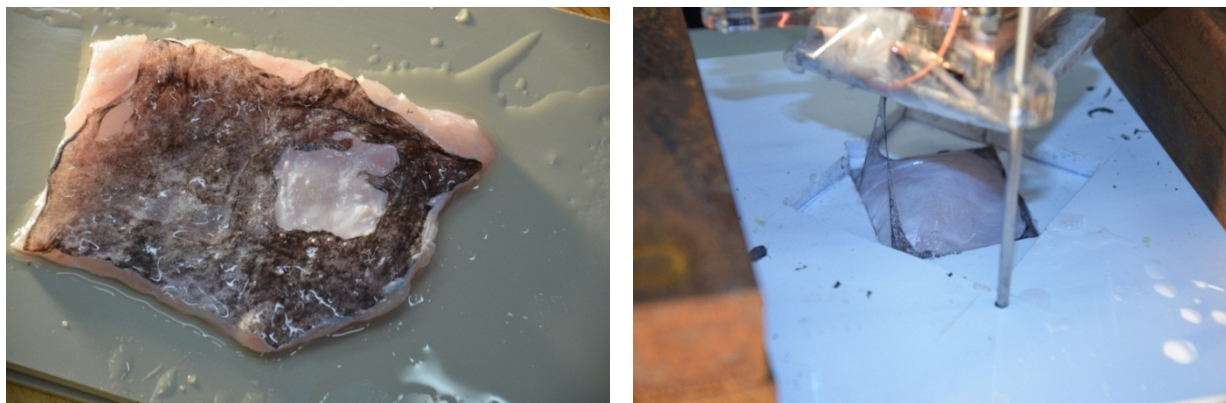
3.1 Temperaturregulert kald flate

Tabell 1; Responsoversikt over ulike endrede parametere ved variasjon i temperatur- og kontakttid for nedkjølt flat kontaktflate i aluminium.

Forsøk nr.	Temperatur kontaktflate (°C)	Kontakttid (Innstilling i program)	Kommentar
1	-15 °C	100 ms	Ingen respons
2	-15,5 °C	500 ms	Ingen respons
3	-20 °C	500 ms	Litt respons
4	-25 °C	500 ms	Ingen respons
5	-25 °C	500 ms	Ingen respons (mer vann)
6	-25 °C	1000 ms	Ingen respons
7	-15 °C	1000 ms	Ingen respons
8	-15 °C	1000 ms	Ingen respons
9	-15 °C	1000 ms	Litt respons
10	-15 °C	1000 ms	River med fisk (Skåret et lite snitt i kant)
11	-15 °C	200 ms	Ingen respons (Trykk på rigg 1 bar)
12	-15 °C	300 ms	Ingen respons (600 FPS)
13	-15 °C	500 ms	Ingen respons
14	-15 °C	500 ms	Ingen respons (Trykk på 2 bar)
15	-30 °C	100 ms	Ingen respons
16	-30 °C	200 ms	Respons (Med vanntilførsel på overflaten)
17	-23,5 °C	300 ms	Respons (Mye vann uten lodd på 2 bar)
18	-23,2 °C	300 ms	Respons (med lodd)
19	-22,7 °C	300 ms	Respons (Mye av fisk blir revet med)
20	-15 °C	100 ms	Respons (4 bar)
21	-15 °C	60 ms	Respons
22	-15 °C	40 ms	Respons (Tar opp litt fisk av platen, liten flekk svarthinne fjernet)
23	-15 °C	60 ms	Respons (nesten 100 % fjerning)
24	-15 °C	60 ms	Ingen respons (Forsøkt uten avskrapning)

Effekten forsvinner dersom det er rester av svarthinne på fryserullens kontaktflate. Derfor må kontaktflaten rengjøres mellom hver kontakt med råmaterialet. Dette kan gjøres ved oppvarming av kontaktflaten over frysepunkt, for så å skrape av eventuell rester av svarthinne. En slik oppvarming og nedfrysing står for store deler av tidsforbruket i prosessen og ble derfor forsøkt optimalisert noe ved hjelp av doble peltierelement, som beskrevet i kapittel 2.4.3. Mekanisk avskrapning uten oppvarming kan være et alternativ. Dersom en slik løsning velges vil mye tid spares i prosessen. For å feste svarthinna til fryseelementet tyder forsøket på at temperaturer rundt -15 °C er optimalt. Deretter varierer fjerningsgraden av vannmengde og kontakttid. Her ble det brukt rikelig med vann og relativt korte kontakttider (gode resultater ned til 60 ms) med svarthinna.

Ved bruk av vann og lengre kontakttid fryser det fort gjennom svarthinna og ned i den sterkere bukkinna. Når dette skjer slipper ikke fisken kontaktflaten og fisken kan rives i stykker.



Figur 11: Resultat av fjerning ved optimal temperatur, vannmengde og kontakttid

3.2 Roterende fryseruller

Det ble gjort forsøk med roterende, fryste flater (ruller), montert på en håndholdt drill. Forsøkene ble gjennomført på det samme råmaterialet som beskrevet i kapittel 3.1. Rullene ble nedkjølt over natt i en fryser og deretter brukt direkte mot svarthinna. Ruller av stål og aluminium med ulik type overflate (glatt og ru) ble brukt for å finne den varianten med beste festeevne.



Figur 12: Fryserull montert på håndholdt drill

Det ble dokumentert meget god respons på denne metoden for fjerning av svarthinne. Rullene som ble brukt er massive, noe som gjør at de har stort kuldager og godt egnet for laboratorietester.

For å oppnå best mulig festeeffekt av svarthinne på rullene er det viktig, på samme måte som for den plane kontaktflaten, at rengjøringen av rullen skjer kontinuerlig. Under forsøkene ble ikke rullene rengjort mens fjerningen pågikk, dette ga vesentlig dårligere festing av svarthinna når den begynte å bygges seg opp på rullen. Det ble ikke funnet forskjell i festeevne på de forskjellige rullene. Det var lettere å skrape av svarthinna på de rullene som hadde polert overflate, men det var etter at temperaturen på rullene hadde steget

en del. Det er mulig at denne forskjellen ikke eksisterer i samme grad i en kontinuerlig prosess med konstant temperatur.

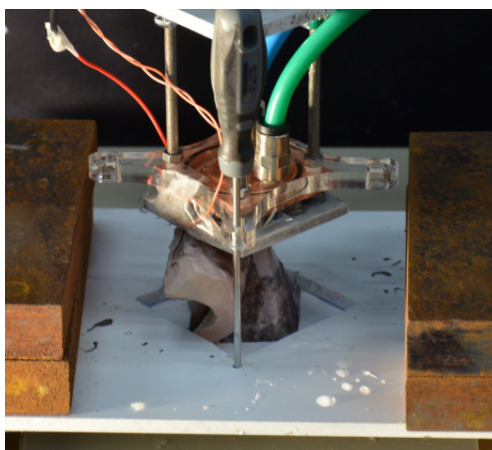


Figur 13: Resultat av fjerning med roterende rull

4 Diskusjon

4.1 Viktige nøkkelparametere

Ut i fra de forsøk som ble utført i prosjektet har man klart å definere nøkkelparametere i forbindelse med automatisert fjerning av svarthinne. *Optimal temperatur* for innfesting av svarthinne uten at bukhinne fryser fast er et viktig resultat. Samtidig er det vist at en *kort kontaktid* er viktig for å oppnå ønsket resultat. Dette skyldes at svarthinna er meget tynn, og fryser derfor raskt fast i kontaktflaten. Bukhinnen er tykkere og mye sterkere i forhold til annet vev på fiskekjøttet, og hvis bukningen fryser fast (som skjer ved for lang kontaktid) vil fiskekjøttet måtte gi etter for å få materialet til å slippe. *Tilstrekkelig fuktighet* på overflaten er også en forutsetning for å få fjernet svarthinna med den kalde flaten.



Figur 14: Resultat ved fastfrysing i bukhinne.

"Punkt plukking" av bukhinne vil kreve en del repeterende operasjoner og etteranalyse for å sikre seg at all hinnen er fjernet. Den viktigste faktoren for effektiv fjerning med kald flate er *kontinuerlig rengjøring* av fryseflaten for svarthinnerester. Selv om hver enkelt fjerningsoperasjon kan gjøres i løpet av 60 millisekund, vil likevel tining, avskrapning av svarthinnerester og frysing av elementet bli en tidkrevende prosess slik dette er satt opp i dag. Mekanisk avskrapning direkte på fryst flate kan derfor være en bedre løsning. Det forutsetter blant annet riktig struktur på den kalde flaten.

4.2 Bruk av flere peltier elementer

Energien transporteres fra kald til varm flate av maksimal kapasitet på hvert enkelt element. Dersom effekten på et av elementene reduseres kan dette bedres noe, men dette ble ikke testet da det hadde krevd en ekstra strømforsyning og ytterligere 4 releer. I tillegg må man anta at den termiske motstanden blir større når energien skal gå gjennom to eller flere peltierelementer. En løsning som kan gi raskere respons er å legge flere peltierelementer side om side. Slik vil man øke energimengden som kan transporteres fra kald til varm flate. I tillegg bør massen på kaldsiden minimeres for hurtig respons. Flater som ikke skal gripe bør også isoleres for å unngå "energilekkasjer" mot omgivelsene. Dette vil igjen bidra til å oppnå lavere temperatur på gripeflaten.

4.3 Fjerning ved bruk av fryseruller

Fryserullene ga lovende resultater. Ved kontroll og styring på kontakt, hastighet og temperatur på rullen vil det gi godt feste i svarthinna og dermed også rive med seg større areal som ikke er i direkte kontakt med fryseflaten. På grunn av det store overflatearealet på rullen vil man også oppnå god griping, selv etter flere "overkjøringer" med rullen. Her mangler man fortsatt de deterministiske faktorene for temperaturkontroll, rengjøring, vannmengde, hastighet på rull og kontaktrykk, dette synes likevel å være en svært lovende metode for (automatisk) fjerning av svarthinne.

5 Konklusjon

Det er vist at det er mulig å fjerne svarthinne fra buken hos torsk med to ulike teknikker av kaldflate metoden og at resultatet blir like godt hver gang. Det betyr at den viktigste forutsetningen for å utvikle automatisk fjerning av svarthinne er tilstede. En videre fremdrift kan være å utvikle en automatisert rigg som tillater full kontroll og determinisme i faktorene som har betydning for fjerningen. Samtidig må man sette dette i sammenheng med maskinsyn for automatisk deteksjon av svarthinna og automatisk avskrapning/rengjøring av fryseelementet. Det er også mulig å tenke seg en utvikling som fører til gradvis mer automatisering. De første løsningene kan være halvautomatisk ved at deteksjon av svarthinna gjøres manuelt og selve fjerningen gjøres vesentlig mer effektivt og med mindre bruk av arbeidskraft enn i dag.

Vedlegg

Vedlegg 1 Prosjektnotat nr. 850344-1 av 22.8.2011

Vedlegg 2 Ulike konsepter for fjerning av svarthinne

Vedlegg 3 Video av laboratorieforsøk, DVD eller videofil (.wvm)

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

Prosjektnotat

Automatisk fjerning av svarthinne hos torsk til saltfisk og klippfisk

Orientering om resultater og planer

VERSJON

2

DATO

2011-08-22

FORFATTER(E)

Harry Westavik

OPPDRAGSGIVER(E)

Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF)

OPPDRAGSGIVERS REF.

Frank Jakobsen

PROSJEKTNR

FHF #900509

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

9 + vedlegg

SAMMENDRAG

Det har vært gjennomført tre arbeidsmøter og tre laboratorieforsøk med kaldflate-teknologi for å finne frem til et optimalt verktøy for fjerning av svarthinne hos torsk. Det er blitt arbeidet med kravspesifikasjon for et helhetlig system for automatisk fjerning av svarthinne, idégenerering rundt ulike løsninger og evaluering av resultater fra laboratorieforsøk.

Det er vist i enkeltforsøk at ideen fungerer som teknikk, imidlertid har det blitt brukt mer tid og ressurser enn planlagt uten at prosjektet har kommet frem til en løsning som fungerer godt nok hver gang. Det er identifisert flere parametere som må være under kontroll for at dette skal skje.

Det er under planlegging et nytt forsøk som skal finne de optimale innstillingene og forholdene som gjør at teknologien fungerer. Dette skal gjennomføres i løpet av høsten 2011 og endelig konklusjon og anbefaling om videre fremdrift blir utarbeidet når resultatene fra det siste laboratorieforsøket foreligger.

UTARBEIDET AV

Harry Westavik, prosjektleder

SIGNATUR

GODKJENT AV

Marit Aursand, forskningssjef

SIGNATUR



SINTEF Fiskeri og havbruk AS

Postadresse:
Postboks 4762 Sluppen
7465 Trondheim

Sentralbord: 40005350
Telefaks: 93270701

fish@sintef.no
www.sintef.no/fisk
Foretaksregister:
NO 980 478 270 MVA

PROSJEKTNOTAT NR

850344 - 1

GRADERING

Åpen

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
1	2011-08-19	Notat til oppdragsgivere
2	2011-08-22	Notat til oppdragsgiver, fjernet IN som oppdragsgiver

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	5
1.1	Resultatmål	5
1.2	Forventet nytteverdi	5
1.3	Gjennomføring.....	6
2	Materialer og metoder	6
2.1	Materialer.....	6
2.2	Arbeidsmøter (Workshops).....	6
2.3	laboratorieforsøk.....	7
3	Resultater	8
4	Diskusjon	9
5	Plan	9

BILAG/VEDLEGG

Vedlegg 1 Kravspesifikasjon – arbeidsdokument

Vedlegg 2 Statistisk forsøksdesign

Vedlegg 3 Dokumentasjon av resultater

1 Innledning

Det er et ønske i klippfisk- og saltfiskfisknæringa å automatisere fysisk tunge og ensidig gjentakende arbeidsoperasjoner. Dette for å redusere belastningsskader hos operatører og øke lønnsomheten ved mer effektiv produksjon, ref. ”Prioriterte innsatsområder for Bacalaoforum 2009 – 2010” og ”Handlingsplan for FoU-aktiviteter innen saltfisk og klippfisk. 2010 – 2013”. I regi av Faggruppe klippfisk/saltfisk ble det igangsatt et forprosjekt for å karakterisere svarthinne hos stillehavstorsk og atlantehavstorsk. Hensikten med prosjektet var å se på både kjemiske og mekaniske egenskaper til svarthinna. I tillegg skulle det pekes på mulige teknologier som har potensialet til å fjerne svarthinna automatisk. Prosjektet er dokumentert i SINTEF-rapporten SFH80 A095073 ”Karakterisering av svarthinne hos atlantehavstorsk (*Gadus morhua* L.) og stillehavstorsk (*Gadus macrocephalus* L.)”.

I forprosjektet ble kald fryseflate identifisert som den mest lovende metoden for å fjerne svarthinne. Med bakgrunn i det som ble gjort i forprosjektet var det et ønske om å videreføre prosjektet i fase 1 for å utvikle et konsept for automatisk fjerning som grunnlag for effektiv utvikling og realisering av ideen i fase 2.

Problemstillingene i dette prosjektet har kommet fram via samtaler mellom Faggruppe klippfisk/saltfisk og næringa. Prosjektet gjennomføres av SINTEF Fiskeri og havbruk AS, SINTEF Energi og med bidrag fra SINTEF Raufoss Manufacturing gjennom Forskningsrådets KMB-prosjekt 199581/I10 «Novel sensor technology and automation for improved quality and process control». I tillegg er bedriftene Jangaard Export AS, Brødr. Aarseth, Brødr. Sperre, Brødr. Karlsen, Cape Fish, Trio Food Processing Machinery AS, Peter Stette AS og Nordic Supply System AS med i prosjektet.

1.1 Resultatmål

Det skal:

- Utarbeides en dekkende kravspesifikasjon for teknologien for automatisk fjerning av svarthinne.
- Velges løsning for ”kald flate”-teknologi for testing i laboratorium og ute hos produsenter samt et konsept for automatisk styring.
- Lages en laboratoriemodell av et ”kald flate”-verktøy for å gjennomføre tester for fjerning av svarthinne hos torsk.
- Utvikles og dokumenteres et konsept hvor fryseteknologi og styring av verktøy inngår som en del av totalløsningen for automatisk fjerning av svarthinne. Dette skal være grunnlaget for å starte en effektiv utvikling i fase 2 til en fullskala prototyp.
- Gjøres et valg av løsning for videreføring, utvikling og realisering i fase 2.
- Identifiseres bedrifter til en prosjektgruppe med deltakere representert ved utstyrsleverandør(er), saltfisk og klippfiskprodusent(er) og FoU-miljø for utvikling og realisering av idé i fase 2.
- Lages et forslag til grov projektskisse for et ”fase 2”-prosjekt med forslag til finansieringsplan.
- Formidles resultater fra ”fase 1”-prosjektet gjennom FHF's Faggruppe klippfisk/saltfisk.

1.2 Forventet nytteverdi

Prosjektets nytteverdi er å lage et best mulig grunnlag for effektiv utvikling av teknologi for automatisk fjerning av svarthinne hos torsk til saltfisk og klippfisk. Med et eksportvolum i 2010 på over 66.000 tonn klippfisk og saltfisk av torsk (EFF, ureviderte tall) er det overordnede målet at teknologien skal bidra til å redusere den fysiske arbeidsbelastningen hos operatører som manuelt fjerner svarthinna. I tillegg skal lønnsomheten i næringa bedres ved å redusere bearbeidingskostnadene per produsert enhet.

Selv om det er vanskelig å dokumentere slitasjeskader hos operatører knyttet til manuell fjerning av svarthinne, forventes det en reduksjon av denne type skader.

I dag er det et bemanningsbehov på 2 – 6 operatører i en produksjonslinje for manuell fjerning av svarthinne. Arbeidet blir utført etter at fisken er blitt flekket. Ved innføring av automatisert fjerning av svarthinne vil behovet sannsynligvis bli en operatør til å overvåke og betjene teknologien i tillegg til annet produktivt forefallende arbeid. Imidlertid vil det bli behov for mer kompetanse innen drift av maskinsyn- og kuldeteknologi hos produsentenes servicepersonell.

1.3 Gjennomføring

Prosjektplanen går over 15 måneder for å sikre tilgang på mest mulig relevant råstoff gjennom alle sesonger og fra aktuelle fangstmetoder. Gjennomføring av prosjektet skal skje ved forsøk utført ved SINTEF SeaLab og i tillegg hos aktuelle klippfisk-/saltfiskprodusenter. Produsenter og utstysleverandørene tilknyttet prosjektet skal være aktive diskusjonspartnere i forhold til definering av krav, vurdering av løsningsforslag og beslutning om løsninger.

Prosjektets hovedfaser er:

- 1) Gjennomføre workshops for definisjon av krav til teknologien og valg av løsninger for laboratorietesting.
- 2) Gjennomføre tester av valgt fryseteknologi for fjerning av svarthinne i laboratorium og hos produsenter for å sikre tilgang til alle relevante kvaliteter av råstoffet.
- 3) Utvikling av konsept for automatiske styringssystem for fjerning visualisert med 3D animasjon.
- 4) Presentere resultater av forsøkene med fjerningsteknologi og konsepter for automatisert prosess for produsentene og utstysleverandørene som grunnlag for valg av løsning til utvikling i fase 2.
- 5) Utarbeide sluttrapport med forslag til videre utvikling av teknologien inkludert deltakere og finansiering.

Prosjektet er finansiert med forskningsmidler fra FHF (65 %) og med tilskudd fra Innovasjon Norge (35 %), totalt kr. 915.000,-

2 Materialer og metoder

2.1 Materialer

Til forsøkene har det vært benyttet torsk (*Gadus morhua* L.) fra lokale fiskere i Trondheim. Det ble gjort forsøk med å skaffe stillehavstorsk (*Gadus macrocephalus* L.) fra klippfisk-/saltfiskprodusenter, men ingen hadde denne på lager. 50 % av torsken benyttet til forsøkene ble frosset (singelfryst i fryserom ved -27 °C) og deretter tint i vann og filetert før forsøkene ble gjennomført. For å oppnå ulike temperaturer på fisken til forsøkene ble den lagret på kjølerom (4 °C), i isoporkasse med is (0 °C) og i prosesshallen ved SINTEF SeaLab (12 °C).

2.2 Arbeidsmøter (Workshops)

I prosjektet har det vært gjennomført 3 arbeidsmøter. Arbeidsmøtene ble gjennomført med følgende deltakere;

Harry Westavik, forsker SINTEF Fiskeri og havbruk
Stein Ove Østvik, forskningsleder SINTEF Fiskeri og havbruk
Morten Bondø, sivilingeniør SINTEF Fiskeri og havbruk
Tom Ståle Nordtvedt, seniorforsker SINTEF Energi
Astrid Stevik, forsker SINTEF Energi
Jan Buljo, seniorrådgiver SINTEF Raufoss Manufacturing
Olav Åsebø, forsker SINTEF Raufoss Manufacturing

Det har vært arbeidet med kravspesifikasjon (se vedlegg 1) for automatisk fjerning av svarthinne, idégenerering rundt detaljerte og helhetlige løsninger samt evaluering av resultat fra laboratorieforsøk. Innholdet i kravspesifikasjonen er gjennomgått og evaluert i samarbeid med bedriftsdeltakerne i prosjektet og deretter oppdatert. Foreløpig er kravspesifikasjonen for teknologien et arbeidsdokument for prosjektets første fase.

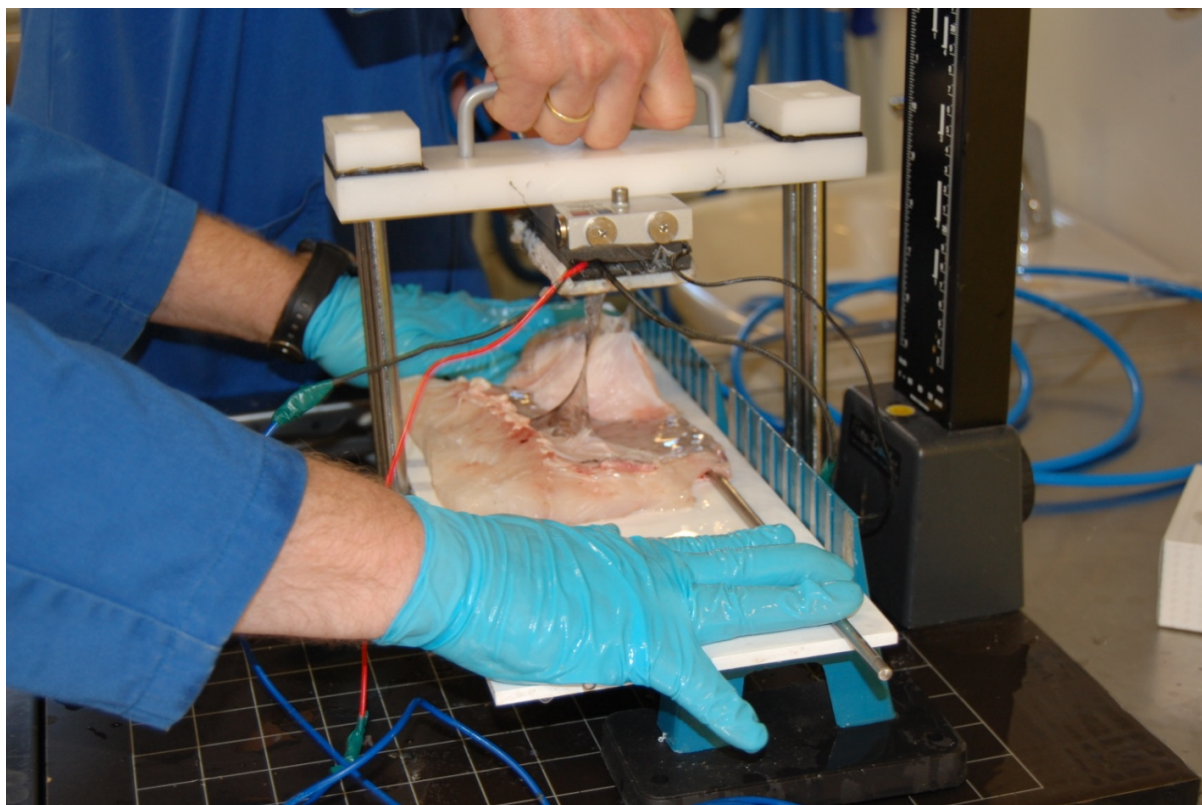
2.3 laboratorieforsøk

Det har vært gjennomført 3 laboratorieforsøk ved SINTEF SeaLab med hovedfokus på verktøy for fjerning av svarthinne.

Det første og innledende forsøket ble gjennomført etter at første versjon av kravspesifikasjon for teknologien ble utarbeidet og arbeidsmøte gjennomført med hensyn på å planlegge gjennomføring av forsøket. Det ble gjort antakelser om de faktorene som kunne ha betydning for effekten av metoden for å fjerne svarthinna. Med bakgrunn i dette ble forsøket designet som en screeningmetode i et multivariat forsøksdesign (se tabell 1, vedlegg 2). Det ble benyttet et peltierelement (bilde 1) som verktøy for fjerning av svarthinna med kald overflate. Parameterne som ble definert i det første screeningsforsøket med høy og lav verdi, samt senterverdi der det er aktuelt, var (tabell 2, vedlegg 2);

- Temperatur på fisken (i.e. svarthinna på overflaten av bukhinna)
- Fuktighet på overflaten av svarthinna (tørr eller fuktig)
- Råstoffets kvalitet (fersk eller tint)
- Temperatur på fryseelementet

Responesen ble definert som %-vis andel svarthinne fjernet fra overflaten av fisken i forhold til arealet som fjerningsverktøyet dekte.



Bilde 1; Peltierelement montert i stativ

En av faktorene som ble vurdert var om den kalde flaten skulle være flat eller buet. Dette vil blant annet ha betydning for funksjonaliteten da det antas at den kalde flaten må renses for svarthinne mellom hver operasjon for at verktøyet skal fungere optimalt under drift. Det ble gjennomført et nytt forsøk hvor det ble benyttet rørstykker i ulik bredde av stålrør med 3 mm godstykkelse, ytre diameter på 60 mm og bredde på henholdsvis 19 og 59 mm. (bilde 2). Rørstykkene ble lagt i en -80 °C fryser for å oppnå lav nok temperatur på overflaten i forkant av fjerningsoperasjonen.



Bilde 2; «Fryselement» av stålrør

Basert på erfaringene fra de to første forsøkene ble det tredje forsøket gjennomført i et nytt multivariat design (tabell 3 og 4, vedlegg 2) med det samme peltierelementet som fra det første forsøket. Antall parametere ble redusert til to; fisketemperatur (overflaten) og temperatur på fryseelementet. Det ble brukt tint råstoff til forsøket.

3 Resultater

Det ble ikke identifisert signifikante sammenhenger mellom de ulike parameterne og andelen av fjernet svarthinne. Responstabell er vist i tabell 1, vedlegg 3. Resultatene ble målt som andel svarthinne i % fjernet av verktøyet, men resultatene i forsøkene var ikke gode nok for å gå videre med de testede løsningene uten å kartlegge grunnleggende faktor som temperaturområder på fisk og kald flate. Bruk av rørstykkene som prototyp på et roterende verktøy ga ikke tilfredsstillende resultat, men viste at valg av materiale på og strukturen i overflaten vil ha betydning hvor godt svarthinna fester seg til verktøyet. Resultatet fra det tredje forsøket (tabell 2 og 3, vedlegg 3) ble heller ikke signifikant med hensyn til temperaturers effekt på andelen fjernet svarthinne. En vurdering av resultatene og evaluering av observasjoner gjort under forsøket viser at det er flere parametere som kan ha betydning for fjerning av svarthinna.

Basert på resultatene som er oppnådd gjennom laboratorieforsøkene og de diskusjonene som er ført i prosjektgruppen er følgende parametere identifisert som mer eller mindre viktige for at automatisk fjerning av svarthinne med kuldeflate som teknikk skal fungere:

- Temperatur fisk (Egentlig overflatetemperatur svarthinne, 0-4 °C er ideelt i henhold til krav fra Mattilsynet, men i praksis kan temperaturen være høyere)
- Temperatur verktøy (Ideell temperatur ligger sannsynligvis ett sted mellom 10 og 20 °C, men kan muligens være påvirket av fisketemperaturen)
- Kontakttid verktøy – svarthinne (Viser seg å være svært kort – kan være tideler av ett sekund)
- Fuktighet på overflaten av svarthinna (Nødvendig, men det må være en styrt mengde på overflaten av svarthinna på fisken)
- Flatetrykket av verktøy mot svarthinna (Må avklares, sannsynligvis ikke for høy fordi det vil forlenge kontakttiden)
- Verktøyets overflatemateriale (Ideell overflatelegering må søkes)
- Verktøyets overflatebeskaffenhet (Nødvendig for best mulig kontakt med svarthinna og viktig for effektiv rensing av verktøyet og klargjøring for neste arbeidsoperasjon)
- Variasjoner i råstoffet (Fisk er et biologisk råstoff med naturlige variasjoner, variasjon i tykkelse og andre relevante kvalitetsparametere må nødvendigvis håndteres av et automatisk system)
- Relativ bevegelse verktøy/svarthinne (vil variere avhengig av valgt løsning – roterende eller flatt verktøy)

4 Diskusjon

I forprosjektet ”Karakterisering av svarthinne hos atlantehavstorsk (*Gadus morhua* L.) og stillehavstorsk (*Gadus macrocephalus* L.)” ble kald flate identifisert som den mest lovende metoden for automatisk fjerning av svarthinne. Det er oppnådd resultater som gir inspirasjon til å arbeide videre med løsninger basert på ideen om kald flate som metode, selv om det ikke har vært så enkelt å reproducere de gode resultatene hver eneste gang. Designet på peltierelementet er ikke optimalt for oppgaven og har påvirket resultatet av testene på en slik måte at det var vanskelig å finne signifikante resultat.

De riktige delløsningene i kombinasjon med hverandre må finnes for at et verktøy skal fungerer hver gang og må være justerbart i forhold til den råstoffkvaliteten som til en hver tid skal prosesseres. Som listen over mulige parametere som vil ha betydning for resultatet viser, så vil multivariate forsøksdesign være et viktig verktøy for å finne de riktige kombinasjonene. Hvor viktige disse er og hva som eventuelt er optimale områder eller maksimale avvik må derfor kartlegges.

I og med at det ble mer krevende å finne de riktige parameterne for verktøy for fjerning av svarthinne ved hjelp av kald flate enn forutsatt med hensyn til tid og ressurser, må den opprinnelige fremdriftsplanen revideres. Å gjennomføre tester ute hos klippfisk-/saltfiskprodusenter og i tillegg å arbeide med konsepter for automatisering har ingen hensikt før prosjektet har kommet frem til en løsning for verktøyet som er på et nivå som kan defineres som «proof of concept».

5 Plan

Basert på det som er funnet frem til nå planlegges det å designe og gjennomføre et nytt multivariat forsøk. Planlegging av forsøket er startet og forsøket skal gjennomføres i løpet av høsten 2011 når alle komponenter er på plass. Endelige konklusjoner vil bli trukket etter gjennomføringen av dette forsøket.



Teknologi for et bedre samfunn
www.sintef.no

Prosjektarbeidsdokument, versjon 3 av 2011.1.21

Kravspesifikasjon til løsning for automatisk fjerning av svarthinne hos torsk til klippfisk og saltfisk

1 Innledning

Det ble gjennomført et forprosjekt i regi og finansiert av Fiskeri og havbruksnæringens forskningsfond (FHF) for å karakterisere ulike egenskaper til svarthinne hos torsk og peke på mulige teknologier for automatisk fjerning. Bakgrunnen er at næringa for klippfisk og saltfisk ønsker å eliminere den manuelle arbeidsoperasjonen som svarthinnefjerning representerer. Arbeidet i forprosjektet skal nå videreføres i et nytt prosjekt (fase 1) hvor målet er gjennom tester med laboratoriemodell(er) å lage et best mulig grunnlag for videreutvikling og realisering av løsning (fase 2). Prosjektets fase 1 er en samfinansiering mellom FHF og Innovasjon Norge (IN) og planlagt gjennomført i løpet av 2011.

I utvikling av ny teknologi skal det utarbeides en kravspesifikasjon som er relevant og evaluerbar. Dette dokumentet er første versjon av kravspesifikasjonen som prosjektet skal ha som et viktig utgangspunkt for idéutvikling, testing og validering. Innholdet kan bli endret under veis i prosjektet.

2 Overordnet prosessbeskrivelse, kort beskrevet

2.1 Dagens produksjonsprosess

Svarthinna fjernes i dag manuelt av operatører etter at fersk eller tint torsk er blitt flekket. Deretter blir fisken saltet, lagret/modnet og tørket i ulik grad (produktspesifikt) før pakking for lager/salg.

2.2 Ny teknologi for fjerning av svarthinne

Behovet er at svarthinna skal fjernes automatisk. Det vil si at torsken mates (manuelt/automatisk) inn i den delen av prosesslinja som fjerner svarthinna. I prinsippet kan fjerning skje hvor som helst i prosessen fra svarthinna blir gjort tilgjengelig ved sløying og til fisken pakkes for lager/salg.

3 Rammer og forutsetninger

Det forutsettes at automatisk fjerning av svarthinne skjer der det produseres saltfisk/klippfisk, og ikke før. Det vil si at det forventes at mottatt råstoff (ferskt eller frosset) også i fremtiden kommer til å ha svarthinne.

Gjennom forprosjektet ble "kald flate"-teknikk identifisert som den beste metoden for å fjerne svarthinna. Forsøkene i forprosjektet med fjerning av svarthinne viste at svarthinna var delvis denaturert etter salte- og tørkeprosessen og vanskelig å fjerne. Bruk av "kald flate"-teknikk krever at det er en viss fuktighet på overflaten av svarthinna. Det er ikke ønskelig å tilføre fuktighet til et ferdig produkt og derfor vil det være naturlig å avgrense automatisk fjerning av svarthinne i prosessen *fra fisken er klar for flekking og frem til den skal saltet*.

Det skal ikke arbeides med andre teknikker/metoder som ble testet ut i forprosjektet, med mindre det i prosjektets fase 1 skulle bli identifisert lovende muligheter som ikke ble vurdert i forprosjektet. Dersom prosjektet endrer retning i vesentlig grad, skal dette tas opp og avklares med oppdragsgiver.

4 Markedet for klippfisk og saltfisk av torsk

Brasil og Portugal er de desidert største markedene for de konvensjonelle produktene klippfisk og saltfisk. I hovedsak er det Portugal som kjøper "uvasket" torsk i dag, det vil si fisk med svarthinne. Det er ikke mulig ut fra eksportstatistikken fra Eksportutvalget for fisk (hvor tallene nedenfor er hentet fra) å finne tall for fisk med eller uten svarthinne.

4.1 Klippfisk

Norsk eksport av klippfisk i 2010 (ureviderte tall) ble på ca. 97.350 tonn til en verdi av 3,58 mrd NOK. Dette utgjorde ca. 6,7 % av den totale eksportverdien av norsk fisk siste år og representerer derfor en betydelig næring. Hovedmarkedene er Brasil med 33.500 tonn (34 %) og EU med 31.150 tonn (32 %) hvor Portugal står for 24.900 tonn alene.

For klippfisk av torsk utgjorde volumet i 2010 41.330 tonn (42 % av total klippfisk) til en eksportverdi på ca. 1,9 mrd NOK. Det vil si en gjennomsnittlig kilopris på ca. 47 NOK. EU står for 29.300 tonn av dette volumet og av dette tar Portugal 24.800 tonn. Det vil si at av all klippfisk til Portugal består 99 % av torsk. Øvrige viktige markeder for klippfisk av torsk er Brasil (9.760 t), Italia (2.118 t) og Frankrike (1.446 t). Dersom vi sier at Portugal tar all fisk med svarthinne, ble volumet for svarthinnefri klippfisk av torsk på ca. 16.500 tonn.

4.2 Saltfisk

Saltfiskeksporten i 2010 ble på 31.100 tonn til en verdi av 930 mill NOK (EFF ureviderte tall). Eu står for 29.700 tonn og av dette tar Portugal 15.700 tonn.

Saltfisk av torsk utgjorde 24.800 tonn (80 % av totalen) til en kilopris på ca. 30,50 NOK. 99 % av salttorsk går til EU og av dette 60 % til Portugal. Dersom vi sier at Portugal tar all fisk med svarthinne, ble volumet for svarthinnefri saltfisk av torsk på ca. 10.000 tonn.

4.3 Andre produkter

Forhold som kan påvirke markedsstørrelsen av konvensjonell klippfisk og saltfisk er inntreden av andre erstatningsprodukter som saltfisk av fileter og singelfrosne (IQF), lettsaltede fileter som får svarthinna fjernet under fileteringsprosessen. Det er også et økende marked for saltet hyse, men foreløpig er dette svært små kvanta i forhold til torsk. Hyse har som kjent også svarthinne og det kan være et poeng å vurdere dette som en fremtidig råvare for automatisk fjerning av svarthinne.

Det er et marked i Portugal for svømmeblære av torsk som noen norske produsenter leverer. Denne må da fjernes før flekking og skal ikke inneholde svarthinne.

5 Krav til ny teknologi

5.1 Funksjon

Råstoffkvalitet

Tema	Krav
Art	Skal prosessere begge artene; atlantehavstorsk (<i>Gadus morhua</i> L.) og stillehavstorsk (<i>Gadus macrocephalus</i> L.).
Størrelse	Skal håndtere samme størrelser som flekkemaskina håndterer. Opp til 95 cm fra nakke (hodekappet) til rota av sporden eller opp til ca. 12 kg. I tillegg å håndtere større fisk som flekkes manuelt er også en opsjon.
Rigor (pre- og post-)	Skal håndtere begge kvaliteteter.
Tint	Skal håndtere tint råstoff.
Tekstur – bløt fisk	Skal håndtere de kvaliteteter som flekkemaskina håndterer.
Råstofftemperatur	Skal håndtere råstoff med temperaturer som flekkemaskina håndterer. Temperaturvariasjoner på råstoffet kan variere i forholdt til type råstoff. Det kan være store forskjeller hos produsentene hvor enkelte stort sett benytter ferskt råstoff (Nord-Norge) mens andre benytter 95 % frosset; <i>Tint råstoff</i> (> 0,5 °C) skal normalt ikke overstige +5 °C. I praksis ligger temperaturen mellom 2 og 3 °C. <i>Ferskt råstoff</i> ; Ligger som regel på is eller i is/vann/sjøvanns-blanding (slush) som tilsvarer temperaturer nær ned mot 0 °C, men kan ha temperatur på over 10 °C.
Svarthinnefarge	Alle synlige fargenyanser.
Forstyrrende elementer	Tarmrester, skinnrester, deformasjoner som forhindrer effektiv fjerning av svarthinne bør være utsortert på forhånd. Dette må avdekkes under testing. Torsk med røde buker (garnfisk eller fisk som har stått lenge på bruk/er dårlig håndtert etter fangst) skal <i>ikke</i> ”vaskes”. Røde buker kan identifiseres på utsiden av buken (skinnsiden) og sorteres på forhånd av operatør. Bør være mulig å slå av svarthinnefjerninga manuelt og individuelt per fisk. Fisken sorteres så i etterkant før salting.
Torskebuker med fraksjoner av svarthinne	Skal fjerne alle fraksjoner.

Kvalitet på prosessens sluttprodukt ”Svarthinnefri torsk”

Tema	Krav
Andel fisk med resthinne	95 % fjernet. Ingen klare definisjoner definert.
Areal av resthinne per fisk	95 % svarthinnefri. Ingen klare definisjoner definert.
Endret kvalitet	Prosessens skal ikke endre på kvaliteten hos torsken, utover det å fjerne svarthinna.

Vedlegg 1 Kravspesifikasjon - arbeidsdokument

Kapasitet

Tema	Krav
Fisk per min	Levere samme antall fisk per minutt som flekkemaskina leverer. Vanskelig å definere dette eksakt fordi det er avhengig av tre faktorer; <i>Maskinkapasitet, fiskestørrelse og operatørdyktighet</i> . Maskintakt er ca. 15 – 35 slag per minutt (mulig noe forskjell mellom ulike produsenter av flekkemaskiner). Lengste fisk som kan flekkes med maskin er 95 cm fra nakke til rota av sporden. Dette er definert ut fra avstanden mellom hver klype og tiden det tar for at verktøyet i flekkemaskina skal komme tilbake til utgangsposisjon for neste fisk. Det er ikke mulig for operatør å mate 35 fisk per minutt av største størrelse. Det ideelle er å skru ned hastigheten på flekkemaskina slik at operatør rekker å mate hver eneste klype med den størrelsen fisken har. Det gir størst kapasitet i forholdet maskin/fiskestørrelse/ operatørdyktighet.
Utbyttegrad	Skal ikke gi dårligere utbytte enn dagens prosess med manuell fjerning, gitt riktig kapasitet/kvalitet
Omstillingstid	Skal ikke ha lenger omstillingstid enn flekkemaskina ved nødvendig omlegging. Enkelte flekkemaskiner, som er PLS-styrt, har omtrent ikke omstillingstid. Endring av parametere skjer ved at operatør trykker på en dataskjerm.
Stopptid	Ingen, utenom ved planlagt renhold og vedlikehold.

Prosesskrav

Tema	Krav
Posisjon for svarthinnefjerning i produksjonslinjen	En plass mellom der fisken blir lagt på linja for i dag å bli flekket og frem til fisken skal saltet.
Posisjonering av råstoffet på linja.	Svarthinna må være tilgjengelig for verktøyet ved fjerning. I dag mates flekkemaskina slik at fisken trekkes inn med sporden først og ryggen opp. Det gjør at fisken kommer med sporden først ut av maskina og med skinnsiden opp.
Sluttkontroll	Det skal gjennomføres automatisk sluttkontroll av hver produsert enhet med resultat; godkjennes, til repressering eller forkastes.

5.2 Brukergrensesnitt

Betjening

Tema	Krav
Grad av automatisering	Målet er å oppnå fullautomatisert fjerning av svarthinna.
Kompetansekrav operatør	På dagens nivå som grunnlag, men kan være nødvendig med kurs i betjening og operatørbasert vedlikehold av teknologien.
Antall operatører	Målet er ingen løpende bemanning, betjenes kun ved oppstart/avslutning.

Vedlikehold/service

Tema	Krav
Operatørbasert	Samme nivå som flekkemaskina
Mekanikerbasert	Samme nivå som flekkemaskina
Leverandørbasert	Samme nivå som flekkemaskina

5.3 HMS, hygiene og materialvalg

HMS

Tema	Krav
HMS	Skal tilfredsstillende krav som stilles i Maskindirektivet

Hygienisk design

Tema	Krav
Materialvalg	Skal være egnet til næringsmiddelproduksjon og tåle normale rengjørings- og desinfeksjonsmidler/ rutiner.
	Må tåle et korrosivt produksjonsmiljø
	Må tåle et fuktig produksjonsmiljø, riktig IP-grad
Maskindesign	Utført renhold skal ikke ta lenger tid enn rengjøring av flekkemaskina. Enkel demontering for rengjøring.

5.4 Øvrige krav

Utviklingstid og investeringens lønnsomhet

Tema	Krav
Tid til marked	Tiden det tar fra idé er valgt til ferdig produkt er klar for markedet skal være maksimalt 2 år, men er noe avhengig av hvem som blir spurt og hva som er realistisk ut fra valgt idé.
Tilbakebetalingstid	Maksimalt 2 - 3 år, avhengig av hvem som blir spurt, gitt dagens kostnad knyttet til manuell fjerning av svarthinne og en markedspris for saltfisk/klippfisk som ikke blir endret på grunn av implementering av ny teknologi.

Tabell 1: Forsøksparametere 1. screeningforsøk

Måleparameter	Spesifikasjon	Høy Verdi	Lav verdi	Senterverdi
TempFisk	Overflatetemperatur svarthinna	10 °C	0 °C	5 °C
Fuktighet	Her er det fuktigheten på overflaten av svarthinna	Våt overflate	Tørr overflate	
Råstoff tilstand	Fersk eller tint	Fersk, maks 3 dager	Frosset og tint	
TempElem	Fryselementet temperatur	-25 C	-15 C	-20 °C

Tabell 2: Forsøksmatrise* 1. screeningforsøk

Forsøksnr	Temp.Fisk [°C]	Råstoff	Temp.Element [°C]
1	0	Fersk	-25
2	10	Fersk	-15
3	0	Frosset	-15
4	10	Frosset	-25
5	0	Fersk	-25
6	10	Fersk	-15
7	0	Frosset	-15
8	10	Frosset	-25
9	0	Fersk	-25
10	10	Fersk	-15
11	0	Frosset	-15
12	10	Frosset	-25
13	5	Fersk	-20
14	5	Frosset	-20

* Parameteren «Fuktighet» ble fjernet da tørr overflate ga ingen resultat

Tabell 3: Forsøksparametere 2. screeningforsøk

Måleparameter	Spesifikasjon	Høy Verdi	Lav verdi	Senterverdi
TempFisk	Overflatetemperatur svarthinna	10 °C	0 °C	5 °C
TempElem	Fryselementet temperatur	-25 C	-10 C	-17,5/-13,5 °C

Tabell 4: Forsøksmatrise 2. screeningforsøk

Fnr	Temp.Fisk [°C]	Temp.Element [°C]
1	10	-25
2	5	-17,5
3	5	-17,5
4	5	-17,5
5	5	-17,5
6	10	-10
7	0	-10
8	0	-10
9	5	-17,5
10	0	-25
11	10	-10
12	10	-25
13	0	-25
14	5	-17,5
15	10	-13,5
16	5	-13,5
17	10	-13,5

Tabell 1: Forsøksmatrise med resultater, 1. screeningforsøk

Forsøksnr	TempFisk [°C] (plan)	Råstoff	Temp.Element [°C]	TempFisk [°C] (målt)	Fjernet svarthinne [%]*	Filetlengde [cm]
1	0	Fersk	-25	2,3	50	45
2	10	Fersk	-15	12,9	80	45
3	0	Frosset	-15	2,3	30	44
4	10	Frosset	-25	10	60	46
5	0	Fersk	-25	3,6	95	45
6	10	Fersk	-15	12,1	30	45
7	0	Frosset	-15	3,9	70	44
8	10	Frosset	-25	9,6	20	46
9	0	Fersk	-25	2,8	70	47
10	10	Fersk	-15	13,2	50	52
11	0	Frosset	-15	5,2	90	46
12	10	Frosset	-25	10,4	45	46
13	5	Fersk	-20	7,1	85	47
14	5	Frosset	-20	6,3	98	46

* %-vis andel anslått ut fra en manuell visuell vurdering

Tabell 2: Forsøksmatrise med resultater, 2. screeningforsøk

Fnr	TempFisk [°C]	Målt [°C]	TempElem [°C]	Respons [%]*	Merk
1	10	9	-25	43,81	
2	5	6	-17,5	23,17	
3	5	6	-17,5	67,34	
4	5	5,7	-17,5	81,78	
5	5	6,8	-17,5	42,61	
6	10	9,9	-10	6,45	
7	0	2,7	-10	8,78	
8	0	2,8	-10	0,00	
9	5	7	-17,5	36,64	
10	0	1,8	-25	35,82	
11	10	9,6	-10	0,00	
12	10	10	-25	48,65	
13	0	3	-25	-	Misl-FryserFast
14	5	5	-17,5	90	Mangler bilde
15	10	10	-13,5	65,10	
16	5	5,7	-13,5	56,15	
17	10	2,5	-13,5	48,78	

* %-vis andel beregnet ved hjelp av et billedbehandlingsprogram

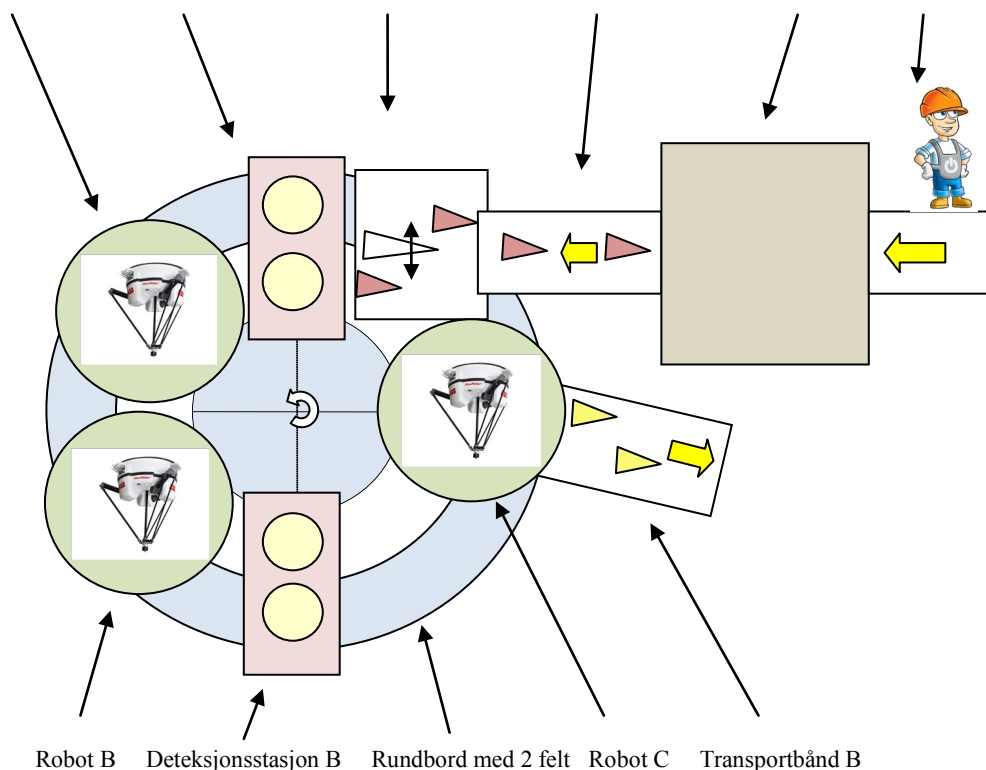
Tabell 3: Statistisk beregning av resultater fra 2. screeningforsøk

ANOVA Table - Svarthinne					
ANOVA	SS	DF	MS	F-ratio	p-value
Summary					
Model	2242,7600	2,0000	1121,3800	1,3974	0,2879
Error	8827,0215	11,0000	802,4565		
Corr. total	11069,7822	13,0000			
Variables					
TempFisk (A)	193,1595	1,0000	193,1595	0,2407	0,6333
TempElement (E)	2049,6003	1,0000	2049,6003	2,5542	0,1383
Model check					
Mean					
Linear	2242,7600	2,0000	1121,3800	1,3974	0,2879
Interaction 2					
Interaction 3					
Quadratic					
Cubic					
Total					
Lack of Fit					
Lack of fit	4963,2280	2,0000	2481,6140	5,7805	0,0243
Pure Error	3863,7937	9,0000	429,3104		
Error	8827,0215	11,0000	802,4565		
Quality					
Method used	design				
R-square	0,2026				
Adjusted R-square	0,0576				
R-square predic	-0,1582				
S	28,3277				
Mean	35,7179				
C.V. in %	79,3095				
PRESS	12820,8350				

Automatisert fjerning av svarthinne for torsk o.l.

Trondheim 2011-01-04 Jan O. Buljo, SRM

Robot A Deteksjonsstasjon A Sporvelger/vender Transportbånd A Flekkemaskin Innmating

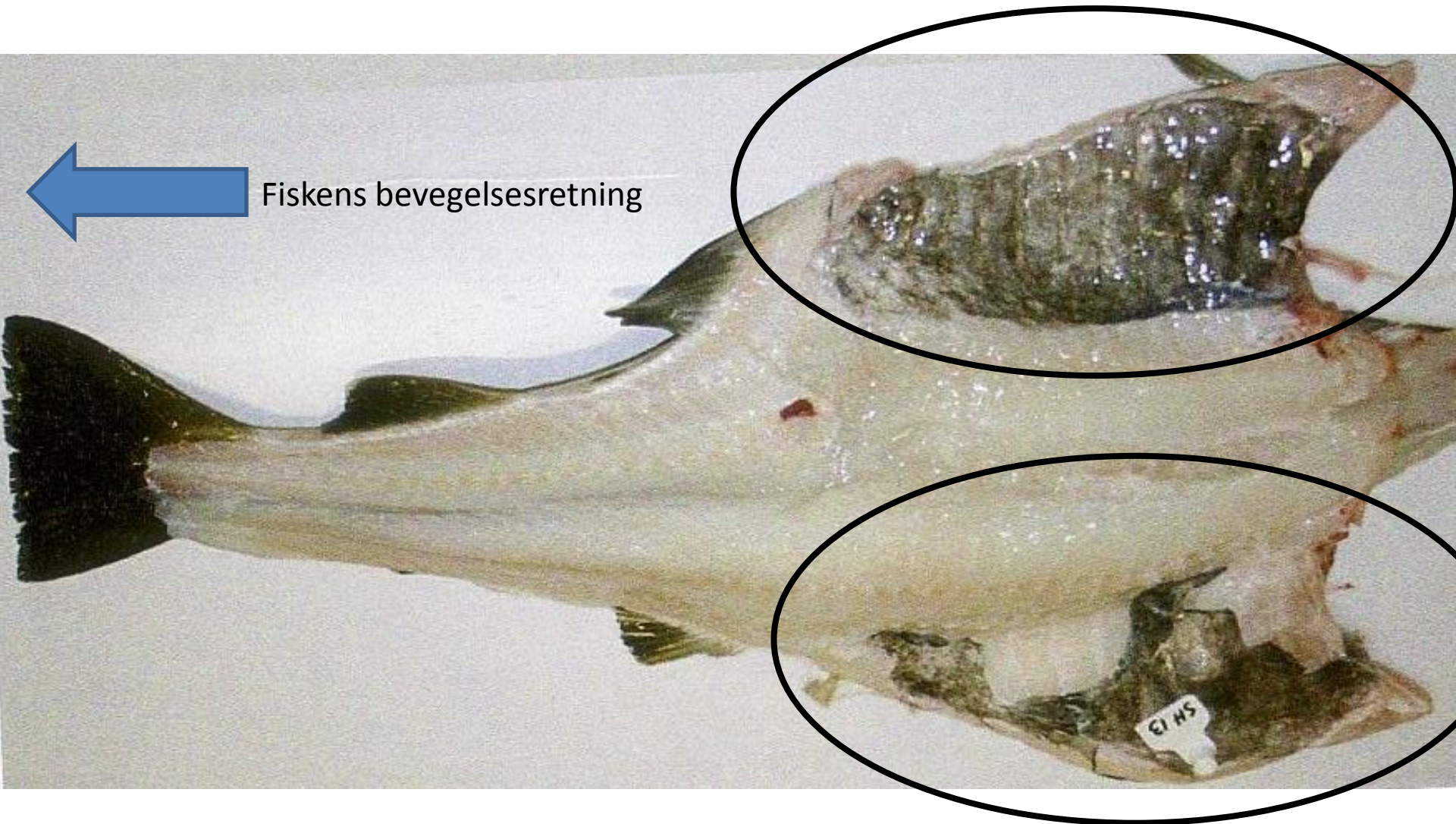


Funksjonsbeskrivelse:

1. Innmating i flekkemaskin skjer manuelt, maskin utfører flekkeoperasjonen (ca. 25-30 fisk/min.)
2. Flekket fisk transporteres til sporvelger/vender vha transportbånd A
3. Sporvelger/vender plasserer flekket fisk på ledig felt på rundbord som roterer moturs. Sensorsignal fra vision kombinert med styresystem for robot C. Sporvelger snur også fiskefiletene slik at de har kjøttssiden opp.
4. Deteksjonsstasjon A (vision) detekterer hvor svarthinne er lokalisert på fiskefiletene; dekker begge feltene.
5. Robot A fjerner svarthinne vha egnet verktøy, dekker begge feltene, men har ytre felt som primært område. Signal fra vision (deteksjonsstasjon A). Har i snitt 4,8 sek. til rådighet pr fisk eller 2,4 sek. pr fiskehalvdel.
6. Robot B fjerner svarthinne vha egnet verktøy, dekker begge feltene, men har indre felt som primært område. Signal fra vision (deteksjonsstasjon A). Har i snitt 4,8 sek. til rådighet pr fisk eller 2,4 sek. pr fiskehalvdel.
7. Deteksjonsstasjon B (vision) detekterer om svarthinne er lokalisert på fiskene; dekker begge feltene. Her analyseres om fjerneprosessen er fullgodt utført.
8. Robot C løfter ferdig behandlet fisk (godtatt svarthinnefjerning) fra rundbord og over til transportbånd B (utmating) vha nålegriperverktøy. Roboten har 2,4 sek. til rådighet pr forflytningsoperasjon.
9. Etter første runde med behandling for fjerning av svarthinne vil fiskefiletene som ikke har fått status ”godtatt” etter undersøkelsen i deteksjonsstasjon B bli sendt på en ny runde på rundbordet.
10. Fjerning av svarthinne for hver fiskefilet repeteres til all hinne er fjernet. Dersom rundbordet ikke har plass til nye fisk, får operatør for flekkemaskinen signal om det og må vente til klarsignal gis.
11. Begge robotene som fjerner svarthinne må ha utstyr som renser verktøyene for svarthinne. Svarthinne samles opp i beholder eller leveres på eget transportbånd som ikke er tegnet inn på skissen.

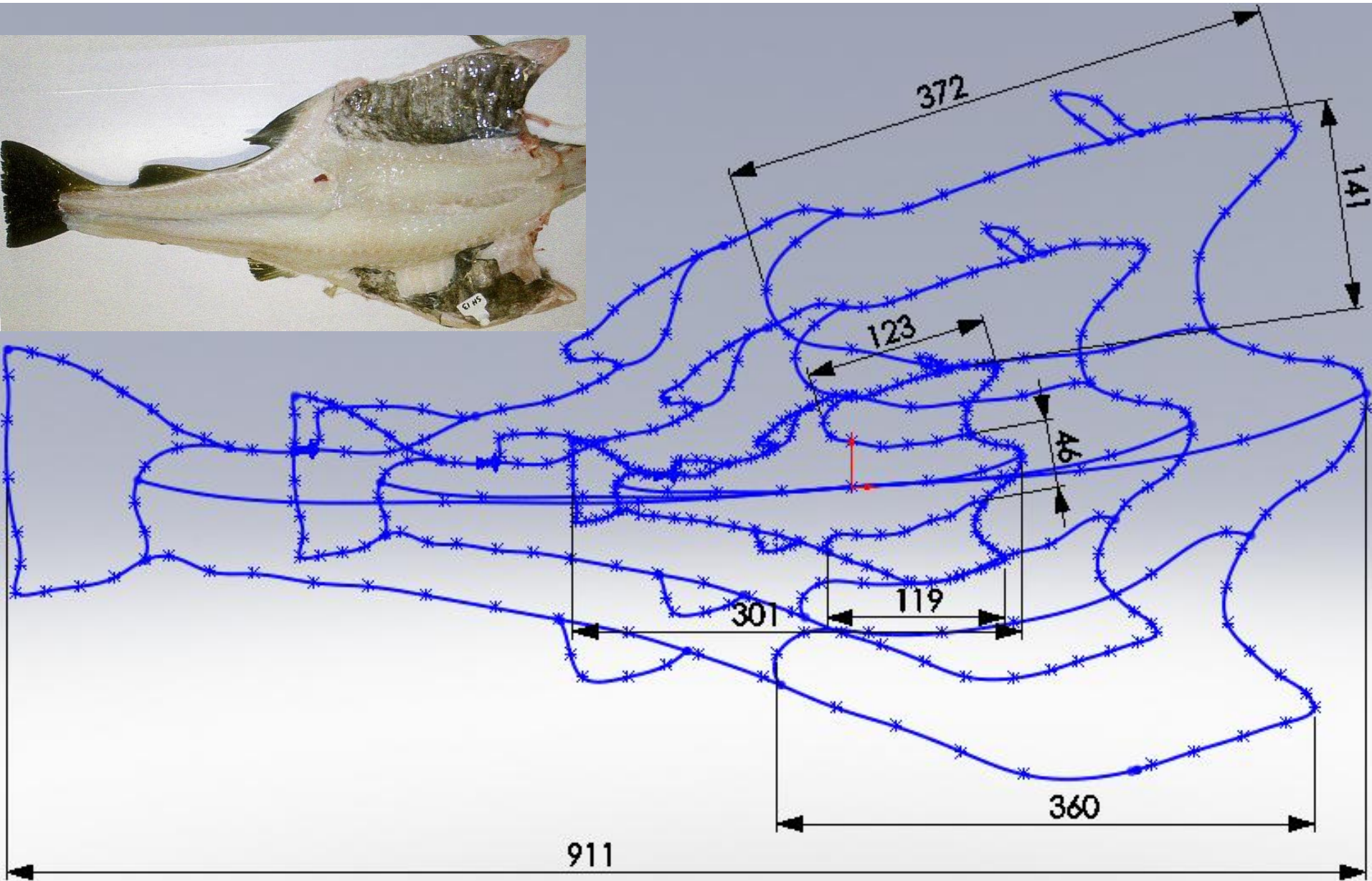
Kommentar: Det er usikkert om tidsestimatene er realistiske.

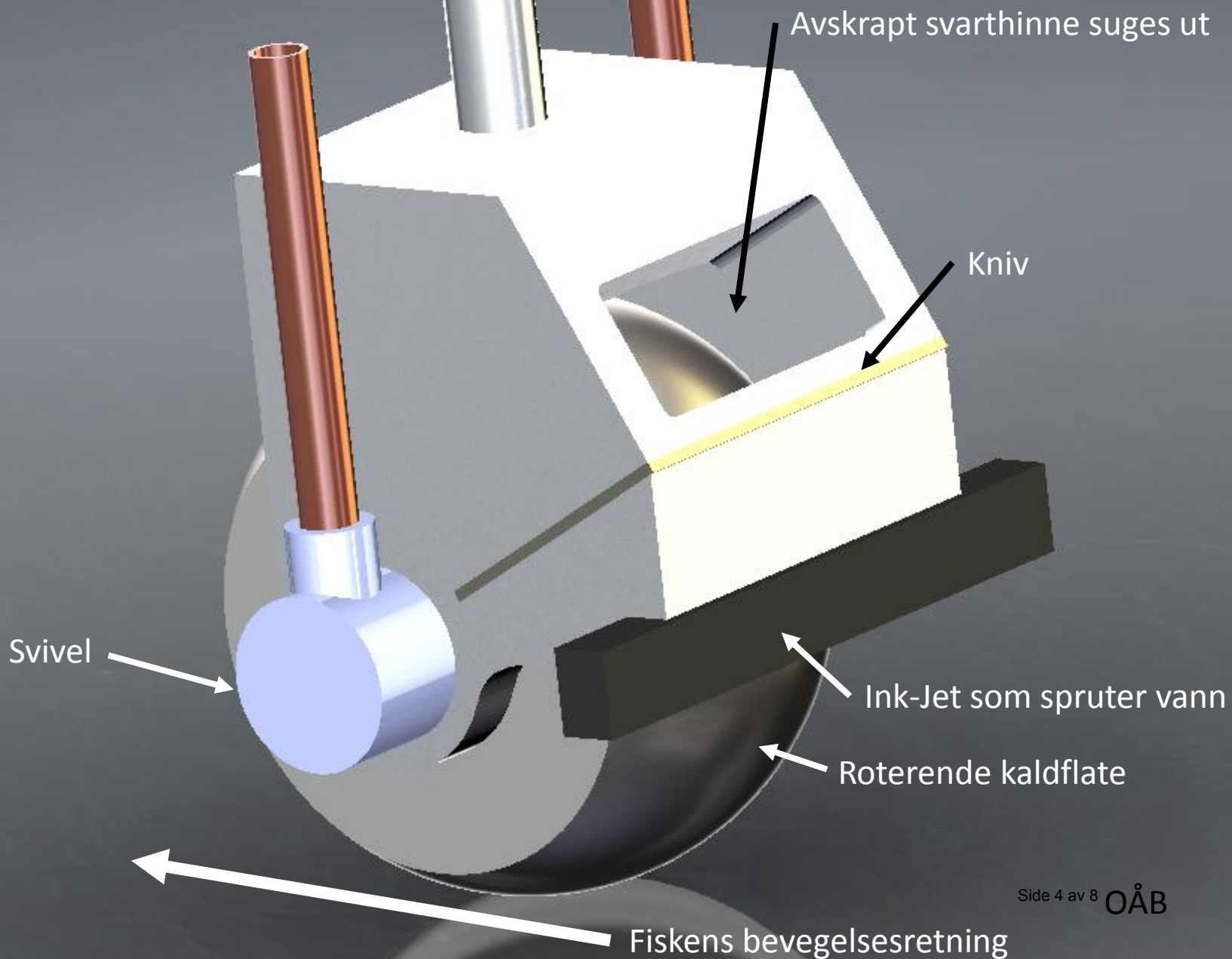
Identifisering av svarthinne med VISION og topologiinformasjon Vedlegg 2



Variasjon i fiskestørrelse med basis i flekkemaskinen

Medlegg 2

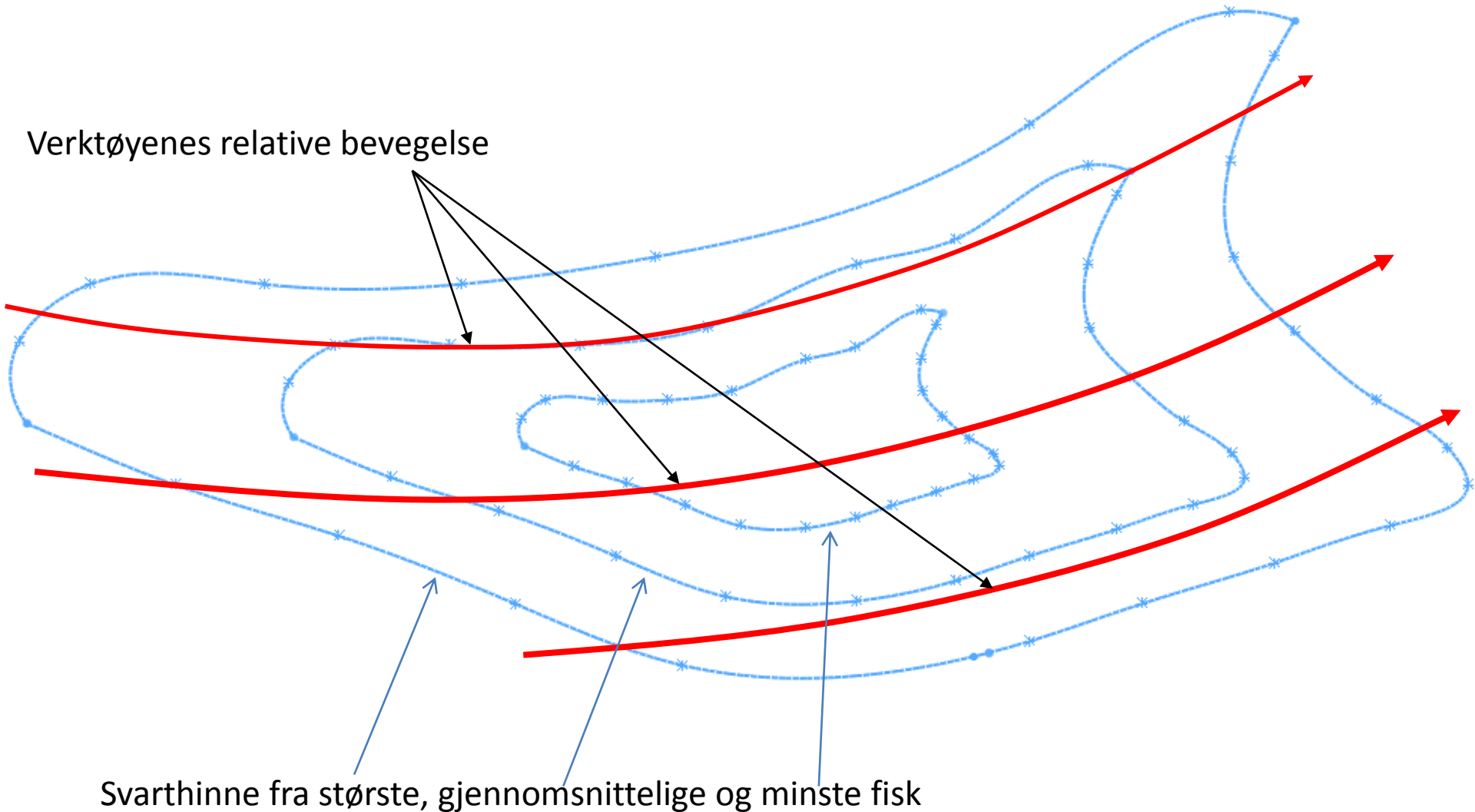




Kaldflateverktøyenes bevegelse relativt fisken

Vedlegg 2

Kalkuleres basert på VISION og høyderegistrering



Verktøyet beveges opp og ned
avhengig av fiskens tykkelse

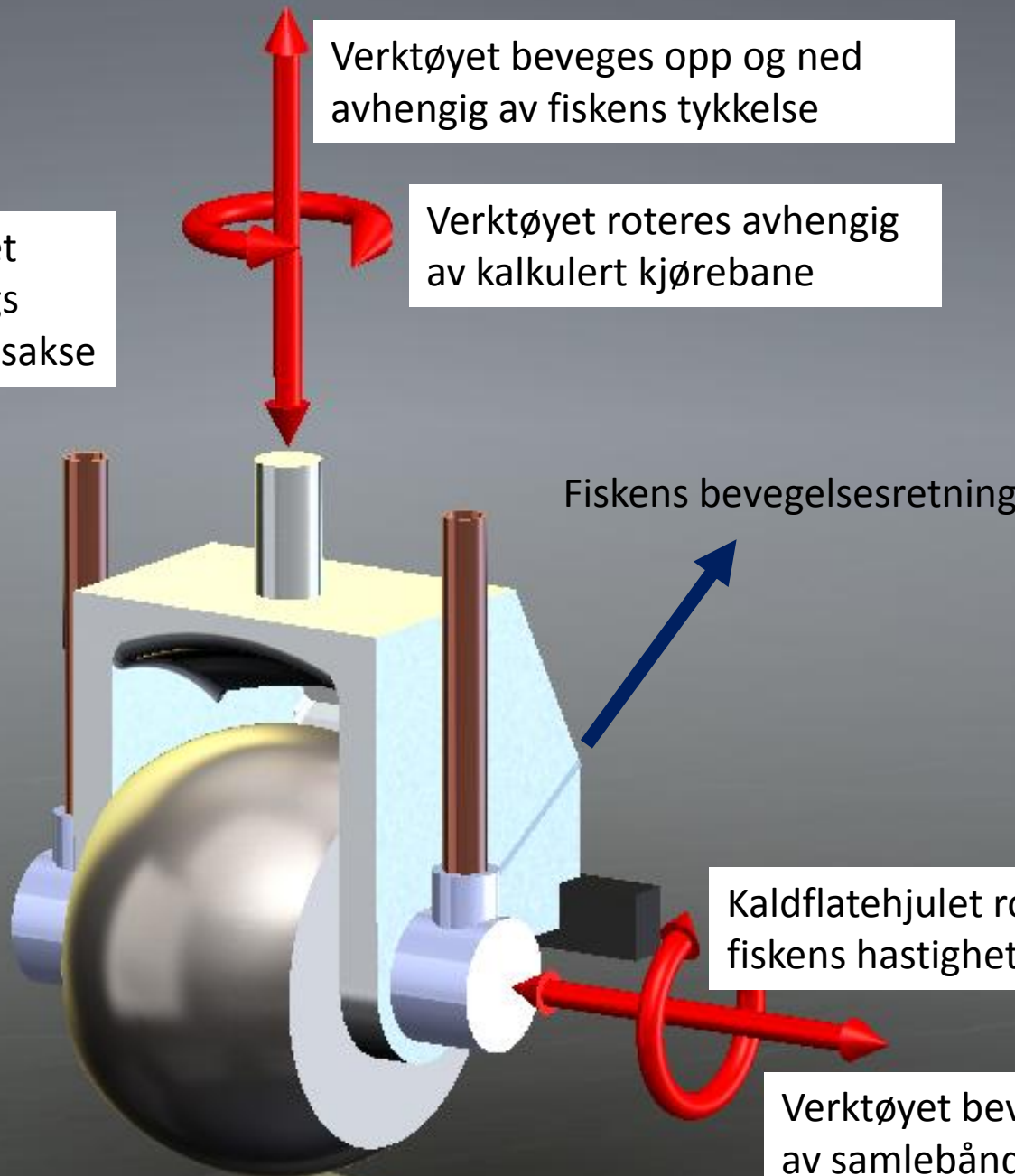
Verktøyet roteres avhengig
av kalkulert kjørebane

Kaldflateverktøyet
beveges ikke langs
fiskens bevegelsesakse

Fiskens bevegelsesretning

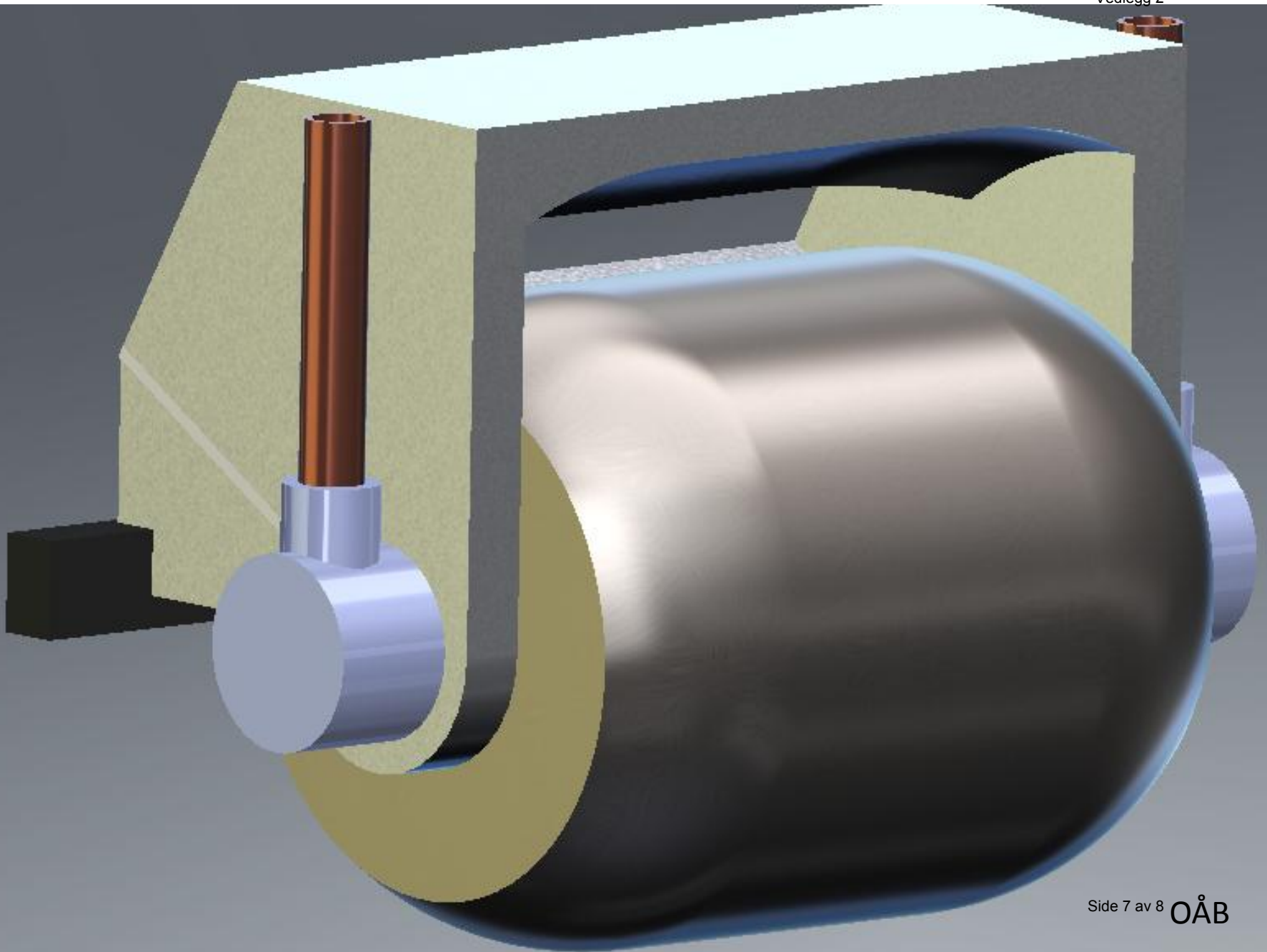
Kaldflathjulet roterer med
fiskens hastighet (motordrift)

Verktøyet beveget seg på tvers
av samlebandet avhengig av
kalkulert kjørebane



Verktøyenes kurvatur designes med basis i informasjon om fiskenes form

Vedlegg 2



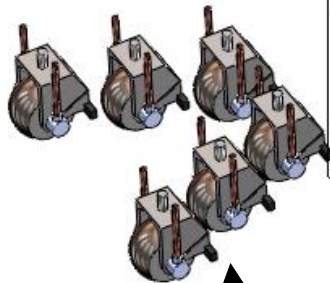
Finbearbeiding ved hjelp av robot kaldflateverktøy

Vision og høydescan

Vision og høydescan

Grovbearbeiding ved hjelp av et sett med roterende kaldflate verktøy

Fiskenes bevegelsesretning



Video av laboratorieforsøk for fjerning av svarthinne hos torsk

Laboratorieforsøk er dokumentert ved to stk. videoopptak, fjerning med peltierelement og fjerning med fryserull. Disse er lagt over på DVD og vedlegges papirkopier av rapporten. Elektronisk kopi av rapporten i form av pdf-fil får videoene lagt ved som egne filer



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no