



**SINTEF Fiskeri og havbruk AS**  
Foredlingsteknologi

Postadresse: 7465 Trondheim  
Besøksadresse:  
SINTEF Sealab  
Brattørkaia 17C

Telefon: 4000 5350  
Telefaks: 932 70 701

E-post: fish@sintef.no  
Internet: www.sintef.no

Foretaksregisteret: NO 980 478 270 MVA

# SINTEF RAPPORT

TITTEL

**Karakterisering av svarthinne hos  
atlanterhavstorsk (*Gadus morhua* L.) og  
stillehavstorsk (*Gadus macrocephalus* L.)**

FORFATTER(E)

Harry Westavik<sup>1</sup>, Petter Aaby Veбенstad<sup>1</sup> og Turid Rustad<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>SINTEF Fiskeri og havbruk, <sup>2</sup>NTNU – Institutt for Bioteknologi

OPPDRAKSGIVER(E)

Bacalaoforum FHL - FHF

RAPPORTNR. SFH80 A095073	GRADERING Åpen	OPPDRAKSGIVERS REF. Lorena Gallart Jornet	
GRADER. DENNE SIDE	ISBN 978-82-14-04929-9	PROSJEKTNR. 850299	ANTALL SIDER OG BILAG 31 sider, 5 bilag
ELEKTRONISK ARKIVKODE Rapport_Svarthinne_Torsk.docx	PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) Harry Westavik	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) Leif Grimsmo	
ARKIVKODE	DATO 2009-12-22	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) Marit Aursand, forskningssjef	

## SAMMENDRAG

Prosjektet om karakterisering av svarthinne hos torsk er kommet i stand i forbindelse med FHL's Bacalaoforum ønske om å bidra til økt automatiseringsgrad innen produksjon av salt- og klippfisk. Fjerning av svarthinne er en manuell arbeidsoperasjon som er fysisk krevende. Det selges produkter med og uten svarthinne til ulike markeder, men trenden er at flere kunder ønsker svarthinna fjernet.

Det er utført både kjemisk og mekanisk karakterisering. Svarthinna er i hovedsak av proteinnatur med stort innslag av kollagen. Svarthinns styrke øker med tykkelsen som øker med størrelsen på fisken. Små fisk har tynn og svak svarthinne som gjør det vanskelig å trekke den av i hele stykker. Vanligvis sitter svarthinna fastere til bukhinna ved buksnittet og svømmeblæren, men dette kan variere mellom individer. Det er ikke funnet signifikante forskjeller i egenskapene og sammensetningen hos stillehavs- (*Gadus macrocephalus* L.) og atlanterhavstorskens (*Gadus morhua* L.) svarthinne.

Av ulike metoder som er testet ut for forbehandling/fjerning er bruk av kjemiske stoffer som natrium hypokloritt (NaOCl) og hydrogenperoksid (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) og mekaniske metoder som fjerning med lufttrykk, børster, vandamp og fryseelement. Bruk av enzymer for fjerning er vurdert, men ikke anbefalt i første omgang.

Bruk av fryseelement er metoden som synes å ha best potensial. Maskinsyn må være inkludert i systemet for å detektere svarthinns posisjon og gi styringssignaler til fjerningsverktøyet.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Svarthinne	Black Lining
GRUPPE 2	Torsk	Cod
EGENVALGTE	Saltfisk og klippfisk	Wet Salted Fish and Clipfish
	Prosessering av fisk	Fish Processing

## INNHALDSFORTEGNELSE

<b>1</b>	<b>Bakgrunn.....</b>	<b>4</b>
1.1	Om norsk salt- og klippfiskproduksjon.....	4
1.2	Svarthinne .....	4
<b>2</b>	<b>Prosjektets målsetning .....</b>	<b>5</b>
2.1	Karakterisering.....	5
2.2	Variasjoner.....	5
2.3	Teknologier.....	5
<b>3</b>	<b>Materialer og metoder .....</b>	<b>5</b>
3.1	Råstoff.....	5
3.2	Mekanisk karakterisering av svarthinne .....	6
3.2.1	Oppbygning.....	6
3.3	Svarthinnas feste til muskelvev .....	6
3.3.1	Farge.....	7
3.3.2	Måling av svarthinnas styrke .....	7
3.3.3	Måling av tykkelse på svarthinne.....	11
3.3.4	Struktur på svarthinne .....	11
3.4	Kjemisk karakterisering av svarthinne.....	12
3.4.1	Tørstoff .....	12
3.4.2	Aske .....	12
3.4.3	Saltinnhold (NaCl) .....	12
3.4.4	Totalt fettinnhold.....	12
3.4.5	Totalt proteininnhold.....	12
3.4.6	Aminosyrer.....	12
3.4.7	Kollagen .....	13
3.4.8	Svart farge .....	13
<b>4</b>	<b>Resultat.....</b>	<b>14</b>
4.1	Kjemisk karakterisering.....	14
4.1.1	Tørstoffinnhold, aske, salt og totalt fett.....	14
4.1.2	Aminosyresammensetning, totalt protein og kollageninnhold .....	14
4.2	Mulige teknologier for fjerning av svarthinne .....	16
4.2.1	Produktkrav .....	16
4.2.2	Trykkluft .....	16
4.2.3	Trekking med klypeelement.....	17
4.2.4	Fjerning med fryseelement.....	17
4.2.5	Vakuum.....	18
4.2.6	Børsting.....	18
4.2.7	Vanndamp .....	19
4.2.8	Kjemisk og biokjemisk fjerning av svarthinne .....	19
4.3	Studentoppgaver .....	21
4.3.1	Studentoppgaven.....	22
<b>5</b>	<b>Diskusjon.....</b>	<b>24</b>
5.1	Tørstoff, aske, saltinnhold og totalt fett.....	24

5.2	Aminosyresammensetning, totalt protein og kollagen.....	24
5.3	Teknologier for fjerning av svarthinne .....	25
5.3.1	Lufttrykk .....	25
5.3.2	Trekking med klypeelement.....	25
5.3.3	Fjerning med fryseelement.....	25
5.3.4	Børsting .....	26
5.3.5	Vanndamp .....	26
5.3.6	Kjemisk og biokjemisk fjerning.....	26
<b>6</b>	<b>Konklusjon .....</b>	<b>28</b>
6.1	Enzymatisk fjerning.....	28
6.2	Fryseelement.....	28
	<b>Referanser .....</b>	<b>29</b>
	<b>Vedlegg .....</b>	<b>31</b>

## 1 Bakgrunn

### 1.1 Om norsk salt- og klippfiskproduksjon

Produksjon av salt- og klippfisk har lange tradisjoner i Norge. I utgangspunktet blir fersk eller tint, sløyd og hodekappet fisk flekket, dvs. skåret langs ryggbeinet slik at fisken kan brettes ut som en stor trekant. Mesteparten av ryggbeinet med blodranden blir fjernet og fisken blir deretter saltet lagvis. I salteprosessen blir fisken modnet; den endrer smak og konsistens som en konsekvens av at smaks- og aromastoffer utvikles, en del vann trekkes ut av fiskemuskelen og proteinene endrer struktur. Dette gjør at fisken blir konservert og kan lagres i lang tid og fortsatt ha god spisekvalitet. Saltfisken blir pakket etter at fisken har oppnådd riktig modningsgrad og kvalitet forøvrig. Klippfisken blir tørket ytterligere før pakking. Tørkingen ble inntil 1950-årene utført utendørs på svaberg/klipper, derav navnet. Tørking av klippfisk foregår i dag i tørkerom og tørketunneler under kontrollerte betingelser.

Selv med noe varierende volum/verdi fra år til år er eksport av salt- og klippfisk en betydelig næring. I 2008 ble det eksportert 34.000 tonn saltfisk til en verdi av 1,5 mrd. NOK. Av dette utgjorde salttorsk 25.000 tonn og 1,1 mrd. NOK med Portugal og Spania som de desidert største markedene. Salttorsk var det 6. største eksportproduktet av fisk fra Norge. Klippfiskeksporten samme år sto for ca. 83.000 tonn med en salgsverdi på 3,1 mrd. NOK. Klippfisk av torsk har Portugal og Brasil som de største kjøperlandene. Totalt ble eksporten i 2008 av klippfisk av torsk på 28.000 tonn til en verdi av 1,7 mrd. NOK og var med det det 4. største eksportproduktet av alle fiskeproduktene. Torsk er den viktigste arten både for salt- og klipp fisk, men disse produktene produseres også med annet råstoff som sei, lange, brosme og til en viss grad hyse (EFF 2008).

### 1.2 Svarthinne

De forskjellige markedene for salt- og klippfisk har ulike krav til om svarthinnen skal sitte på produktet eller ikke. Typisk er at Portugal kjøper fisk med svarthinne mens Brasil ønsker uten og det er også ofte slik at kunder av saltfisk kjøper produktet med svarthinne mens klippfisken skal være uten. Imidlertid er trenden at flere og flere kunder ønsker at svarthinnen skal være fjernet (Arnt Olav Aarseth, Brødr. Aarseth AS, juni 2009 [*pers. med*]). Fjerning av svarthinne representerer en oppgave som i dag utføres manuelt, og normalt umiddelbart etter flekking, av 2 – 4 operatører avhengig av kapasitetsbehov på produksjonslinjen. Dette gjøres ved at svarthinnen gnies/dras av med en vott eller annen type redskap som medfører en relativt stor fysisk arbeidsbelastning for operatørene.

Med ønske om å redusere fysisk belastende og ensidig gjentakende arbeidsoperasjoner er det samtidig et ønske i salt- og klippfisknæringen om å redusere kostnadene ved å øke automatiseringsgraden i produksjonsprosessene. Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF) og Bacalaoforums handlingsplan ”Prioriterte innsatsområder for Bacalaoforum 2009–2010” setter blant annet fokus på ”Utvikling av automatisert løsninger for mating av flekkemaskinen, vasking av svarthinnen...” (<http://www.fhl.no/bacalaoforum/prioriterte-innsatsomraader-for-bacalaoforum-article3272-71.html>). Dette er områder som næringen ønsker å prioritere. Behovet for automatisk fjerning av svarthinne er også diskutert i rapporten

”Kartlegging av muligheter for økt automatisering i norsk saltfisk- og klippfiskindustri” (Hellevik, Bjørkevoll et al. 2008).

Det eksisterer et patent NO 304211 ”Rensemaskin for fisk spesielt for å fjerne svarthinne” som eies av patenthaver Kaare Haahjem, 6040 Vigra. Patentet beskriver en prosess og det er utviklet en maskin som ved hjelp av et sett med børster skal sørge for å børste bort svarthinna av flekket fisk. Maskinen er ikke kommersialisert fordi den så langt ikke tilfredsstillter kravet til prosessen med hensyn til andel fisk fri for svarthinne.

Vinter/vår 2009 ble det i diskusjoner med Finn Arne Egeness, Bacalaoforum, oppnådd enighet om at det var nødvendig å karakterisere svarthinne hos torsk for bedre å kunne vurdere hvilken teknologi som kan være den beste for automatisk fjerning. Prosjektet ble innvilget og finansiert av FHF sommeren 2009.

## **2 Prosjektets målsetning**

Forprosjektet har følgende målsetning:

### **2.1 Karakterisering**

1. Mekanisk karakterisering (undersøke festet til muskelvev, tykkelser og styrker)
2. Kjemisk karakterisering (kjemiske komponenter svarthinna er bygget opp av, samt karakterisere pigmentet)

### **2.2 Variasjoner**

1. Undersøke variasjoner på hinne innen samme torskeart og mellom ulike torskearter som atlantehavstorsk (*Gadus morhua* L.) og stillehavstorsk (*Gadus macrocephalus* L.)
2. Undersøke variasjoner mellom ulike kvaliteter av torsk som fersk og tint råstoff.

### **2.3 Teknologier**

1. Peke på mulige teknologier for fjerning av svarthinne

## **3 Materialer og metoder**

### **3.1 Råstoff**

Til prosjektet ble det kjøpt inn råstoff fra tre forskjellige produsenter av salt- og klippfisk på Mørekystrn og fra en lokal fiskehandler i Trondheim. Råstoffet besto av fersk eller frosset atlantehavstorsk i størrelse 2 – 4 kg og frosset stillehavstorsk i størrelse 4 – 6 kg. All fisken var sløyd og hodekappet. Den frosne fisken ble tint på kjølerom ved 4 °C ca. 3 døgn før bruk. I tillegg ble det kjøpt inn saltfisk og klippfisk med svarthinne, men kun av atlantehavstorsk. I perioder var det vanskelig å skaffe stillehavstorsk til analysene/testene da produsentene ikke hadde dette på lager.

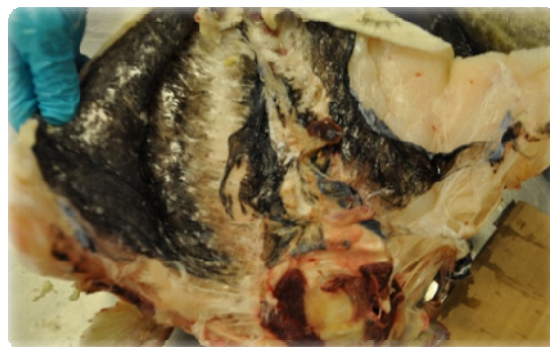
### 3.2 Mekanisk karakterisering av svarthinne

#### 3.2.1 Oppbygning

Det ser ut til at en torsk har følgende oppbygning fra ytterst på skinnsiden til innvoller i bukområdet: skinn, muskelvev, bukhinne, hvithinne, svarthinne

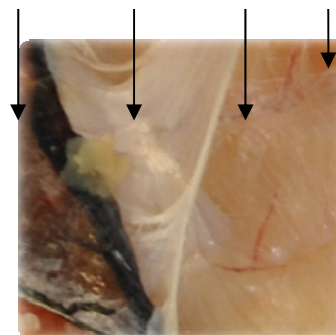


**Bilde 3-1** Stillehavstorsk



**Bilde 3-2** Stillehavstorsk

svarthinne | hvithinne | bukhinne | muskelvev



**Bilde 3-4** Oppbygning



**Bilde 3-3** Atlanterhavstorsk

### 3.3 Svarthinns feste til muskelvev

Hvor godt svarthinna er festet avhenger av område på fisken. Det ble observert at svarthinna ofte satt bedre fast til bukhinna og/eller svømmeblæra (i ytterkantene) enn ellers i buken. Den ser ut til å være spesielt godt festet også fremst i buken og i endetarmsåpningen.

Det så ut til at det var en ganske bred flate (ca. 10 mm) ved snittet fra skinnsiden og frem til starten/kanten av svarthinna. Dette kan skyldes at snittflaten er så bred og ikke at svarthinna hadde trekt



**Bilde 3-5**

seg sammen etter sløyningen. Dette gjaldt den tinte fisken hos både stillehavs- og atlantehavstorsk.

Vi kunne se flere kollagenfibere festet til svarthinna som ble trukket av når hinna ble fjernet.



**Bilde 3-6**

### 3.3.1 Farge

Fargen på svarthinna avgjøres av mengden pigment, og varierer stort mellom individer. Variasjonene går fra nesten gjennomsiktig hvit til kullsvart. Generelt hadde fisker som ble brukt i forsøkene relativt homogen farge over hele svarthinnen. Likevel ble det observert svarthinner med flekkvis store variasjoner i farge. Det var noen av fiskene av stillehavstorsk som hadde svært mørk farge. Dette så vi ikke hos atlantehavstorsken, men samtidig hadde enkelte individer av stillehavstorsk også lys svarthinne. Det kan derfor ikke konkluderes med at den ene arten har mørkere svarthinne i forhold til den andre med det prøveutvalget som ble disponert i prosjektet.



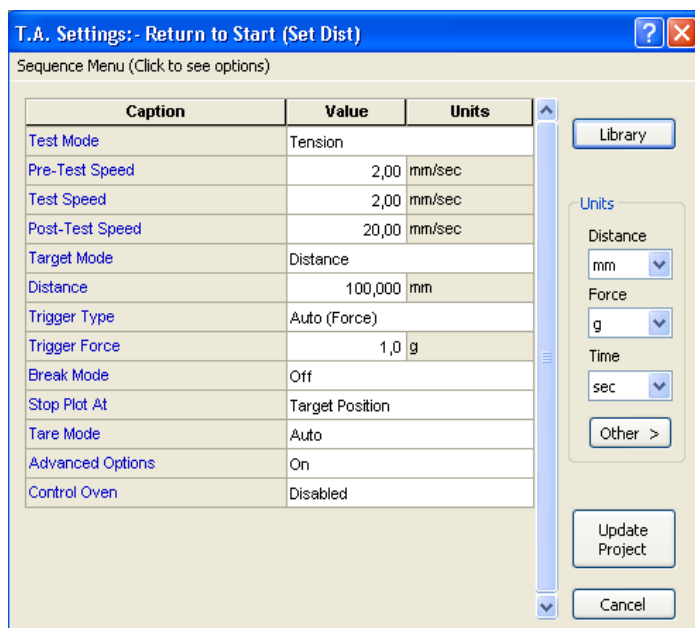
**Bilde 3-7** Eksempel på lys svarthinne



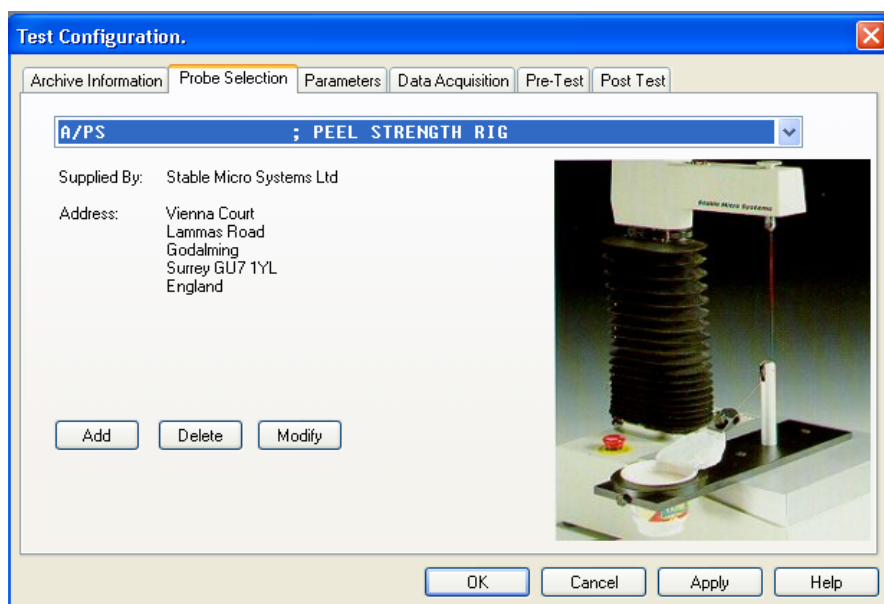
**Bilde 3-8** Eksempel på mørk svarthinne

### 3.3.2 Måling av svarthinns styrke

Det ble gjort forsøk for måling av svarthinns styrke med bruk av teksturmåler av type Stable Micro Systems, TAXT Plus. Maskinen ble satt opp som en "Peel strength test rig". Dette er et oppsett som måler trekraften som en funksjon av avstand fra startpunkt. Innstillingene for apparatet og valgt probe er vist i figurene 3-1 og 3-2.



**Figur 3-1** Valgte parametere for måling av trekraft

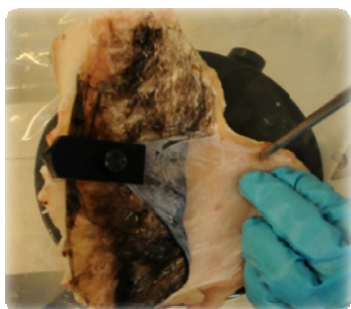


**Figur 3-2** Valgt probe til måling av trekraft

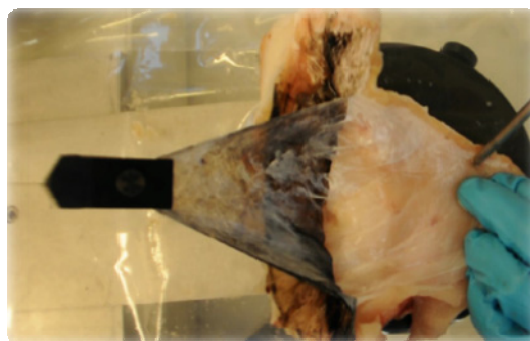


**Metode 1: Svarthinnetrekk fra bukstykke**

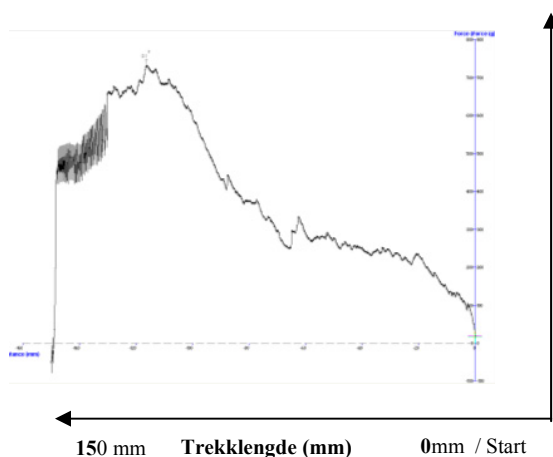
Denne metoden ble brukt for å undersøke hvor stor kraft som var nødvendig for å løsne svarthinna fra resten av fisken. Forsøket viste at kraftbehovet økte med tverrsnittet som ble trekt. Svarthinna kan trekkes relativt langt med denne metoden før den ryker, evt. at måleinstrumentets maksimale rekkevidde er nådd.



Retning på trekket  
**Bilde 3-9** Testoppsett

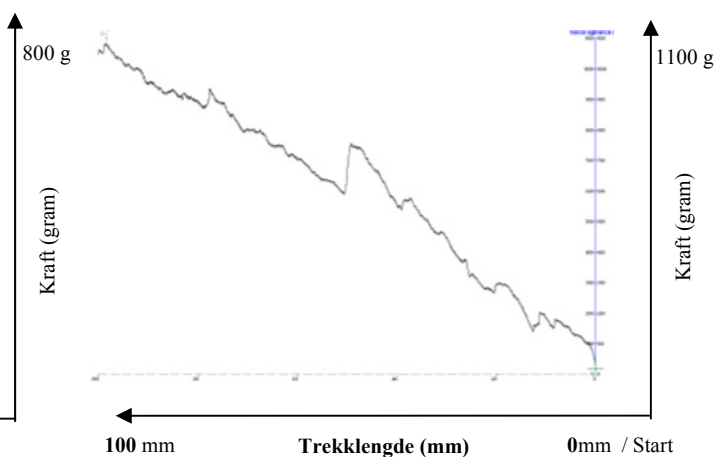


Retning på trekket  
**Bilde 3-10** Testoppsett



**Figur 3-3** Eksempel på forsøk med stillehavstorsk

Trekk lengde før høyeste toppunkt: 115 mm  
Trekkraft ved høyeste toppunkt: 720 gram



**Figur 3-4** Eksempel på forsøk med atlantehavstorsk

Trekk lengde før høyeste toppunkt: 95 mm  
Trekkraft ved høyeste toppunkt: 1050 gram

### Metode 2: Strekking av svarthinne mellom to klemmer (metall)

Med denne metoden måles kraften som skal til før svarthinna revner eller får betydelig brudd. Bruddet kom som regel ved innfestingen til klemmene. Dette tyder på at innfestingen ikke var optimal. Det målte kraftbehovet for å få brudd i svarthinne var derfor lavere enn med teoretisk optimal innfesting. Tykkere svarthinne hadde også større styrke.



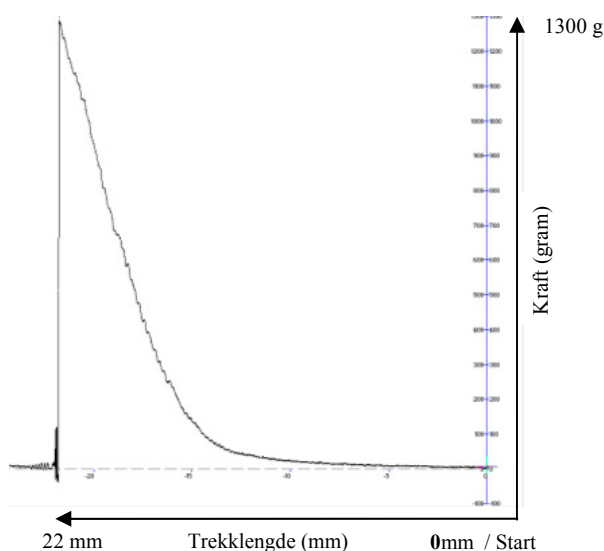
**Bilde 3-11** Forsøksoppsett



**Bilde 3-12**

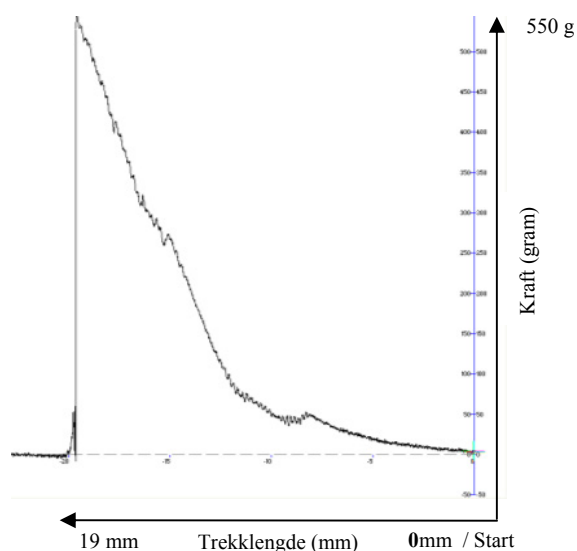


**Bilde 3-13** Strekking av svarthinne



**Figur 3-5** Eksempel på forsøk med stillehavstorsk

Trekk lengde før høyeste toppunkt: 22 mm  
 Trekkraft ved høyeste toppunkt: 1250 gram  
 Kommentar: Det ble observert en jevn stigning i kraftbehov fra 15mm/100 gram, fram til brudd på svarthinne.



**Figur 3-6** Eksempel på forsøk med atlantehavstorsk

Trekk lengde før høyeste toppunkt: 19 mm  
 Trekkraft ved høyeste toppunkt: 540 gram  
 Kommentar: Det oppsto tre tydelige topper. Dette kan tyde på at svarthinna bristet i et lite område før kraften tiltok. Det er likevel en relativt jevn stigning i kraftbehov gjennom hele trekket.

### 3.3.3 Måling av tykkelse på svarthinne

En digital tykkelsesmåler av typen Disella ET012001 ble brukt til å måle tykkelse på svarthinne. Instrumentet har en oppløsning på 0,01 mm. Det ene motholdet som klemmer mot svarthinnen under måling er fast, mens det andre er fjærbelastet. Dette gjør at kraften er tilnærmet konstant mellom målingene. Det ble målt tykkelser på svarthinne på mellom 0,02 mm og 0,07 mm hvor størst fisk hadde tykkeste svarthinne. Det ble i tillegg observert tykkelsesvariasjoner visuelt og ved berøring. Disse observasjonene ser ut til å tilsvare de digitale målingene.



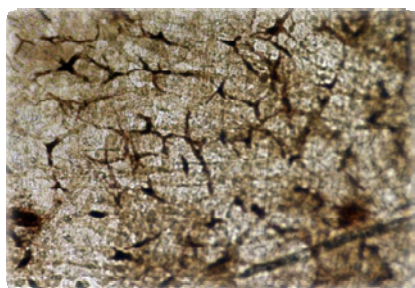
**Bilde 3-14** Svarthinne 1:  $d = 0,02$  mm



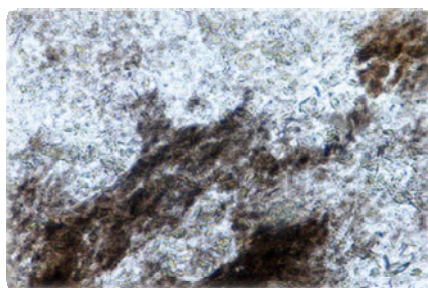
**Bilde 3-15** Svarthinne 2:  $d = 0,07$  mm

### 3.3.4 Struktur på svarthinne

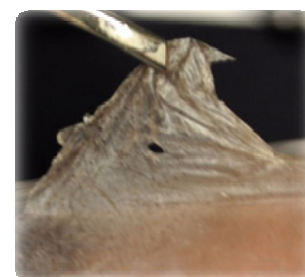
For å se på strukturen på svarthinne ble det gjort observasjoner med og uten mikroskop. Sammenlikning av tint stillehavstorsk og tint atlantehavstorsk; det så ut til at stillehavstorsken hadde mørkere/svartere og kraftigere svarthinne enn atlantehavstorsken, men det kan ikke konkluderes med dette med siden prøveutvalget var for lite. Både saltfisk og klippfisk av atlantehavstorsk synes også å ha mørkere svarthinne enn den tinte atlantehavstorsken, dog var klippfisken mørkest, saltfisken var noe mer ujevn. Det ble observert at torsken hadde en ekstra hvit hinne mellom svarthinna og bukhinna som var relativt tynn og svak og nesten umulig å trekke av i store flak. Den ble ikke alltid med når svarthinna ble trukket av, dette kan lett observeres i bilde 4-6.



**Bilde 3-16** Svarthinne under mikroskop (400X)



**Bilde 3-17** Svarthinne under mikroskop (400X)



**Bilde 3-18** Tørket svarthinne

#### Observasjoner:

Konsentrasjonen av fargepigment er høy enkelte plasser i svarthinna, og lav andre plasser. Dette sees som et komplekst mønster med ikke-homogen struktur gjennom mikroskopet.

### **3.4 Kjemisk karakterisering av svarthinne**

Det var ønske om å undersøke muligheten for å fjerne eller endre den svarte fargen på svarthinna ved å bruke kjemiske eller biokjemiske prosesser. Derfor ble det gjennomført en kartlegging av de kjemiske bestanddelene i svarthinna. Standard analyser ble utført i laboratoriene hos SINTEF Fiskeri og havbruk AS og NTNU, Institutt for bioteknologi.

#### **3.4.1 Tørrstoff**

Tørrstoff i svarthinne ble bestemt ved å veie inn ca. 0,5 gram prøver med 4 desimaler og tørke disse i tørkeskap ved 105 °C i 24 timer og deretter veie prøvene etter avkjøling i eksikator til romtemperatur.

#### **3.4.2 Aske**

Askeinnholdet i svarthinne ble bestemt ved å veie ut prøver av tørket svarthinne i digel som ble satt i kald foraskningsovn (muffelovn). Ovnen ble satt på 590 °C og prøvene fikk stå i 12 timer. Diglene ble så satt over i en eksikator og veid når de hadde fått romtemperatur.

#### **3.4.3 Saltinnhold (NaCl)**

Bestemmelse av innhold av NaCl i svarthinne fra tint torsk, klippfisk og saltfisk ble bestemt ved bruk av Volhards metode. Beskrivelsen finnes i vedlegg 1.

#### **3.4.4 Totalt fettinnhold**

For bestemmelse av totalt fettinnhold i svarthinne ble metoden Bligh and Dyer - Mikrometode benyttet. Detaljbeskrivelse av metoden finnes i vedlegg 2.

#### **3.4.5 Totalt proteininnhold**

Bestemmelse av totalt proteininnhold ble gjort ved å benytte en CN-elementanalysator for i første omgang å bestemme prøvens nitrogeninnhold (N). Deretter beregnes det totale proteininnholdet ved følgende formel:

$$\% \text{ totalt protein} = \% \text{ N} \times 6,25 \quad (1)$$

Det ble benyttet acetanilid fra Merc som standard. Detaljert beskrivelse over metoden ved bruk av tørt (frysetørket) materiale er vist i vedlegg 3.

#### **3.4.6 Aminosyrer**

Frysetørkede prøver av svarthinne ble hydrolysert i 6M HCl i hydrolyserør ved 105 °C i 22 timer etterfulgt av nøytralisering og filtrering etter prosedyre av Osnes og Mohr (Osnes and Mohr 1985). Total aminosyresammensetning i løsningen ble bestemt ved bruk av RP-HPLC (Reverse Phase High Performance Liquid Chromatography) etter Linderoth og Mopper (Lindroth and

Mopper 1979) og modifisert av Flynn (Flynn 1988). Aminosyrene glysin og arginin presenteres resultatmessig sammen da de fremkommer som én topp i analysen. Cystein and tryptofan brytes ned under hydrolysen og vil ikke bli kvantifisert med denne metoden. Hydroksyprolin bestemmes med en annen metode, se neste avsnitt.

#### **3.4.7 Kollagen**

Mengden kollagen i svarthinne bestemmes på bakgrunn av innhold av hydroksyprolin i frysetørket og deretter hydrolysert prøve ved bruk av standard L-hydroksyprolin og måling av lysgjennomgang ved bølgelengde 555 nm (Leach 1960).

#### **3.4.8 Svart farge**

Som beskyttelse mot ytre miljø må organismer, som fisk, ha et kontinuerlig ytre skall i form av hud. Huden består av flere lag, i hovedsak overhud (epidermis) og underhud (dermis). Huden er et organ med flere bestanddeler og oppgaver. I tillegg til beskyttelse bidrar huden til sansing, respirasjon, ekskresjon, ernæring, kommunikasjon, vann- og ionebalanse. I epidermis finnes celler som inneholder fargestoffer, pigmentceller (chromatoforer/melanoforer), som regulerer fargene i huden enten ved morfologisk eller fysiologisk fargeending. Morfologiske fargeendringer er et resultat av langvarig hormonelle eller ytre stimuli. Fysiologiske fargeendringer, som er typisk hos en del kaldblodige dyr, er et resultat av nervøse eller hormonelle stimuli hvor innhold av pigmenter i cellene blir spredd mer eller mindre rundt i hele cellen (gir mørk farge) eller pigmentene klumper seg sammen rundt kjernen (gir lysere farge). Det gjør at organismen er i stand til relativt raskt å endre hudfargen i forhold til omgivelsene (Kryvi 1997).

Svarthinna, som finnes hos en del fiskearter, finnes på innsiden av buken og omslutter innvollene. Det er lite publisert litteraturen om svarthinne, men det antas at svartfargen skyldes melanin og at den har en funksjon for å hindre lys fra fluoriserende byttedyr å slippe ut gjennom bukveggen hos rovfisk. På denne måten vil rovfisken unngå å avsløre seg selv under jakt (Fishelson, Goren et al. 1997) og eventuelt selv bli et bytte for større predatorer. Det er ikke funnet beskrivelse av hvilken mekanisme som regulerer styrken i svarthinna, men på samme måte som ved regulering av fiskens hudfarge vil fargen muligens endre seg etter stimuli som forårsakes av byttedyrene og at styrken blir regulert i henhold til hvilken type byttedyr som står på ”menyen” i ulike perioder.

Svarte pigmenter som melaniner er molekyler med høy vekt. De er uløselige i vann, vandig syre og vanlige organiske løsninger. Sterke oksiderende stoffer som natrium hypokloritt (NaOCl) eller hydrogenperoksid ( $H_2O_2$ ) vil kunne avfarge/bleke melaniner (Harki, Talou et al. 1996). Det ble derfor gjort forsøk med å behandle svarthinne med NaOCl og  $H_2O_2$  i ulike konsentrasjoner for å se om disse stoffene har effekt på svarthinna og dens farge.

## 4 Resultat

### 4.1 Kjemisk karakterisering

Det er ikke funnet litteratur som viser analyser av de kjemiske komponentene som svarthinna er satt sammen av og det er heller ikke funnet analysemetoder som er spesielt tilpasset eller designet for svarthinne. Derfor er det i dette prosjektet benyttet standard analysemetoder som kan medføre at resultatene inneholder unøyaktigheter. Detaljerte analyseresultater er vist i vedlegg 4. Formålet med kjemisk karakterisering i denne sammenheng er ikke å finne de eksakte verdiene av de ulike komponentene, men å få viss oversikt. Det er ikke beregnet standardavvik i de analysene hvor antall paralleller er mindre enn 3.

#### 4.1.1 Tørrstoffinnhold, aske, salt og totalt fett

Innhold av tørrstoff, aske (mineraler og kjemiske forbindelser av ikke organisk art), salt (NaCl) og totalt fett- og proteininnhold i svarthinne er vist i tabell 4-1.

**Tabell 4-1** Svarthinns innhold av tørrstoff og ulike stoffer som andel av tørr prøve (gjennomsnitt  $\pm$  standardavvik)

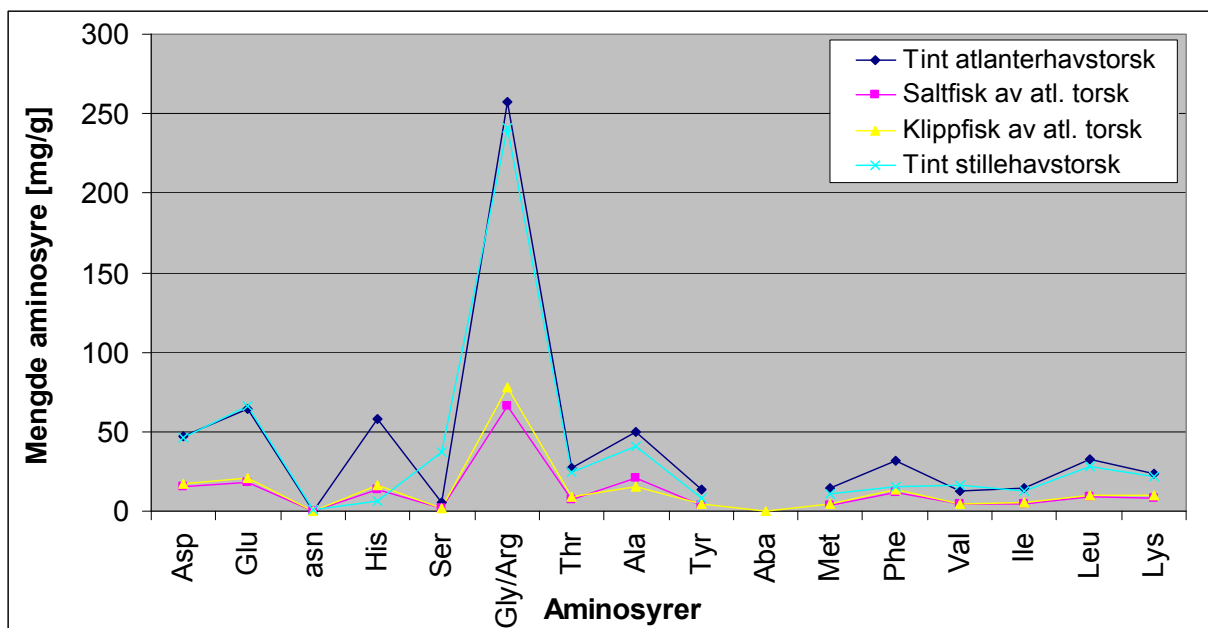
<i>Råstoff</i>	<i>Tørrstoff [%], n=3</i>	<i>Aske [%]*, n=2</i>	<i>NaCl [%]**, n=1</i>	<i>Totalt fett [%]*, n=2</i>
Atlanterhavstorsk	18,6 $\pm$ 0,5	6,4	0,4	6,9
Fersk torsk <sup>a)</sup>	21,3 $\pm$ 1,9	-	-	-
Stillehavstorsk	20,6 $\pm$ 0,9	4,8	0,7	4,2
Klippfisk av atl. torsk	93,6 $\pm$ 3,9	-	7,1	-
Saltfisk av atl. torsk	57,8 $\pm$ 3,8	-	9,7	-

\* andel av lufttørket prøve. \*\* andel av frysetørket prøve. <sup>a)</sup>kjøpt hos lokal fiskehandler. - Ikke analysert

#### 4.1.2 Aminosyresammensetning, totalt protein og kollageninnhold

Figur 4-1 nedenfor viser mengdefordelingen av de analyserte aminosyrene i prøvene.

Mengden glysin/arginin og total mengde aminosyrer (se sum aminosyrer i tabell 4-2) er høyere i tint fisk enn saltfisk/klippfisk. Beregning av kollageninnholdet i prøvene ble gjort ved å gange det analyserte innholdet av hydroksyprolin med faktoren 14,08 (Almaas 1982).



**Figur 4-1** Mengdefordeling av aminosyrer som andel av frysetørket svarthinne hos torsk etter hydrolysering.

**Tabell 4-2** Sum aminosyrer, analysert mengde hydroksyprolin og beregnet kollageninnhold (gjennomsnitt ± standardavvik) som andel av tørr vekt.

Råstoff	Sum aminosyrer [mg/g]*, n=3	Totalt protein [mg/g]*, n=3	Hydroksyprolin [%]*, n=3	Kollageninnhold [%]**
Atlantehavstorsk	653 ± 165	906 ± 101	4,6 ± 2,2	64,8 ± 31,6
Fersk torsk <sup>a)</sup>	-	1116 ± 233	-	-
Stillehavstorsk	575 ± 259	949 ± 52	2,9 ± 0,6	41,3 ± 8,1
Klippfisk av atl. torsk	211 ± 67	268 ± 136	2,9 ± 0,7	40,9 ± 9,5
Saltfisk av atl. torsk	190 ± 68	385 ± 127	0,5 ± 0,2	7,2 ± 3,0

\* andel av frysetørket prøve. \* Faktor 14,08 <sup>a)</sup>kjøpt hos lokal fiskehandler. - Ikke analysert

Tabell 4-3 viser de viktigste verdiene korrigert for svarthinnenes innhold av tørrstoff. For tørrstoffinnholdet i fersk og tint svarthinne brukes totalt gjennomsnitt for alle enkeltmålinger vist i tabell 4-1, og for klippfisk og saltfisk brukes de samme verdiene for disse prøvene vist i tabellen.

**Tabell 4-3** Svarthinnas innhold av ulike stoffer beregnet som prosent av våt vekt (gjennomsnitt ± standardavvik).

Råstoff	Aske [%]	NaCl [%]	Tot. fett [%]	Sum aminosyrer [%]	Tot. protein [%]	Kollagen [%]
Atlantehavstorsk*	1,3	0,1	1,4	13,2 ± 4,4	18,3 ± 3,5	12,1 ± 6,2
Fersk torsk*					22,5 ± 6,5	
Stillehavstorsk*	1,0	0,1	0,8	11,6 ± 6,2	19,2 ± 2,6	9,0 ± 3,2
Klippfisk av atl. torsk **		6,6		19,7 ± 7,1	25,1 ± 13,8	38,3 ± 10,5
Saltfisk av atl. torsk ***		5,6		11,0 ± 4,7	22,3 ± 8,8	4,2 ± 2,0

\* Tørrstoff 20,2 ± 1,6. \*\* Tørrstoff 93,6 ± 3,9. \*\*\* Tørrstoff 57,8 ± 3,8.

## 4.2 Mulige teknologier for fjerning av svarthinne

### Observasjoner

- Å trekke av svarthinna av på klippfisk var vanskelig når den var tørr, men lettere å fjerne på saltfisk og klippfisk i områder som var betydelig fuktigere. I forhold til tint råstoff var det betydelig vanskeligere å fjerne svarthinna på salt-/klippfisk.
- Svarthinna satt løsere etter at saltfisken eller klippfisken hadde ligget et par minutter i vannbad.
- Det ble ikke observert forskjeller mellom fersk og tint råstoff med hensyn til hvor lett svarthinna lot seg fjerne.

### 4.2.1 Produktkrav

Produktkravene nedenfor beskriver overordnede krav for ny teknologi for automatisk fjerning av svarthinne.

**Kapasitet:** Kapasiteten til systemet skal være større eller lik takten på anlegget.

**Automatisering:** Alle operasjoner skal utføres uten menneskelig inntreden ved normal drift.

**Kvalitet:**

- Svarthinna skal være borte etter behandling av systemet ( $\geq 95\%$ ).
- Underhuden mot fiskekjøttet skal være intakt etter behandling av systemet.
- Kjøttet skal ikke endre tekstur, farge eller smak etter behandling av systemet.
- Ved fjerning av svarthinna skal ikke annet fiskekjøtt fjernes.

**Størrelsesvariasjoner:** Flekket fisk med vekt mellom 2 og 10 kg (sløyd vekt, hodekappet fisk).

**Operasjon:** Grensesnittet skal være brukervennlig og terskelen for bruk av systemet skal være lav.

### 4.2.2 Trykkluft

Det ble gjort tester med bruk av trykkluft for å fjerne svarthinne. Til dette forsøket ble det brukt ~8 bar lufttrykk gjennom et pistolgrep tilkoblet en gummislange. Forsøket viste at trykkluft kan være egnet til å fjerne svarthinna ved å separere den fra hvithinna. Metoden kan føre til at det blir uønskede skader på hvithinna og muskelvev, spesielt hvis vevet har bløt konsistens. Der svarthinna sitter løst er metoden egnet, men der hinna er godt festet i bukhinna/muskelvevet er den uegnet fordi svarthinna da forblir upåvirket av trykkluften som blir påført.



**Bilde 4-1** Svarthinna separerer seg fra hvithinna. Hånden assisterer slik at trykkluftpistolen kommer under hinna.



**Bilde 4-2** Blåsing med trykkluftpistol

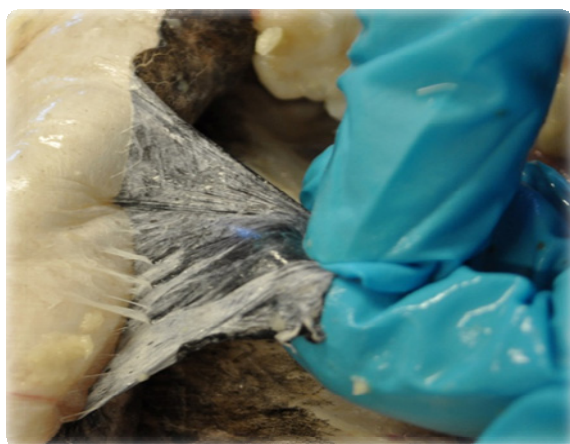


**Bilde 4-3**



### 4.2.3 Trekking med klypeelement

En av de åpenbare mulige løsningene for å fjerne svarthinne er å trekke hinna av fisken, enten hel eller i deler gjennom flere trekk. Denne metoden viste seg å fungere bedre på tykk og sterk svarthinne enn på fisk som hadde tynn og svak svarthinne. Jo mindre fisk, jo tynnere og svakere svarthinne. Når svarthinna trekkes av blir gjerne den mellomliggende hvithinna også trekt av, og kun den tykke bukhinna mot muskelen gjenstår. Det trenger ikke å være negativt at hvithinna også blir fjernet. Materialet har stor variasjon i styrke, samt at den kan være godt festet i fisken. Det fører til at det vil være svært vanskelig å utvikle en automatisk deteksjons- og gripeenhet som vil fungere for denne metoden. Derfor vurderes trekking som lite aktuelt å bruke i industriell sammenheng.



**Bilde 4-4** Draging for hånd



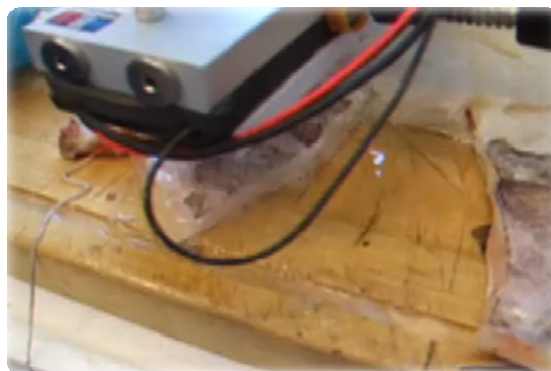
**Bilde 4-5** Mekanisk draging

### 4.2.4 Fjerning med fryseelement

Ved å bruke et fryseelement basert på peltiereffekten ble en iskald metallflate plassert i kontakt med svarthinna. Peltiereffekten er en termoelektrisk effekt som kan gi en temperaturforskjell på opptil 40 °C med et enkelt element (Sandstad 2010). Målet med forsøket var å se om svarthinna ble fjernet ved separasjon fra resten av fisken da metallflaten ble hevet. Fryserulle kan også være et mulig verktøy for fjerning av svarthinne.



**Bilde 4-6 a)** Fjerning med fryseelement – før frysing og fjerning



**Bilde 4-7 b)** Fjerning med fryseelement – fryseelement på vei mot svarthinne



**Bilde 4-8** c) Fjerning med fryseelement – under frysing

**Bilde 4-9** d) Fjerning med fryseelement – etter fjerning

Bildeserien ovenfor viser at det er mulig å fjerne svarthinne ved å bruke et fryseelement. Fryseflaten bruker kort tid på å feste seg til svarthinna etter kontakt, og når den sitter fast kan man rykke til i høy hastighet for å få med seg hinna, som da separeres fra fisken. Metoden er ikke avhengig av kjøttkvaliteten og fjerner den ytterste svarthinna, og muligens den mellomliggende tynne hinna.

#### 4.2.5 Vakuum

Bruk av vakuum for fjerning av svarthinne er vurdert og funnet ikke å være egnet til formålet. Det er en stor risiko for også å fjerne fiskekjøtt i den samme operasjonen, spesielt ved bløt fisk. Metoden ble ikke testet i prosjektet.

#### 4.2.6 Børsting

Det ble gjort forsøk på børsting som mulig metode for fjerning av svarthinne.

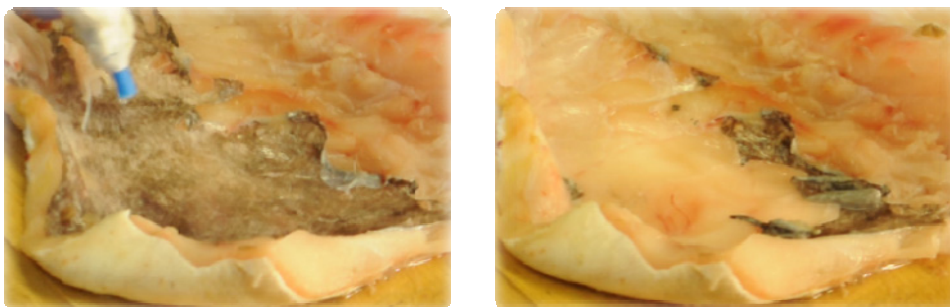


**Bilde 4-10** Roterende sirkulær børste

I prosjektet ble det forsøkt å fjerne svarthinna med roterende sirkulære børster. Børstene var av nylon målte Ø100 x 11 x 12 mm. Det ble testet med rotasjon i flere forskjellige hastigheter, fra sakte til hurtig.

#### 4.2.7 Vanndamp

Vanndamp for denaturering/fjerning/løsning av svarthinne er en mulig forbehandlingsmetode som kan gjøre det enklere å fjerne svarthinna i kombinasjon med andre metoder. Svarthinna trakk seg noe sammen da den ble påført damp. Dette førte igjen til at fiskekjøttet i utkanten av filete trakk seg sammen i retning ryggbeinet. Den endret også farge fra mørk til lys. Etter behandlingen var imidlertid ikke svarthinna vesentlig enklere å fjerne. Det vurderes også til at det er en stor risiko for denaturering av muskelens overflate og derved en endring av produktkvaliteten.



**Bilde 4-11** Damping og etterfølgende fjerning av svarthinne



**Bilde 4-12** Damping og etterfølgende fjerning av svarthinne

#### 4.2.8 Kjemisk og biokjemisk fjerning av svarthinne

Det er et ønske å undersøke muligheten for å fjerne eller endre farge på svarthinna ved å bruke hydrogenperoksid ( $H_2O_2$ ) og natrium hypokloritt ( $NaOCl$ ). Bruk av enzymer ble vurdert, men ikke testet.

##### 4.2.8.1 Hydrogenperoksid

Målebeger med hydrogenperoksid ( $H_2O_2$ ) og vann i konsentrasjonene 30 %, 15 % og 3 % ble tilsatt stykker av svarthinne, se eksempel i bilde 4-13.



**Bilde 4-13** Svarthinne i målebeger med  $H_2O_2$

Etter 15 minutter for den høyeste konsentrasjonen (30 %) ble resultatet at den svarte fargen gikk over til brun farge, slik som vist i bilde 4-14.



**Bilde 4-14** Svarthinne i målebeger etter 15 min. i 30 %  $H_2O_2$

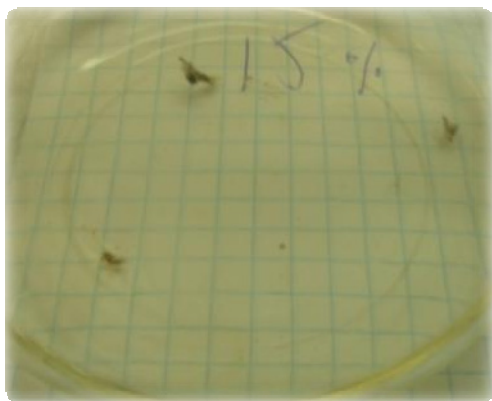
#### 4.2.8.2 Natrium hypokloritt

På samme måte som for hydrogenperoksid ble målebeger med stykker av svarthinne tilsatt natrium hypokloritt ( $NaOCl$ ) i ulike konsentrasjoner (15 %, 1,5 %, 0,5 % og 0,1 %), se bilde 4-15.

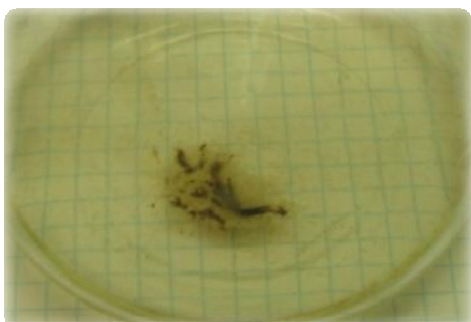


**Bilde 4-15** Svarthinne i målebeger med  $NaOCl$

Etter 3 minutter for den høyeste konsentrasjonen (15 %) ble resultatet slik som vist i bilde 4-16, det vil si at svarthinna løste seg opp umiddelbart. Resultatet ble noe forskjellig fra hydrogenperoksid, hvor svarthinna skiftet farge fra svart til brun etter en tid mens den løste seg opp i klorløsning. Jo svakere løsning, jo lenger tid tok det før hinna løste seg opp. Etter 30 minutter i 0,1 % NaOCl – løsning ble resultatet som vist i bilde 4-17.



**Bilde 4-16** Svarthinne i målebeger etter 3 min. i 15 % NaOCl



**Bilde 4-17** Svarthinne i målebeger etter 30 min. i 0,1 % NaOCl

#### 4.2.8.3 Enzymatisk fjerning av svarthinne

Bruk av enzymer har vært og er fortsatt i bruk i ulike prosesser for sjømat. Modning av sild, fjerning av fiske- og blekksprutskinn er eksempler på dette. Imidlertid så kreves det ulike behandlingsmetoder slik som pH- og temperaturjustering for å gjøre enzymene effektive (Shahidi and Kamil 2001) og i tillegg må enzymene virke en tid for å ha effekt. Enzymer for denaturering av svarthinne for fjerning eller som forbehandling for lettere å fjerne den etterpå, kan være en mulig løsning. Å utvikle spesielle enzymer som kan gjøre ”jobben” under gjeldende produksjonsbetingelser, i henhold til kapasitetskrav og uten å endre på produktkvaliteten kan tenkes å være mulig, men det vil kreve en vesentlig forskningsinnsats.

### 4.3 Studentoppgaver

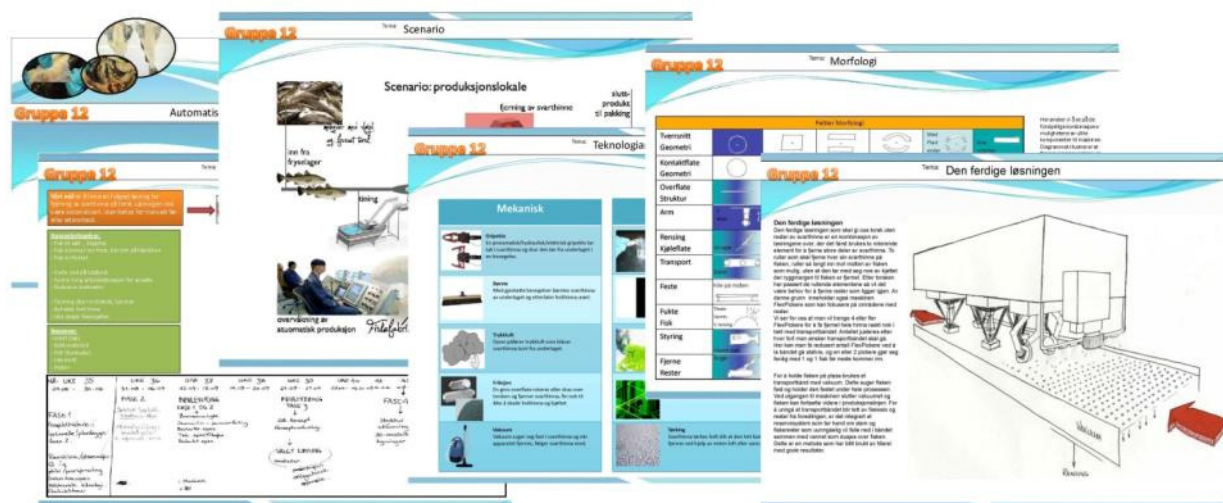
En gruppe studenter fra NTNU i faget Maskinkonstruksjon og mekatronikk hadde fjerning av svarthinne som case høstsemesteret 2009. Faget/caset tilsvarte ¼ av studiebelastningen det aktuelle semesteret. Gruppen fulgte produktutviklingsmetodikk og utviklet flere ulike konsepter, samt testet og evaluerte disse.



Bilde 4-18 SINTEF i dialog om svarthinne med de seks studentene

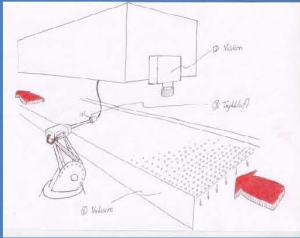
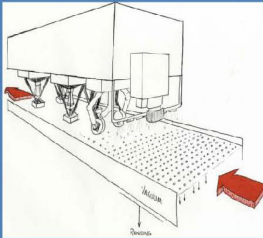
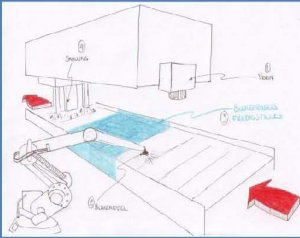
### 4.3.1 Studentoppgaven

Studentgruppen gjorde alle forsøk på prosesslaboratoriet til SINTEF Fiskeri og havbruk. De gjorde forsøk på de tre valgte konsepter; blåsekonspekt, fryseflatekonsept og blekekonspekt



Figur 4-2 Studentrapport, se vedlegg 5.

Figur 4-3 viser evalueringen av konseptene studentgruppen jobbet med etter forsøkene var gjort. Konklusjonen deres var at bruk av fryseelement for å fjerne svarthinne hadde et stort potensial.

<p><b>Blåsekonsept</b> ❌</p>  <p>En maskin med én eller flere armer med luftdyser som vil blåse svarthinnen av. Armene vil stå på hver side av det eksisterende båndet og vil være enkelt å integrere. Vision system vil styre luftdysene og variabelt trykk vil være mulig.</p>	<p><b>Fryseflatekonsept</b> ✅</p>  <p>Et konsept hvor en har flere FlexPickere med egnede organ bestående av et peltier element blir brukt for å fjerne svarthinna. Armene vil være styrt av et visionsystem for å kunne plukke selv de minste flekker. Båndet vil gå kontinuerlig og fjerningen vil gå i flere trinn.</p>	<p><b>Blekekonsept</b> ❌</p>  <p>Et konsept med bleking vil fjerne mekanisk kontakt med fisken og sikre at fisken ikke blir skadet. En ser her på en mulighet for å beholde hinnen, men skjule den. En robot påfører blekemiddelet ved hjelp av visionstyring (lignende automatisk billakkering). Grundig skylling vil foregå på slutten av prosessen.</p>
<p><b>Evaluering fra PKS:</b></p> <p>Krav 1: Oppfylt!</p> <p>Krav 2: Fare for rifter i kjøtt/hinne ved høyt trykk.</p> <p>Krav 3: Ingen metode for fjerning av vanskelige områder.</p> <p>Krav 4: Vil ikke bli fjernet, men kanskje skadet.</p> <p>Krav 5: Oppnåelig med flere armer.</p> <p>Krav 6: Vil ikke være behov for å feste fisken til båndet.</p> <p>Krav 7: Ikke behov for å løsne, rester vil bli blåst bort under prosessen.</p>	<p><b>Evaluering fra PKS:</b></p> <p>Krav 1: Det er viktig at det er kort kontakttid for å hindre frysing av kjøttet. Ellers oppfylt.</p> <p>Krav 2: Viktig at elementet ikke kommer i kontakt med fiskekjøttet. Enkel å styre.</p> <p>Krav 3: Oppnåelig med repetering av operasjon ved flere armer.</p> <p>Krav 4: Visionsystem sørger for at hvithinnen ikke blir unødig belastet.</p> <p>Krav 5: Flere armer vil sikre dette, mulig å bevege armene for å følge bånd. Justere hastighet på armene.</p> <p>Krav 6: Maskinen vil holde fisken fast og fortsetter eksisterende bånd.</p> <p>Krav 7: Vakuumbånd vil slippe automatisk.</p>	<p><b>Evaluering fra PKS:</b></p> <p>Krav 1: Stor fare for forurensing av kjøttet.</p> <p>Krav 2: Kjøtt kan missfarges, ingen mekanisk kontakt vil ikke gi rifter. Vanskelig å kontrollere utbredelse av middel.</p> <p>Krav 3: Lett å kontrollere med justering av tid eksponert for middel.</p> <p>Krav 4: Oppfylt.</p> <p>Krav 5: Oppnåelig ved behandling av flere samtidig.</p> <p>Krav 6: Oppfylt.</p> <p>Krav 7: Viktig å skylle fisken, vil være del av maskinen.</p>
<p><b>Konklusjon:</b></p> <p>Testing av blåsing viste at dette ikke fungerer optimalt hver gang da det er et problem å få tak på deler av svarthinnen samtidig som lufttrykket er ødeleggende for kjøttet. Dette sammen med dårlig oppfyllelse av PKS-kravene gjør at vi forkaster dette konseptet.</p>	<p><b>Konklusjon:</b></p> <p>Vi var svært fornøyd med testingen av denne teknologien da den viste seg å være pålitelig og hurtig, uten at hvithinna og kjøttet under denne tok skade av behandlingen. Presis styring av fryseflaten vil være viktig for å unngå skade av annet kjøtt. Dessuten oppfylder konseptet PKS - kravene tilfredsstillende. Vi har derfor valgt å gå videre med dette konseptet.</p>	<p><b>Konklusjon:</b></p> <p>Testingen av denne teknologien var svært tilfredsstillende med tanke på svarthinna, men gjorde stor skade på resten av fisken. Denne teknologien ville kreve mye mer testing og beveger seg dessuten utenfor vårt fagområde. Konseptet oppfyller heller ikke PKS-kravene tilfredsstillende. Vi har derfor valgt å forkaste dette konseptet.</p>

**Figur 4-3** De tre konseptene studentgruppen jobbet med

## 5 Diskusjon

### 5.1 Tørrstoff, aske, saltinnhold og totalt fett

Sammenliknet med tørrstoffinnhold i torskemuskel, synes resultatet for svarthinne fra tint torsk på om lag 20 % å være i riktig område (Joensen, Carlehøg et al. 2005). At det var variasjoner i analyseresultatene kan skyldes individuelle variasjoner fra tineprosessen i tillegg til at det kan komme med ulik grad av fritt vann i prøvene ved uttak. Tørrstoffet i svarthinne hos klippfisk ( $93,6 \pm 3,9$  %) og saltfisk ( $57,8 \pm 3,8$  %) var som forventet og resultatet vil sannsynligvis variere mellom fisk og partier av fisk i og med at svarthinna ligger helt ytterst og vil bli utsatt for umiddelbare endringer under lagring og transport påvirket av den til enhver tid omkringliggende luftfuktighet og -hastighet.

Gjennomsnittlig askeinnhold for tint atlantehavstorsk var 1,3 % og for tint stillehavstorsk 1,0 %. Prøveutvalget var for lite til å si noe om det er en signifikant forskjell mellom de to torskartene, men resultatet synes å være i riktig område (Joensen, Carlehøg et al. 2005).

Mengden salt (NaCl) ble analysert til 0,1 % av våt vekt i både atlantehavstorsk og stillehavstorsk. Metoden som ble brukt gjør at det er knyttet usikkerhet til nøyaktigheten i disse lave verdiene. Saltinnholdet i svarthinne hos klippfisk var 6,6 % og saltfisk 5,6 %. Disse verdiene er en god del lavere enn det som er vanlig for saltet fisk (Gildberg, Akse et al. 2009). En forklaring kan være at svarthinna ikke har evne til å ta opp mer salt enn det som er analysert.

Mengden totalt fett ble analysert til 1,4 % (atlantehavstorsk) og 0,8 % (stillehavstorsk). Torskemuskel har normalt 0,3 % fett.

### 5.2 Aminosyresammensetning, totalt protein og kollagen

Innholdet av glysin og arginin i svarthinne av tint råstoff er vesentlig høyere enn de andre analyserte aminosyrene. Til sammen utgjør disse to aminosyrene 35 – 42 % av analysert total aminosyremengde i de enkelte prøvene. Dette er ganske typisk for kollagenrike proteinforbindelser hvor i for eksempel gelatin fra torskeskinn utgjør disse to aminosyrene om lag 40 % av total aminosyresammensetning (Arnesen and Gildberg 2006). Analysene viser relativt like verdier for prøvene med hensyn til total mengde aminosyrer av våt vekt (11,0 – 13,2 %), men med noe høyere verdi hos klippfisk (19,7 %).

Under salteprosessen vil torken tape en del proteiner (Gildberg, Akse et al. 2009), og det kan tyde på at det også skjer med svarthinna. Av tørr vekt ble sum aminosyrer funnet å være mellom 58 og 65 %, mens det tilsvarende for svarthinne fra salt- og klippfisk var ca. 20 %. Totalt proteininnhold i som andel av tørr vekt fra tint råstoff ble analysert til 90 – 95 %, mens for klipp- og saltfisk var proteininnholdet mellom 27 og 39 %. Imidlertid ble det benyttet faktoren 6,25 for å beregne totalt proteininnhold med utgangspunkt i mengde analysert nitrogen i prøvene. På grunn av det høye innholdet av glysin vil denne faktoren ikke være helt riktig for svarthinne, men annen faktor er ikke funnet og verdien 6,25 er derfor benyttet. For fersk torsk ble det målt for høye proteinverdier,



men det kan bero på unøyaktigheter i analysene da det var relativt stort standardavvik i disse resultatene.

Kollageninnholdet i svarthinne, av tørr vekt, ble beregnet til mellom 40 og 65 % for tint råstoff, mens for saltfisk ble resultatet ca. 7 %. At resultatet for klippfisk ble 40,9 % (38,3 % av våt vekt) er ikke logisk. Dette kan tyde på feil i analysen. Innholdet burde ikke være mye høyere enn for saltfiskens svarthinne.

Generelt sett så viste de kjemiske analysene at svarthinna består av stoffer som hovedsakelig er av proteinnatur (i tørr vekt) og at mellom 45 og 70 % av disse utgjøres av kollagenstruktur. Prøveutvalget var for lite til å si noe om det er signifikante forskjeller mellom de to artene av torsk, men det var heller ingen indikasjoner på at det er forskjeller.

### **5.3 Teknologier for fjerning av svarthinne**

Deteksjon av svarthinne er nødvendig for automatisk fjerning. Det er vist at dette er mulig (Heia, Nilsen et al. 2003).

#### **5.3.1 Luftrykk**

Denne metoden vil være styringsmessig komplisert. Beregning av kraften av luftrykket som må til vil variere med hvor godt svarthinna er festet, samt teksturen i muskelvevet i fisken. Dersom luftrykket er for høyt, vil det bli skade på indre hinner og muskelvev. Metoden kan fungere kun når svarthinna sitter løst og luftrykket er kontrollert. Spesielt i ytterkantene har svarthinna en tendens til å sitte godt forankret. Disse faktorene gjør metoden uegnet til formålet.

#### **5.3.2 Trekking med klypeelement**

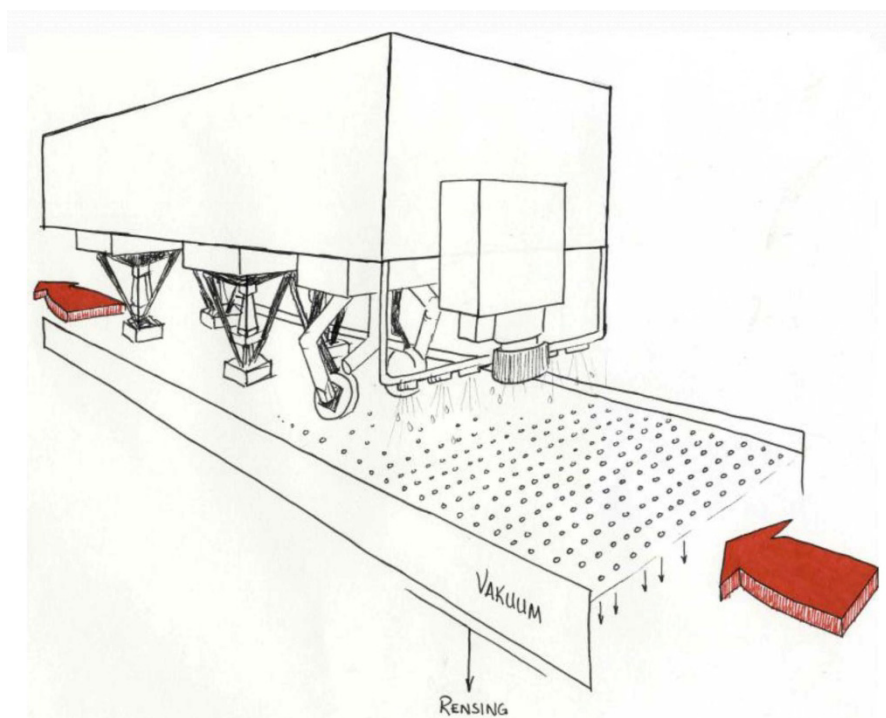
Kraft som skal til for å slite svarthinna varierer stort. Sannsynligvis er svarthinns tykkelse den viktigste faktoren som avgjør slitestyrken. Tynn hinne er veldig svak, og vil ikke tåle å bli trukket av før den ryker. I tillegg krever metoden avansert og nøyaktig mekanikk for å gripe den tynne svarthinna. Derfor utelukkes denne metoden.

#### **5.3.3 Fjerning med fryseelement**

Testene viste at dette var en lovende metode for fjerning av svarthinne. Det var mulig å kun fjerne svarthinna, mens hvithinna var intakt. Dersom fryseelementet kommer i kontakt med hvithinne eller muskelvev er det en viss fare for at det blir skader på disse. Fisken bør fikseres helt eller delvis når løftet med fryseelementet skjer. Svarthinne ble sittende fast på fryseelementet etter fjerning fra fisken. Svarthinna må fjernes fra fryseelementet før neste fjerneoperasjon gjennomføres. Hvis metoden skal automatiseres vil det være nødvendig med maskinsyn for å detektere svarthinne og rester av svarthinne (Heia, Nilsen et al. 2003). Robotisering vil være en utfordring det må jobbes med for å lage et industrielt fungerende system.

Studentoppgaven konkluderte med at bruk av fryseelement er et egnet verktøy for fjerning av svarthinne. De utviklet konseptet som er vist i figur 5-1. Det består av et deteksjonssystem for å

finne ut hvor det er svarthinne, samt flere fryseenheter for fjerning av hinna. Konseptet viser en vakuumtransportør som den flekkede fisken blir fiksert til under svarthinnefjerning.



**Figur 5-1** Konsept for automatisert fjerning av svarthinne med kamerasystem og fryseelementer

#### 5.3.4 Børsting

Det var vanskelig å oppnå gode resultater med denne metoden. Svarthinna ble delvis fjernet. Den roterende børsten som ble brukt førte til at materie fra fisken ble slynget bort og etterlot seg rester på og rundt fisken. Metoden er lite skånsom ettersom den kan gjøre skade på, samt fjerne muskelvev fra fisken.

#### 5.3.5 Vanndamp

Det var ingen tydelige tegn på at svarthinna ble enklere å fjerne etter at vanndamp ble påført. I tillegg er det en risiko for uønsket denaturering av muskelvev. Derfor er metoden ikke egnet, verken som forbehandling eller fjerning av svarthinne.

#### 5.3.6 Kjemisk og biokjemisk fjerning

Testene viste at både hydrogenperoksid ( $H_2O_2$ ) og natrium hypokloritt ( $NaOCl$ ) hadde effekt på svarthinna og de svarte pigmentene. Ved behandling med  $H_2O_2$  ble svarthinna bleket med de høyeste konsentrasjoner, men fargen forsvant ikke. Ved å justere på andre parameter som pH, temperatur o.a. vil muligens effekten øke, men det vil komme i konflikt med kvaliteten på råstoffet.  $NaOCl$  hadde stor effekt på svarthinna i de høye konsentrasjonene ved at hele hinna løste seg fullstendig opp. Klorløsningen vil sannsynligvis også angripe fiskemuskelene i samme prosess. Verken hydrogenperoksid eller natriumhypokloritt er aktuelle som kjemikalier for fjerning av svarthinne både på grunn av faren for endring av produktkvalitet og ikke minst på grunn av at dette er giftige stoffer i de konsentrasjoner som har (hurtig nok) effekt.

Som kjent er det en utstrakt bruk av enzymer i sjømatprosesser. Det ligger en klar mulighet i å designe spesialtilpassede enzymer som kun angriper svarthinna og endrer dens struktur slik at den ”forsvinner” eller lar seg lett fjerne ved for eksempel lett vasking uten at fiskemuskelene endrer karakter. Men oppgaven vil kreve en betydelig forsknings- og utviklingsinnsats.

## **6 Konklusjon**

### **6.1 Enzymatisk fjerning**

Av kjemiske metoder konkluderes det med at biokjemisk metode med enzymer er det eneste som kan forventes å fungere ut fra kravet om at råstoffet ikke skal endre karakter under prosesseringen i forhold til dagens kvalitet. Svarthinna har i hovedsak proteinnatur med stort innslag av kollagen. Å finne eller designe enzymer som kan påføres råstoffet, enten i fersk, tint, saltet eller tørket tilstand som så fjerner svarthinna eller gjør det mulig å enkelt fjerne den etterpå, uten å endre på produktkvaliteten, vil kreve en betydelig forskningsinnsats. Kravet til kapasitet og lønnsomhet som næringen har vil kreve at en eventuell økning i råvarekostnader også må vurderes. Av den grunn anbefales det isteden å utvikle en mekanisk løsning slik det er beskrevet i neste avsnitt.

### **6.2 Fryseelement**

Av mekaniske metoder er det kun fryseelement som står igjen som et aktuelt konsept. Den samme konklusjonen har den uavhengige studentgruppen også kommet frem til.

Å utvikle teknologi som identifiserer posisjonene til svarthinnen på råstoffet, samt fjerner svarthinnen hurtig og effektivt uten å endre på det øvrige råstoffets kvalitet, er mulig med fryseteknologi. Teknologi for maskinsyn kan utvikles fordi teknologi for deteksjon av svarthinne er tilgjengelig og kan brukes både før prosessering og som etterkontroll. Videre er det i bruk i dag teknologi som bruker kald overflate til å feste fisk- og kyllingfileter for prosessering (Trio Food Processing Machinery AS med sin frysetrommel for skinning av fileter og slicing av kyllingfileter). Utfordringen blir å sette disse teknologiene sammen og tilpasse dem til formålet. Ved god prosjektgjennomføring og styring av utviklingsprosessene bør dette være mulig innen en akseptabel tid. Dette forutsetter aktører som ønsker å satse på ny teknologi for automatisk fjerning av svarthinne for produksjon av svarthinnefrie sluttprodukter, enten det er klippfisk, saltfisk eller andre produkter.

Det anbefales at det gjøres en kartlegging av interessen hos aktuelle teknologileverandører for et slikt utviklingsprosjekt. Dersom det blir aktuelt bør prosessen med å etablere et prosjekt med nødvendig finansiering starte.

## Referanser

Almaas, K. A. (1982). Muskelcellehylsteret hos torsk: Ultrastruktur og biokjemi. Doktoravhandling. Trondheim, NTH.

Arnesen, J. A. and A. Gildberg (2006). "Extraction of muscle proteins and gelatine from cod head." Process Biochemistry **41**(3): 697-700.

EFF (2008). Årsstatistikk 2008. Tromsø, Eksportutvalget for fisk: 174.

Fishelson, L., M. Goren, et al. (1997). "Black gut phenomenon in cardinal fishes (Apogonidae, Teleostei)." Marine Ecology Progress Series **161**: 295-298.

Flynn, K. J. (1988). "Some practical aspects of measurements of dissolved free amino acids in natural waters and within microalgae by the use of HPLC." Chemistry and Ecology **3**: 269-293.

Gildberg, A., L. Akse, et al. (2009). Proteintap fra torskemuskel under salteprosessen. Tromsø, Nofima Marin: 23.

Harki, E., T. Talou, et al. (1996). "Purification, characterisation and analysis of melanin extracted from *Tuber melanosporum* Vitt." Food Chemistry **58**(1-269): 69-73.

Heia, K., H. Nilsen, et al. (2003). Imaging Spectroscopy as a tool for detection of nematodes, blood, skin remnants and black lining in cod fillets. Tromsø, Norwegian Institute of Fisheries and Aquaculture Research: 14.

Hellevik, A. H., I. Bjørkevoll, et al. (2008). Kartlegging av muligheter for økt automatisering i norsk saltfisk- og klippfiskindustri. Ålesund, Møreforskning: 24.

Joensen, S., M. Carlehøg, et al. (2005). Sensorisk kvalitet på modnet saltfisk og klippfisk. Effekter av råstoff, saltemedtoder og lagringstid. Tromsø, Norsk institutt for fiskeri og havbruksforskning AS: 32.

Kryvi, H., Totland, G.K. (1997). Fiskeanatomi. Kristiansand, Høyskoleforlaget AS - Norwegian Academic Press.

Leach, A. A. (1960). "Notes on a modification of the Neuman&Logan method for the determination of the hydroxyproline." Biochem. J. **\*74\***: 70 - 71.

Lindroth, P. and K. Mopper (1979). "High-performance liquid-chromatographic determination of subpicomole amounts of amino-acids by precolumn fluorescence derivatization with ortho-phthaldialdehyde." Analytical Chemistry **54**(11): 1667-1674.

Osnes, K. K. and V. Mohr (1985). "Peptide-Hydrolases of Antarctic Krill, *Euphausia-Superba*." Comparative Biochemistry and Physiology B-Biochemistry & Molecular Biology **82**(4): 599-606.

Sandstad, J. (2010). "Peltiereffekt." Retrieved 19.01.2010, from <http://www.snl.no/peltiereffekt>.

Shahidi, F. and Y. V. A. J. Kamil (2001). "Enzymes from fish and aquatic invertebrates and their application in the food industry." Trends In Food Science & Technology **12**(12): 435-464.

**Vedlegg**


Vedlegg 1: Volhard metode for bestemmelse av NaCl i muskel

Vedlegg 2: Bestemmelse av total fettinnhold etter Bligh and Dyer - mikrometode

Vedlegg 3: Karbon og nitrogen analyse

Vedlegg 4: Analyseresultater

Vedlegg 5: Studentrapport

 <b>SINTEF</b>  <b>Volhard metode</b> for bestemmelse av NaCl i muskel	Instruksnummer: SFH 12-03-01_014	Utgave no.: 1
	Gyldig fra: 15.04.2005	Utarbeidet av: Johanna Halvorsen
	Kontrollert av:	Godkjent av: Forskningssjef

**FORMÅL/OMFANG:**

Måle innhold av salt (NaCl) i muskel.

Metode av Volhard (AOAC 937,09, 1990)

**GJENNOMFØRING:**

Akt.	Handling
1.	Kjemikalier: 0.1 M AgNO <sub>3</sub> 0,1 M NH <sub>4</sub> SCN ( ammonium thiocyanid) Indikator: Metta løsning av FeNH <sub>4</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> *12H <sub>2</sub> O i 1M HNO <sub>3</sub>
2.	<b>Utførelse:</b> Ca 5g oppmalt prøve veies nøyaktig over i en erlenmeyerkolbe og 200 ml dest. vann tilsettes. Kolben plasseres på røring i 45 min. prøver filtreres gjennom et filter (kaffefilter) og supernatanten brukes for titrering. 20 ml av løsningen pipetteres over i en 100 ml erlenmeyerkolbe og kloridet felles ved å tilsette 5-10 ml 0.1 M AgNO <sub>3</sub> (mengde sølvnitrat noteres nøyaktig). 5 ml indikatorløsning tilsettes før overskudd av sølvnitrat titreres ved tilsetning av 0.1 M ammonium thiocyanid. Det blir en svak rød-brunaktig farge ved omslagspunktet.

**Resultatberegning:**

$$\% \text{ NaCl} = ((\text{ml AgNO}_3 - \text{ml NH}_4\text{SCN}) * \text{M} * 58.45 * 200 * 100) / (\text{g prøve} * 20 * 1000)$$

**REGISTRERINGER**


Resultater legges i de enkelte prosjektmappene

**VEDLEGG**

Metoden finnes i perm merket Metoder på ingeniørenes kontor.

**ENDRINGSOVERSIKT**



 <b>SINTEF</b>  <b>BLIGH AND DYER - MIKROMETODE</b>	Instruksnummer: SFH 12-03-01_002	Utgave no.: 1
	Gyldig fra: 15.04.2005	Utarbeidet av: Johanna Halvorsen
	Kontrollert av: Jose Rainuzzo	Godkjent av: Forskningssjef

**FORMÅL/OMFANG:**

Ekstrahering av lipid.

Beregning av totalt lipidinnhold

**GJENNOMFØRING:**

	Aktivitet
1.	<p><b>Bligh and Dyer. (Mikrometode.)</b></p> <p>Ved frysetørka prøvemateriale, eller en har små mengder må en benytte "mikrometoden".</p> <p>vei inn 10 - 50 mg tørr prøve (nøyaktig vekt)</p> <p>Tilsett</p> <p>0,8 ml H<sub>2</sub>O</p> <p>2 ml Metanol</p> <p>1.0 ml kloroform</p> <p>Homogeniser 1 min</p> <p>Tilsett 1,0 ml kloroform</p> <p>Homogeniser 20 sek</p> <p>Tilsett 1 ml H<sub>2</sub>O</p> <p>Homogeniser 20 sek.</p> <p>Sentrifuger ca 10 min ved hastighet tilsvarende 80 % på bordsentrifuga.</p> <p>Ta ut kloroformfasen med en pasteurpipette.</p> <p>Ta nøyaktig 0,5 ml av kloroformfasen over i et lite glassrør som på forhånd er gløda og veid.</p> <p>Damp av kloroformen ved hjelp av varmeblokk ( 60°C) og N<sub>2</sub>-gass.</p> <p>Avkjøl i eksikator og vei.</p>

**KOMMENTAR:**

I originalutgaven står det at det i 2. og 3. homogeniseringstrinn skal homogeniseres i 30 sek, men vi har alltid brukt 20 sek.

**BEREGNING AV % TOTALT LIPIDINNHOLD:**

$$a*b*100/(c*v)$$


a = mg inndampa fett, b = tilsatt ml kloroform, c = ml inndampa kloroform og v = innveid mg prøve.

**Vi antar at alle lipider ligger i kloroformfase.**

**REGISTRERINGER**

Resultater legges i de enkelte prosjektmappene

**VEDLEGG****ENDRINGSOVERSIKT**

 <b>SINTEF</b>  <b>KARBON OG NITROGEN ANALYSE</b>	Instruksnummer: SFH 12-03-01_003	Utgave no.: 1
	Gyldig fra: 15.04.2005	Utarbeidet av: Marte Schei
	Kontrollert av:	Godkjent av: Forskningssjef

**FORMÅL/OMFANG:**

Bestemmelse av totalt karbon og nitrogen ved hjelp av CN-analysator

**GJENNOMFØRING:**

	<b>Aktivitet</b>
1.	<p>Prøvematerialet pakkes i spesielle tinnkapsler. Det bør brukes så små kapsler som mulig. Det må lages pakker UTEN fliker av kapslene. Flikene gjør at kapslene kan sette seg fast i autosamleren og prøven er mistet for alltid.</p>
2.	<p><b>FISKELARVER:</b> Larvene må skylles godt i destillert vann før de legges i en kapsel. Kapselen kan lukkes litt, men ikke pakkes ferdig. Settes så i varmeskap på 60 grader i minst 2 døgn. De pakkes ferdig når de er tørket ferdig. Er larvene større enn 1 mg tørrvekt, må de deles og fordeles på flere kapsler.</p> <p><b>TØRT MATERIALE:</b> Prøven må være finknust og homogen. Vei inn prøven i en kapsel. Det kan veies inn opp til 1000ug prøve i hver. Det er best om det veies inn 100-700ug i hver. Disse pakkes ferdig med en gang.</p> <p>Det er mulig å pipettere ut prøver i kapslene også. Da må dette tørkes på 60 grader og pakkes når prøven er tørr (som fiskelarver). Prøvene blir så analysert i en CN-analysator.</p> <p><b>STANDARER:</b> Vei inn en kjent mengde standard (acetanilid fra Merck, pa-kvalitet). Mengde avhenger av hvor store prøvene er. Standardene gjøres klar på samme måte som tørre prøver.</p>
3.	<p><b>Oppstart av skriver, integrator og analysator:</b> Slå på integrator (knapp på baksiden) Slå på integrator (kvit knapp på høyre side)</p>

Sjekke på framsida av CN-analysatoren følgende:

Pover: ON (lyse) Skal ALLTID stå på

st.by: AV

L: ON (lyser)

R:AV

TEMP:

L: 1016

R: 687

Red: 633

Oven: 102

Åpne opp gassflaskene:

Luft åpnes til 4 bar på flaska – da skal det vise 350 på manometret merket med AIR på venstre side av apparatet.

Helium åpnes til 2 bar på flaska – manometret merket med L på venstre side skal da vise 65.

Oksygen åpnes til 1 bar på flaska – Manometer på siden merket R, skal vise 65.

Åpne ventilen på autosampleren ved å dra den mot høyre.

ZERO COARESE på høyre side på apparatet slås på ON.

SAMPLE: ON skal stå på bestandig

L: ON

R: OFF

Gjør så klar integratoren (trykk deg nedover):

Time enter og sett inn tida (07 15 00) enter

Date enter og sett inn dato enter

escape

Method 1

Edit scroll til du kommer til run time

edit 4,50 enter

scroll til atten 2

edit scroll til value 4

2 enter

eskape

plot.

Slik skal det gå til baselinja er stabil, da skal display på integrator vise 99. Juster dette med ZERO-knappen i front på analysatoren.

Trykk stopp på integrator.

Integrator og skriver starter automatisk når en starter analysatoren.

	<p><b>PRØVEKJØRING:</b></p> <p>Legg i prøver i autosampleren og noter hvilke prøver som blir lagt hvor. Start med et tomt hull. Får en topper på tomt hull er det noe som ikke stemmer.</p> <p>Etter tomt hull kjøres to standarder.</p> <p>Standardene skal ligge 4-5 % nitrogen og resten av arealet skal være karbon. Skal bare ha to topper. Den første er nitrogen.</p> <p>Veldig små standarder kan ligge litt under 4 %. Men det skal ikke være over 5 % nitrogen.</p> <p>Når dette er i orden, er det bare å legge i prøver og trykk start på fronten av instrumentet.</p> <p>Når en er ferdig for dagen trykkes stopp på fronten av instrumentet, Zero Coarse slås på OFF. Ingen av de andre knappene på høyre side skal røres.</p> <p>Ventilen på autosampleren stenges (skyves til venstre).</p> <p>Steng gassflaskene.</p> <p>Steng oksygenflaska først (det er viktig).</p> <p>Integrator og skriver slås av.</p>
4.	<p>Det blir sammen med prøvene kjørt en god del standarder, en for hver 12 prøve. Er det veldig små prøver, blir det kjørt flere standarder.</p> <p>Standardene blir tilpasset slik at de inneholder ca like mye karbon som prøvene. Det skal lages standardkurve som brukes til utregning.</p>

### REGISTRERINGER

Det blir laget standardkurve og resultatene regnes ut ved hjelp av regresjon ( $y=ax+b$ )

Det er viktig at det er så nært 1 som mulig.

Det lages en kurve for karbon og en kurve for nitrogen.

Det er acetanilid fra Merck som brukes som standard.

For å regne ut antall ug karbon og nitrogen går en ut fra % som står på standardboksen. Det er 71,1 % karbon og 10,4 % nitrogen.

### VEDLEGG

### ENDRINGSOVERSIKT

## Analyseresultater

### Tørrstoff

Produkt	Vekt glass	Vekt m/prøve	Vekt etter tørking	Gram prøve	% tørrstoff
Fersk torsk 1	8,4306	8,8243	8,5233	0,3937	23,5 %
Fersk torsk 2	7,4597	7,7466	7,5187	0,2869	20,6 %
Fersk torsk 3	7,3225	7,7364	7,4048	0,4139	19,9 %
			<b>Gj.sn.</b>		<b>21,3 %</b>
			<b>St.av.</b>		<b>1,9 %</b>
Klippfisk 1	7,2146	7,5435	7,5317	0,3289	96,4 %
Klippfisk 2	7,2918	7,3935	7,3886	0,1017	95,2 %
Klippfisk 3	7,3823	7,6591	7,6291	0,2768	89,2 %
			<b>Gj.sn.</b>		<b>93,6 %</b>
			<b>St.av.</b>		<b>3,9 %</b>
Saltfisk 1	7,6881	7,9142	7,8283	0,2261	62,0 %
Saltfisk 2	7,2888	7,4776	7,3960	0,1888	56,8 %
Saltfisk 3	7,4427	7,8508	7,6656	0,4081	54,6 %
			<b>Gj.sn.</b>		<b>57,8 %</b>
			<b>St.av.</b>		<b>3,8 %</b>
Atlantehavstorsk 1	7,2326	7,3641	7,2578	0,1315	19,2 %
Atlantehavstorsk 2	7,5676	7,9286	7,6329	0,361	18,1 %
Atlantehavstorsk 3	7,4894	7,8508	7,5569	0,3614	18,7 %
			<b>Gj.sn.</b>		<b>18,6 %</b>
			<b>St.av.</b>		<b>0,5 %</b>
Stillehavstorsk 1	8,0148	8,4150	8,0972	0,4002	20,6 %
Stillehavstorsk 2	8,9582	9,2297	9,0119	0,2715	19,8 %
Stillehavstorsk 3	7,7561	8,1302	7,8365	0,3741	21,5 %
			<b>Gj.sn.</b>		<b>20,6 %</b>
			<b>St.av.</b>		<b>0,9 %</b>

<b>FETTINHOLD</b>						
Prøve	Merket	Innv mg	Vekt rør	Vekt rør med fett	% fett	Snitt fett
Atlantehavstorsk	1	14,3	1432,3389	1432,5828	6,82	6,94
Atlantehavstorsk	2	24,6	1559,0406	1559,4751	7,07	
Stillehavstorsk	3	41,4	1286,5976	1287,0301	4,18	4,18
Stillehavstorsk	4	32,1	1369,4003	1369,7358	4,18	
<b>ASKE</b>						
Prøve	Merket	vekt digel	digel m/prøve	etter forask.	% aske	Snitt aske
Atlantehavstorsk	C10	19,3202	19,3350	19,3211	6,08	6,44
Atlantehavstorsk	C13	19,4160	19,4410	19,4177	6,80	
Stillehavstorsk	C24	18,3013	18,3434	18,3034	4,99	4,75
Stillehavstorsk	C25	18,7608	18,8449	18,7646	4,52	

% kollagen, total protein og sum aminosyerer

sample	Innveid til CN mg	hydroxyprolin µg/mL	% hydroxyprolin of freeze-dried sample	% collagen of freeze-dried sample	protein (µg/mg)	hydrolysis (mg/g)
Atlanterhavstorsk 1	0,290	212,9	2,42	34,0	759,2	511,9
Atlanterhavstorsk 2	0,340	314,6	3,23	45,5	964,3	834,5
Atlanterhavstorsk 3	0,460	194,8	2,17	30,5	806,6	613,9
<b>Gj. Sn.</b>		<b>240,8</b>	<b>2,61</b>	<b>36,7</b>	<b>843,3</b>	<b>653,4</b>
<b>Std. Avvik</b>		<b>64,54</b>	<b>0,55</b>	<b>7,85</b>	<b>107,4</b>	<b>164,9</b>
Klippfisk 1	0,300	227,8	2,22	31,3	247,2	262,0
Klippfisk 2	0,470	298,6	2,91	41,0	412,5	135,6
Klippfisk 3	0,370	303,4	3,57	50,3	143,2	235,7
<b>Gj. Sn.</b>		<b>276,6</b>	<b>2,90</b>	<b>40,9</b>	<b>267,6</b>	<b>211,1</b>
<b>Std. Avvik</b>		<b>42,30</b>	<b>0,68</b>	<b>9,53</b>	<b>135,8</b>	<b>66,7</b>
Stillehavstorsk 1	0,380	250,3	2,38	33,6	951,4	724,7
Stillehavstorsk 2	0,400	290,4	2,69	37,8	941,3	275,8
Stillehavstorsk 3	0,330	250,3	2,62	36,8	1026,8	723,4
<b>Gj. Sn.</b>		<b>263,7</b>	<b>2,56</b>	<b>36,1</b>	<b>973,2</b>	<b>574,6</b>
<b>Std. Avvik</b>		<b>23,16</b>	<b>0,16</b>	<b>2,23</b>	<b>46,7</b>	<b>258,8</b>
Saltfisk 1	0,380	26,2	0,28	3,9	262,4	110,9
Saltfisk 2	0,390	69,0	0,70	9,9	515,8	229,3
Saltfisk 3	0,440	58,7	0,55	7,7	375,8	228,2
<b>Gj. Sn.</b>		<b>51,3</b>	<b>0,51</b>	<b>7,2</b>	<b>384,7</b>	<b>189,5</b>
<b>Std. Avvik</b>		<b>22,35</b>	<b>0,21</b>	<b>3,02</b>	<b>126,9</b>	<b>68,0</b>
Atlanterhavstorsk 4	0,488	600,9	7,1	100,3	923,5	1002,9
Atlanterhavstorsk 5	0,399	554,2	6,7	94,7	964,6	1116,7
Atlanterhavstorsk 6	0,397	498,9	5,9	83,7	1017,7	1086,4
<b>Gj. Sn.</b>		<b>551,3</b>	<b>6,60</b>	<b>92,9</b>	<b>968,6</b>	<b>1068,7</b>
<b>Std. Avvik</b>		<b>51,04</b>	<b>0,60</b>	<b>8,46</b>	<b>47,2</b>	<b>58,9</b>
Stillehavstorsk 4	0,412	251,8	2,7	38,0	922,0	1010,9
Stillehavstorsk 5	0,461	410,8	4,0	55,8	873,1	1044,8
Stillehavstorsk 6	0,348	331,3	3,2	45,6	978,0	1121,4
<b>Gj. Sn.</b>		<b>331,3</b>	<b>3,30</b>	<b>46,5</b>	<b>924,4</b>	<b>1059,1</b>
<b>Std. Avvik</b>		<b>79,5</b>	<b>0,63</b>	<b>8,9</b>	<b>52,5</b>	<b>56,6</b>

**Aminosyresammensetning**

Sample	Asp	Glu	asn	His	Ser	Gly/Arg	Thr	Ala
Atlanterhavstorsk 1	37,908	51,3892		44,1788	4,0775	198,2204	20,4854	41,107
Atlanterhavstorsk 2	60,455	82,6142		75,7267	6,7632	333,3762	36,1297	60,3613
Atlanterhavstorsk 3	44,1687	59,9157		53,6582	4,8133	241,3864	25,7451	47,9104
<b>average</b>	<b>47,51057</b>	<b>64,6397</b>	<b>0</b>	<b>57,85457</b>	<b>5,218</b>	<b>257,661</b>	<b>27,4534</b>	<b>49,7929</b>
Saltfisk 1	8,890088	10,25432		7,345377		36,804982	3,378259	16,593374
Saltfisk 2	18,62209	22,30714		16,56394	1,756611	81,111683	9,47765	23,876269
Saltfisk 3	18,82989	22,51191		16,25186	1,739063	81,185115	9,363376	22,833447
<b>average</b>	<b>15,44736</b>	<b>18,35779</b>	<b>0</b>	<b>13,38706</b>	<b>1,747837</b>	<b>66,36726</b>	<b>7,406428</b>	<b>21,10103</b>
Klippfisk 1	22,9149	28,1676		21,9694	2,1749	103,7108	12,0214	4,2057
Klippfisk 2	10,6163	12,7826		8,9053	1,0106	46,0581	4,5528	17,6455
Klippfisk 3	18,7171	22,8048		17,0884	1,7134	84,6617	9,5185	25,4613
<b>average</b>	<b>17,4161</b>	<b>21,25167</b>	<b>0</b>	<b>15,9877</b>	<b>1,632967</b>	<b>78,143533</b>	<b>8,697567</b>	<b>15,770833</b>
Stillehavstorsk 1	57,02795	82,21472		7,62393	46,72516	309,34714	29,18336	50,994759
Stillehavstorsk 2	24,03685	32,30133		3,9844	17,99523	108,13607	12,78604	19,938293
Stillehavstorsk 3	57,89325	83,16914	1,029367	8,3887	45,6851	305,95038	31,71858	51,063671
<b>average</b>	<b>46,31935</b>	<b>65,89506</b>	<b>1,029367</b>	<b>6,665697</b>	<b>36,80183</b>	<b>241,14453</b>	<b>24,56266</b>	<b>40,665575</b>

Sample	Tyr	Aba	Met	Phe	Val	Ile	Leu	Lys	Total
Atlanterhavstorsk 1	10,726		11,4114	26,2385	10,3828	11,7562	25,5704	18,4948	511,9464
Atlanterhavstorsk 2	15,7758		18,8474	39,0751	15,7659	18,6038	40,732	30,2982	834,5245
Atlanterhavstorsk 3	12,9334		13,9333	30,0901	12,3416	13,6395	30,8159	22,509	613,8606
<b>average</b>	<b>13,14507</b>		<b>14,7307</b>	<b>31,80123</b>	<b>12,8301</b>	<b>14,6665</b>	<b>32,37277</b>	<b>23,767333</b>	<b>653,4438</b>
Saltfisk 1	1,20655		1,785082	8,572063	2,555467	3,0016232	5,605443	4,9119717	110,9046
Saltfisk 2	5,496999		4,897755	13,51592	4,887275	5,5978803	11,28379	9,9191034	229,3141
Saltfisk 3	5,023846		4,833398	13,60327	4,944802	5,5527914	11,32039	10,167179	228,1603
<b>average</b>	<b>3,909132</b>		<b>3,838745</b>	<b>11,89709</b>	<b>4,129181</b>	<b>4,7174316</b>	<b>9,403209</b>	<b>8,3327515</b>	<b>189,4597</b>
Klippfisk 1	6,0478		6,0478	16,0058	5,9628	6,8161	13,4024	12,5614	262,0088
Klippfisk 2	3,3598		2,4008	9,2318	2,9712	3,4327	6,3111	6,2905	135,5691
Klippfisk 3	4,3129	0,4247	4,667	14,3924	5,0232	5,6016	10,9866	10,2984	235,672
<b>average</b>	<b>4,5735</b>	<b>0,4247</b>	<b>4,371867</b>	<b>13,21</b>	<b>4,6524</b>	<b>5,2834667</b>	<b>10,23337</b>	<b>9,7167667</b>	<b>211,0833</b>
Stillehavstorsk 1	11,22253		12,99153	18,77709	19,7773	15,305983	35,33788	28,19247	724,7218
Stillehavstorsk 2	4,231699		5,161663	7,503888	8,296418	6,430397	14,15085	10,85095	275,8041
Stillehavstorsk 3	9,878928		14,07501	18,98021	20,20205	15,178189	34,45502	25,73764	723,4053
<b>average</b>	<b>8,444384</b>		<b>10,74274</b>	<b>15,08706</b>	<b>16,09192</b>	<b>12,30485</b>	<b>27,98125</b>	<b>21,593686</b>	<b>574,6437</b>



## Gruppe 12

Automatisering: Fjerne Svarthinne

Av: Pål Zon Rafdal  
Frithjof Christie Knudtzen  
Magnus Lund Håheim  
Silje Heiland  
Mariann Ervik  
Bård Meling Eriksen



### Hva er svarthinne?

Svarthinna finnes i buken på torsk og sammen med hvithinna skiller den innvollene fra fiskekjøttet. De to artene som inngår i vår studie er atlantehavstorsk og stillehavstorsk. Så langt har man ikke resultater på at det er noen klare forskjeller på svarthinna hos disse to artene. Men man vet at svarthinna har store individuelle forskjeller både når det gjelder hvor mørk den er og hvor godt den er festet til fisken. De første laboratorieresultater viser at hinna består av melanin. Melanin er en gruppe svarte, brune og røde fargepigmenter som man finner hos planter, dyr og potister. Vi kjenner melanin best som det som gir farge til huden, øynene og håret vårt. Høy konsentrasjon av pigmenter gir lys hinne og visa versa.

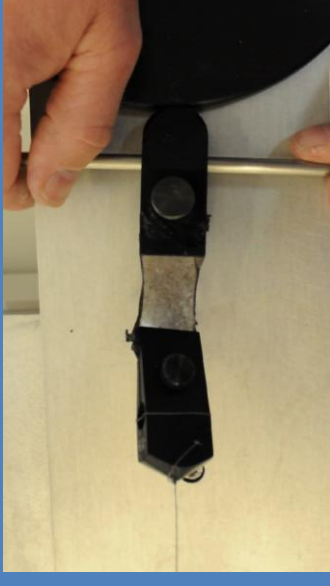
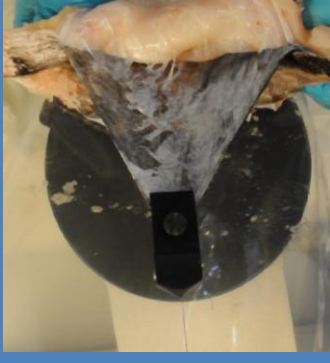
Hvorfor torskene utvikler denne mørke fargen i buken er det fremdeles delte meninger om men en populær teori er at torsken har den mørke hinna for å hindre at andre fisker ser flouriserende dyr som torsken spiser. Denne teorien kan forklare hvorfor fargen på hinna varierer så mye fra fisk til fisk.

### Observasjoner:

Ved målinger vi gjorde i laboratoriet fant vi at tykkelsen på svarthinna ikke er den samme på hele hinna. Men det som er mer interessant for vår del, er at undersøkelser også viste oss at det er stor variasjon hvor godt hinna er festet til fisken. Midt på fileten sitter hinna løst, men den er godt festet fremst i buken og rundt endetarmsåpningen. Vi observerte også at hinna løsner lettere fra fisken hvis den er våt enn hvis den har fått ligge i luft i noen minutter. Det er bare et par minutter med bløtlegging som skal til for at hinna lettere lar seg løsne.

### Strekprøving:

Til høyre er resultater fra strekkprøving av svarthinna. Metode 1 viser hvor mye kraft som skal til for å løsne hinna fra fisken og metode 2 viser hvor mye kraft man kan påføre selve hinna før den revner. Grafene leses fra høyre mot venstre.

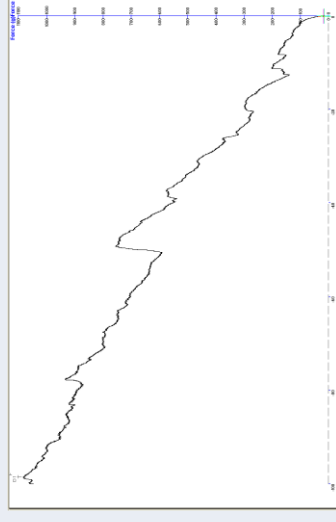


Metode 1: Svarthinnetrekk fra bukstykket  
Grafen viser kraft per lengde [g/mm].

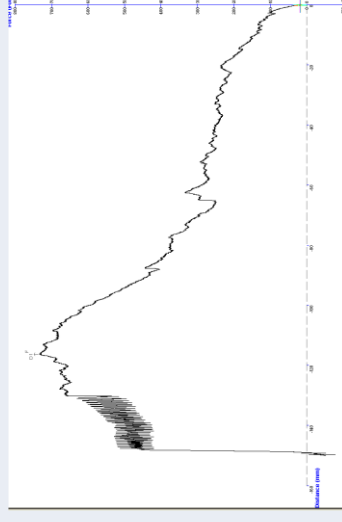
Hoppene som grafen gjør indikerer at hinna er bedre festet noen steder enn andre.

Metode 2: Strekk av svarthinne  
Grafen viser kraft per lengde [g/mm].  
Atlantehavstorsk.  
Strekkes 22 mm før den ryker.  
Stillehavstorsk.  
Strekkes 19 mm før den ryker.

Atlantehavstorsk



Stillehavstorsk



Vårt mål er å finne en fullgod løsning for fjerning av svarthinne på torsk. Løsningen skal være automatisert, uten behov for manuelt før- eller etterarbeid.



Maskin



### Rammebetingelser:

- Fisk til salt-, klippfisk
- Fisk kommer inn fryst, blir tint på fabrikk.
- Fisk er flekket
- Korte ned på tidsbruk
- Fjerne tung arbeidssituasjon for ansatte
- Redusere kostnader
- Fjerning skjer mekanisk, kjemisk
- Beholde hvit hinne
- Ikke skade fiskekjøttet

### Ressurser:

- Sintef (lab)
- Bildemateriell
- FHF (forstudie)
- Internett
- Petter

### Dagens situasjon:

Vi har fått høre at det er et behov i markedet for klippfisk og salt fisk der svarthinna er fjernet.

Idag fjernes denne ved manuelt arbeid. Flere arbeidere ved samlebandet jobber utelukkende med å fjerne svarthinna.

Antallet varierer med produksjonsraten til utstyret (flekkesmaskinen) tidligere i foredlingsprosessen.

Hvitvasking av svarthinna er en videreføring som gir et produkt som kan selges til en høyere pris.

Svarthinna er helt ufarlig å spise.

Det er utelukkende av estetiske grunner at man ønsker å fjerne den i produksjon av salt- og klippfisk.



NÅ: UKE 35  
24.08 - 30.08.

### FASE 1

Prosjekthistorie.  
Forknede planlegger fase 2.

Rawnkloa/observasjon

Q19  
plikt/posisjonering  
Brukerkravspes.  
Eksisterende teknologi.  
Produktkrav

UKE 36  
31.08 - 06.09

### FASE 2

SINTEF Sørlab.  
FREDAG 1400

TEAMGUIDING:  
Torsk & pils.  
aquavit

UKE 37  
07.09 - 13.09

### INNLEVERING FASE 1 OG 2

Bruksanalyse  
Scenario - sammenfatning  
Bruker. spes.  
Tek. spesifikasjon  
Produkt spes.

UKE 38  
14.09 - 20.09

### INNLEVERING FASE 3

Alt. konsept  
Konseptevaluering.

UKE 39  
21.09 - 27.09

### VALGT LØSNING modeller

presentasjon  
obligatorisk  
oppmøte.

UKE 40  
28.09 - 04.10

### FASE 4

Struktur  
utforming  
3D-modeller  
tegninger

UKE 41  
05.10 - 11.10

### FASE 4

Struktur  
utforming  
3D-modeller  
tegninger

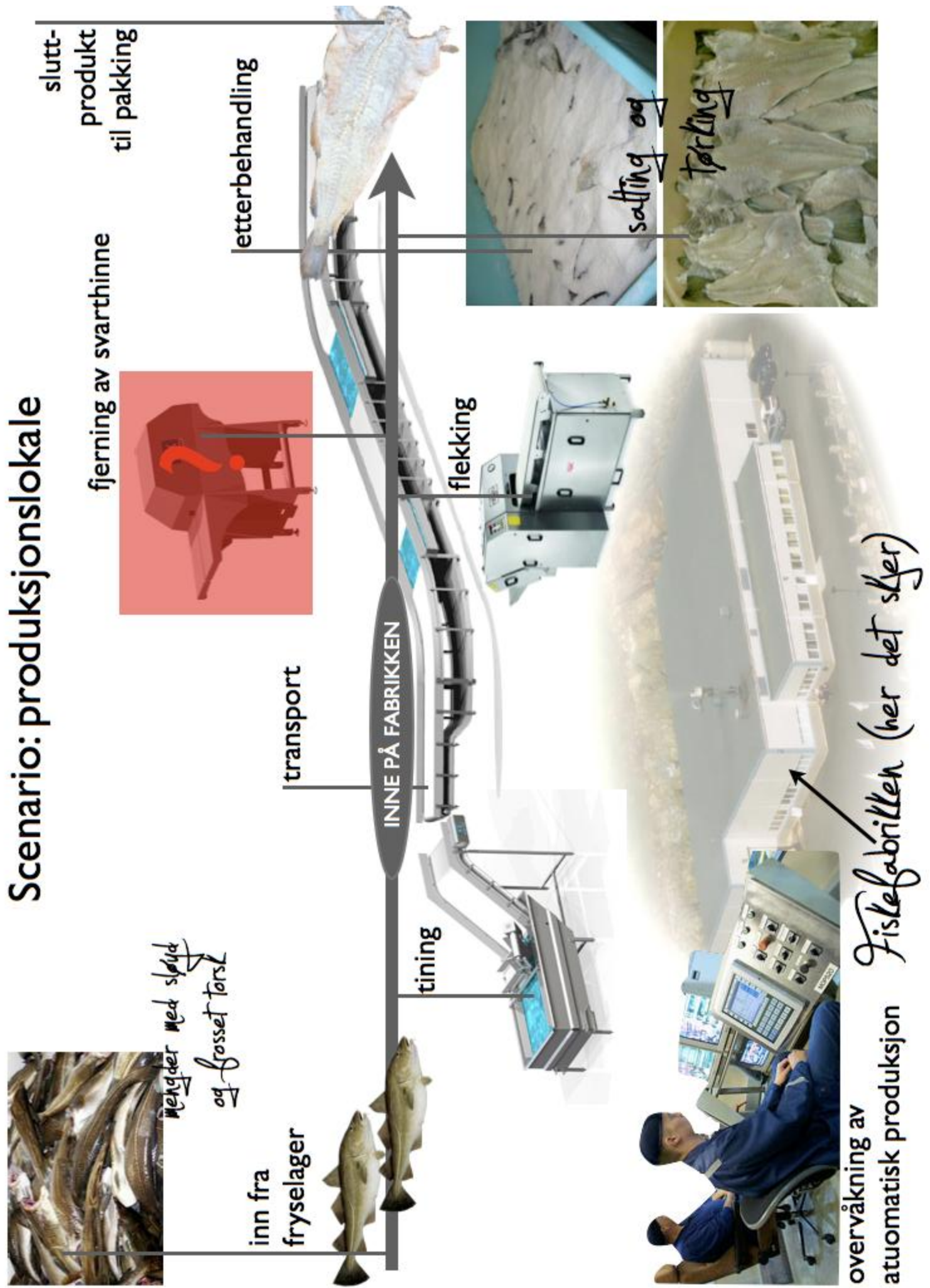
UKE 42  
12.10 - 18.10

### FASE 4

Struktur  
utforming  
3D-modeller  
tegninger

UKE 47:  
SLUTTRAPPORT  
18 SIDER  
PU-JOURNAL  
FUNK. MODELL

torsdag 19. nov  
presentasjon  
obligatorisk  
oppmøte.



Brukerkravspesifikasjon					
Produkt: Apparat for fjerning av svarthinne pkt	Utarbeidet Av: Sijje Heiland Beskrivelse	Primary user		Secondary user	
		"skal"	"bør"	"skal"	"bør"
1.funksjon 1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 1.6 1.7 1.8 1.9 1.10	Ha samme taktid som resten av linja Ikke nødvendig med etterarbeid (ikke rest av svarthinne) Kreve lite intererens fra menneske Lite spill og annet søl (olje, kjemikalier, fisk) Må beholde hvithinne Ikke skade fiskekjøttet Ikke etterlate skjemmende flekker og lignende. Fleksibel mhp størrelse på fisk, konsistens og farge på svarthinne og innmatingsrate Driftsikker (sjelden behov for reparasjon) Være "tett" med hensyn på overføring av kjemikalier med mer til fisken	X X X X X X X X X X	X  X X X X X X X X	X X X X X X X X X X	X  X X X X X X X X
2.omgivelse 2.1 2.2 2.3 2.4 2.5 2.6 2.7	Må fungere ved lave temperaturer (+2?) Støysvak (ikke behov for hørselvern) Lite vibrasjon Renslig (lite søl og hygienisk) Renslig (utseende) Ikke glatt eller fuktig på gulv Ikke sjenerende lukt	X X X X X X X	X X X X X X X	X X X X X X X	X X X X X X X
3.operasjon 3.1 3.2 3.3 3.4 3.5 3.6	Enkelt og logisk grensesnitt Enkelt å bytte verkøy Enkel og tilgjengelig vedlikeholdsprosedyrer Enkel og tilgjengelig renholdsprosedyrer Tåle å behandles (rengjøres) med aggressive kjemikalier Tåle høytrykkspyling	X X X X X X	X X X X X X	X X X X X X	X X X X X X
4.sikkerhet 4.1 4.2 4.3	Avsperring av operasjonsområder Dødmannsknapp Ikke glatt på gulv (fare for fall)	X X X	X X X	X X X	X X X
5.organisatorisk 5.1 5.2 5.3 5.4 5.5	Lav innkjøpspris Lave driftskostnader God serviceavtale Driftsikkerhet (god sikkerhet mot nedetid) Tilgjengelighet på reservedeler	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X

Vi velger å dele kravsette inn i brukere og interessenter.  
Alle interessentene vil bli satt i en gruppe vi kaller secondary user.  
Brukerne er primary user.

**Brukere:**  
Brukerne er de som har direkte kontakt med produktet.  
I vårt tilfelle er dette operatørene.  
I brukerkravspesifikasjonen vil brukerne i størst grad være opptatt av punkt 2, 3 og 4 men også ha noen interesser under de andre punktene. Brukeren er generelt interessert i det som omhandler selve produktet (eller maskinen) og til en viss grad det som skjer før maskinen.

**Interessenter**  
Interessenten er andre som blir påvirket av produktet og dermed har krav og ønsker til dets spesifikasjoner.

Eier (firma)  
Renhold  
Vedlikehold  
Konsument  
Interessentene har størst og flest interesser under pkt 5 og 1 i brukerkravspesifikasjonen. Men har også interesser innunder de andre punktene. Generelt er interessentene interessert i det som kommer ut av linjen og til en viss grad det som skjer før maskinen.

**Brukssituasjon**  
Typiske brukssituasjon for produktet er i produksjonslinje i fiskeforedlingsanlegg. Produktet vil oppleve full drift, nedetid, redusert drift. Råvarene vil kunne oppføre seg annerledes sommer og vinter og siden det har vært frosset.  
**Bruksmåte**  
Produktet vil i størst mulig grad operere selvstendig. Operatør vil kun være i kontakt med produktet ved problemer og ved oppstart/nedstenging. Produktet vil måtte samvirke med maskiner før og etter i produksjonslinjen.



## Produktkravspesifikasjoner

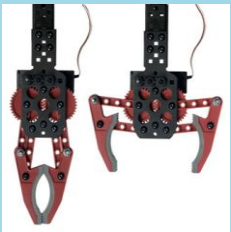




Produktkravspesifikasjoner			
Produkt:	Utarbeidet av:	Godkjent:	Side/av:
Svarthinne-fjerner	Gruppe 12		1/1
Pkt.	Beskrivelse	Etvendige og målbare verdier:	Bør






Krav	Bør	Må
<p><b>1. Hygi</b></p> <p>1.1 Ut</p> <p>1.2 Mi</p> <p>1.3 Pr</p> <p>1.4 Mi</p> <p>1.5 Mi</p> <p>1.6 EV hir</p>	<p><b>Krav 1:</b> Prosessen skal ikke varme/kjøre/forurense fisken slik at fiskekjøttets karakter endres Etter prosessen skal fisken ikke inneholde mer enn 0,01g av kjemikalier eller smøremidler tilført av maskinen ved test av en tilfeldig utvalgt bit på 10g på fisken. Kjernetemperaturen til fisken skal ikke komme utenfor temperaturområdet -1°C - +5°C Konsistensen på fiskekjøttet ikke endres; ved å måle kreftene ved med en R=5mm stav før og etter maskinen skal det ikke måles forskjell på større enn 1N i kraftforbruk.</p>	<p>✓</p>
<p><b>2. Krav</b></p> <p>2.1 Re</p> <p>2.2 Fis</p> <p>2.3 En</p> <p>2.4 Pr</p>	<p><b>Krav 2:</b> Fisken skal ikke ha synlige tegn fra håndteringen Prosessen skal ikke påføre fisken rifter i kjøtt eller skinn på mer enn 2mm lange og 1mm dype. Det skal maks være kontrastforskjell i fargen før og etter prosessen i skinn eller kjøtt på mer enn 2:1.</p>	<p>✓</p>
<p><b>3. Effe</b></p> <p>3.1 Mi</p>	<p><b>Krav 3:</b> Resultatet fra maskinen skal være en fisk uten rester av svarthinne Etter prosessen skal fisken ikke ha flekker med kontrast over 3:1 i forhold til resten av fiskekjøttet på et område større enn 1mm<sup>2</sup>.</p>	<p>✓</p>
<p><b>4. Aut</b></p> <p>4.1 En</p> <p>4.2 Pr plasser nesten</p> <p><b>5. Tilp</b></p> <p>5.1 Mi bånd.</p> <p>5.2 Mi</p>	<p><b>Krav 4:</b> En ønsker å beholde hvithinnen under svarthinnen Hvithinnen skal ikke fjernes eller løsnes fra fiskekjøttet: det skal ikke være hull i hvithinnen større enn 1cm<sup>2</sup>.</p> <p><b>Krav 5:</b> Maskinens taktid må være lik resten av anlegget, evt. Legges opp til flere maskiner parallelt Maskinen må kunne operere med en dynamisk taktid mellom 2 og 30 fisk i minuttet.</p> <p><b>Krav 6:</b> En forutsetter at det ikke vil være behov for forbehandling før maskinen. Det skal ikke være nødvendig å manuelt feste eller posisjonere fisken før maskinen.</p> <p><b>Krav 7:</b> Det skal ikke være behov for etterbehandling etter maskinen. Det skal ikke være nødvendig å løsne eller skylle fisken etter maskinen manuelt.</p>	<p>✓</p> <p>✓</p> <p>✓</p> <p>✓</p>

Produktkravspesifikasjonene ved utviklingen av maskinen er viktig for å lage et produkt som tilfredsstiller kundens behov. Utfordringen er å lage en maskin som har en teknologi som fungerer, og ikke i like stor grad å lage en automatisert maskin. Et organ som oppfyller produktkravspesifikasjonene er en forutsetning for resten av maskinen.

Spesifikasjonen vil gi oss muligheten til å vurdere og bestemme om produktet oppfyller de kravene som er satt både under utvikling og av ferdig produkt.

De mest relevante kravene er presentert i den fremste tabellen og "må" kravene vil være en forutsetning ved valg av konsept. De strenge kravene vil legge sterke føringer på valget av teknologi, da det er denne som viser seg å være avgjørende for om kravene blir oppfylt. En ser ut ifra tabellen av krav til resten av maskinen er mindre viktig og ikke en nødvendighet for at konseptet vil bli valgt.

<h3>Mekanisk</h3>	<p><b>Gripeklo</b> En pneumatisk/hydraulisk/elektrisk gripeklo tar tak i svarthinna og drar den løs fra underlaget i en bevegelse.</p> 	<p><b>Børste</b> Med gjentatte bevegelser børstes svarthinna av underlaget og etterlater hvithinna urørt.</p> 	<p><b>Trykkluft</b> Dyser påfører trykkluft som blåser svarthinna bort fra underlaget.</p> 	<p><b>Friksjon</b> En grov overflate roteres eller dras over torsken og fjerner svarthinna, fin nok til ikke å skade hvithinna og kjøttet</p> 	<p><b>Vakuüm</b> Vakuüm suger seg fast i svarthinna og når apparatet fjernes, følger svarthinna med.</p> 
-------------------	--	--	--	---	--

<h3>Kjemisk</h3>	<p><b>Etsing</b> En kjemisk løsning påføres fisken og etser bort svarthinna uten å påvirke resten av råvarene.</p> 	<p><b>Bleking</b> En kjemisk løsning påføres fisken og bleker svarthinna. Estetisk akseptabel løsning</p> 	<p><b>Farging</b> Farge tilsettes svarthinna som gir den en estetisk akseptabel fremtoning.</p> 	<p><b>Laser-bleking</b> Laser brukes for å endre fargekarakteristikken til svarthinna.</p> 	<p><b>Tørking</b> Svarthinna tørkes helt slik at den lett kan fjernes ved hjelp av enten luft eller vann.</p> 
------------------	--	--	---	--	---

<h3>Termisk</h3>	<p><b>Varme</b> Svarthinna brennes eller kokes bort fra fisken.</p> 	<p><b>Kulde</b> Svarthinnen fryses fast til noe og fjernes så fysisk fra hvithinna.</p> 
------------------	---	---

### Evaluering av teknologier








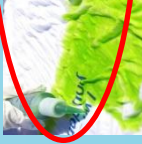

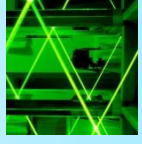


Vi har på forrige slide presentert flere ulike teknologier som kan nyttes til fjerning av svarthinnen. Her skal vi vurdere hvilke teknologier vi ønsker å gå videre med.

- Vi vektlegger:
- Tilgjengelighet mtp. testing
  - Forventet resultat
  - Funksjon i henhold til PKS og BKS

På bakgrunn av dette har vi valgt fire teknologier som vi ønsker å teste hos SINTEF.

Disse fire er;

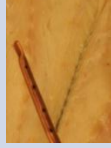
- Lufttrykk; lett tilgjengelig i laboratoriet, billig, lett å lage funksjonsmodeller, umiddelbare resultater.
- Farging; lett tilgjengelig på H&M, billig, raske resultater.
- Bleking; husholdningsobjekt som er lett tilgjengelig, billig, raske resultater.
- Frysing; Sintef har peltierelement i laboratoriet, tar kort tid å sette opp, umiddelbare resultater, spennende og "ny" teknologi for oss.

Mekanisk	Kjemisk	Termisk
<p><b>Gripeklo</b> En pneumatisk/hydraulisk/elektrisk gripeklo tar tak i svarthinnen og drar den løs frunderlaget a i en bevegelse.</p> 	<p><b>Etsing</b> En kjemisk løsning påføres fisken og etser bort svarthinnen uten å påvirke resten av råvarene.</p> 	<p><b>Varme</b> Svarthinnen brennes eller kokes bort fra fisken.</p> 
<p><b>Børste</b> Med gjenntatte bevegelser børstes svarthinnen av underlaget og etterlater hvithinnen urørt.</p> 	<p><b>Bleking</b> En kjemisk løsning påføres fisken og bleker svarthinnen. Estetisk akseptabel løsning.</p> 	<p><b>Kulde</b> Svarthinnen fryses fast til noe og fjernes så fysisk fra hvithinnen.</p> 
<p><b>Trykkluft</b> Dyser påfører trykkluft som blåser svarthinnen bort fra underlaget.</p> 	<p><b>Farging</b> Farge tilsettes svarthinnen som gir den en estetisk akseptabel fremtoning.</p> 	
<p><b>Friksjon</b> En grov overflate roteres eller dras over torsken og fjerner svarthinnen, fin nok til ikke å skade hvithinnen og kjøttet</p> 	<p><b>Laser-bleking</b> Laser brukes for å endre fargekarakteristikken til svarthinnen.</p> 	
<p><b>Vakuu</b> Vakuu suger seg fast i svarthinnen og når apparatet fjernes, følger svarthinnen med.</p> 	<p><b>Tørring</b> Svarthinnen tørkes helt slik at den lett kan fjernes ved hjelp av enten luft eller vann.</p> 	

Testing av teknologiene som ligger til grunn for våre konsepter hos Sintef Sealab på tint atlantehavstorsk.

## Testede teknologier

### Blåse



### Bleke



### Farge



### Frysing



## Blåsing

### Test-prosedyre

Tre funksjonsmodeller ble testet:

- 1) Blåsepistol: Den ble testet med flere forskjellige oscillerende metoder.
- 2) Rør med flere hull: Holdt vinkelrett på fisken ovenfra og skrått mot hinnen.
- 3) To sammensatte rør med hull: Førre rørene inn i hulrom mellom svømmeblære og buk for så å føre dem mot halen.

### Resultat

- 1) Blåsepistolen sin svakhet er at den ødelegger kjøttet om det blir rift på hvithinna eller om den blåser utenfor hvithinna. Den sliter også med å få bort svarthinnen ved randen mot hodet hvor hinna sitter spesielt godt. Nedslående resultater pga. dårlig repeterbarhet og ingen midler for å fjerne på vanskelige plasser.
- 2) Røret ga ikke nok effekt til å blåse av svarthinna. Mulig større hull hadde gitt bedre resultater, men funksjonsmodellen fjernet ingen svarthinne.
- 3) På grunn av utseende til tint fisk så vi raskt at det ikke lar seg gjøre å automatisere en slik løsning på grunn av at fisken er sammentrykt og stygt kappet ved hodet i tillegg til at fisken ikke er kappet langt nok bakover mot halen. Ingen tester ble utført



## Frysing

### Testprosedyre

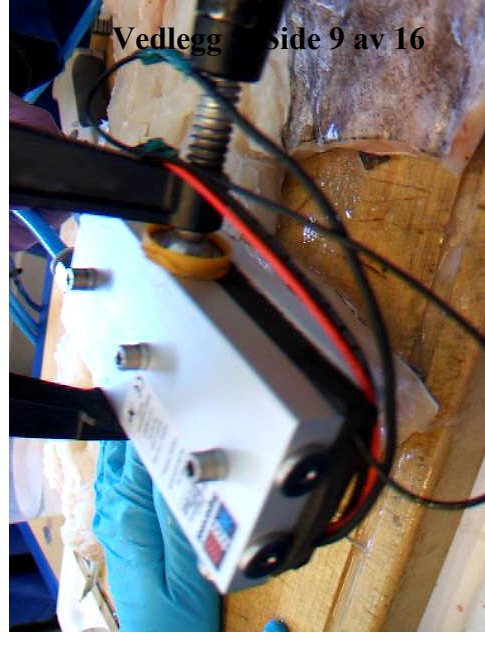
Ved å benytte et peltierelement ble det testet å holde fast fisken og å sette på fryseflaten på fisken sakte og raskt. I begge tilfeller ble fisken fuktet før påføringen. Det ble testet både innenfor og utenfor svarthinna.

### Resultat

Resultatene var at ved rask påføring og fjerning dro en av store biter med svarthinne uten å påvirke hvithinnen. Ved forsøkninger i fiskekjøttet krevde nok en påføring av elementet. Hvithinna ble fortsatt ikke påvirket. Ved kontakt med fiskekjøttet ble deler av det tatt med. Det var behov for å holde igjen fisken med betydelig kraft. Fryseflaten ble fylt med svarthinne etter et par påføringer og hadde behov for rensing.

### Hva er et peltier element?

Et peltier element skaper en varm og en kald flate ved å regulere strømretningen gjennom to ulike halvledere slik at elektronene må ta opp varme for å få energi til å flytte seg fra den ene lederen til den andre. Fryseflaten (eller varmeplaten) er av aluminium og kan formes til den geometrien man ønsker.







Farging	
Testprosedyre	Farging ble utført ved å legge forskjellige prøver i små lukkbare poser med H&M hårfarge av typen blond. Disse lå da i ca. 30 min og ble så vasket og analysert visuelt. Følgende tester ble utført: 1) Kun svarthinne 2) Svarthinne og kjøtt 3) Kun hvithinne 4) Hvithinne og kjøtt
Resultat	1) Svarthinna ble noe brunere, men beholdt konsistens. 2) Svarthinna ble ca. lik og kjøttet uendret i utseende. 3) Hvithinna forandret seg ikke. 4) Ingen synlige endringer.

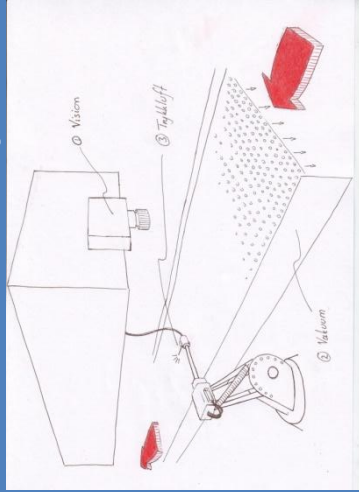


Bleking	
Testprosedyre	Bleking ble utført ved å legge forskjellige prøver i små lukkbare poser med Vanish Oxy-Action tøylekemiddel og vann. Disse lå da i ca. 30 min og ble så vasket og analysert visuelt. Følgende tester ble utført: 1) Kun svarthinne 2) Svarthinne og kjøtt 3) Kun hvithinne 4) Hvithinne og kjøtt
Resultat	1) Svarthinna ble helt hvit og beholdt styrken og konsistens 2) Svarthinna ble helt hvit, men det ble også kjøttet. Det ble noe fastere. 3) Hvithinna mistet noe av konsistensen sin og forble hvit. 4) Hvithinna forble hvit, men kjøttet ble også helt hvitt og noe fastere.

De forskjellige testene viser at blåsing fungerer tilfredsstillende på størsteparten av hinna, men sliter på vanskelige områder. Fryseflaten fungerer godt ved ren flate, fuktig fisk og rask påføring/fjerning. Farging har ingen effekt. Bleking har god effekt, men skaper problemer ved at den forandrer fiskekjøttets karakter og ville krevet mer testing.

Vi ønsker derfor å forkaste farging og lage fullstendige konsepter ut ifra de tre andre teknologiene.

### Blåsekonsept



En maskin med én eller flere armer med luftdyser som vil blåse svarthinnen av. Armene vil stå på hver side av det eksisterende båndet og vil være enkelt å integrere. Vision system vil styre luftdysene og variabelt trykk vil være mulig.

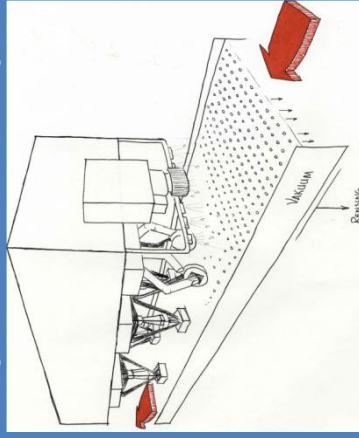
#### Evaluering fra PKS:

- Krav 1: Oppfylt!
- Krav 2: Fare for rifter i kjøtt/hinne ved høyt trykk.
- Krav 3: Ingen metode for fjerning av vanskelige områder.
- Krav 4: Vil ikke bli fjernet, men kanskje skadet.
- Krav 5: Oppnåelig med flere armer.
- Krav 6: Vil ikke være behov for å feste fisken til båndet.
- Krav 7: Ikke behov for å løse, rester vil bli blåst bort under prosessen.

#### Konklusjon:

Testing av blåsing viste at dette ikke fungerer optimalt hver gang da det er et problem å få tak på deler av svarthinnen samtidig som lufttrykket er ødeleggende for kjøttet. Dette sammen med dårlig oppfyllelse av PKS-kravene gjør at vi forkaster dette konseptet.

### Fryseflatekonsept



Et konsept hvor en har flere FlexPickere med egnede organ bestående av et peltier element blir brukt for å fjerne svarthinna. Armene vil være styrt av et visionsystem for å kunne plukke selv de minste flekker. Båndet vil gå kontinuerlig og fjerningen vil gå i flere trinn.

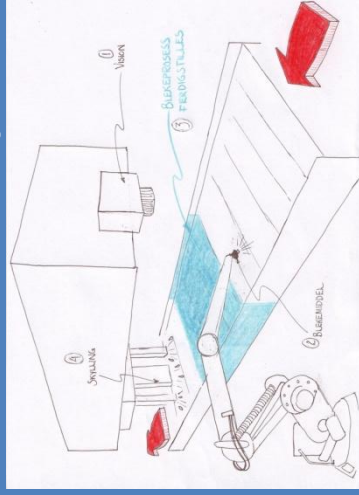
#### Evaluering fra PKS:

- Krav 1: Det er viktig at det er kort kontakttid for å hindre frysing av kjøttet. Ellers oppfylt.
- Krav 2: Viktig at elementet ikke kommer i kontakt med fiskekjøttet. Enkel å styre.
- Krav 3: Oppnåelig med repetering av operasjon ved flere armer.
- Krav 4: Visionsystem sørger for at hvithinnen ikke blir unødig belastet.
- Krav 5: Flere armer vil sikre dette, mulig å bevege armene for å følge bånd. Justere hastighet på armene.
- Krav 6: Maskinen vil holde fisken fast og fortsetter eksisterende bånd.
- Krav 7: Vakuumbånd vil slippe automatisk.

#### Konklusjon:

Vi var svært fornøyde med testingen av denne teknologien da den viste seg å være pålitelig og hurtig, uten at hvithinna og kjøttet under denne tok skade av behandlingen. Presis styring av fryseflaten vil være viktig for å unngå skade av annet kjøtt. Dessuten oppfyller konseptet PKS - kravene tilfredsstillende. Vi har derfor valgt å gå videre med dette konseptet.

### Blekekonsept



Et konsept med bleking vil fjerne mekanisk kontakt med fisken og sikre at fisken ikke blir skadet. En ser her på en mulighet for å beholde hinnen, men skjule den. En robot påfører blekemiddelet ved hjelp av visionstyring (lignende automatisk billakkering). Grundlig skylling vil foregå på slutten av prosessen.

#### Evaluering fra PKS:

- Krav 1: Stor fare for forurensing av kjøttet.
- Krav 2: Kjøtt kan missfarges, ingen mekanisk kontakt vil ikke gi rifter. Vanskelig å kontrollere utbredelse av middel.
- Krav 3: Lett å kontrollere med justering av tid eksponert for middel.
- Krav 4: Oppfylt.
- Krav 5: Oppnåelig ved behandling av flere samtidig.
- Krav 6: Oppfylt.
- Krav 7: Viktig å skylle fisken, vil være del av maskinen.

#### Konklusjon:

Testingen av denne teknologien var svært tilfredsstillende med tanke på svarthinna, men gjorde stor skade på resten av fisken. Denne teknologien ville kreve mye mer testing og beveger seg dessuten utenfor vårt fagområde. Konseptet oppfyller heller ikke PKS-kravene tilfredsstillende. Vi har derfor valgt å forkaste dette konseptet.

Vi går så videre med frysekonseptet!

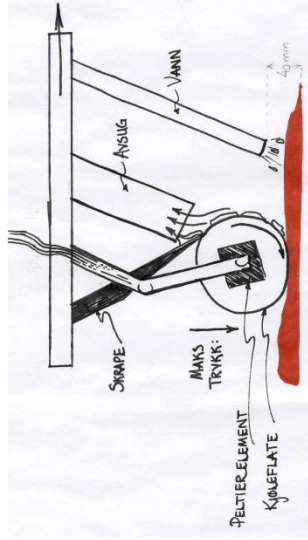
Peltier Morfologi										
Tverrsnitt Geometri							Ikke roterbar			
Kontaktflate Geometri							Mange kanter			
Overflate Struktur										
Arm										
Rensing Kjøleflate										
Transport										
Feste										
Fukte Fisk										
Styring										
Fjerne Rester										

Her ønsker vi å se på de forskjellige kombinasjonsmulighetene av ulike komponenter til maskinen. Diagrammet illustrerer at flere av komponentene vil være like, men med enkelte variasjoner ved valg av organ. De tre konseptene vi kom frem til vil bli gjennomgått senere.

Farge	Konsept
	1
	2
	3

### Kulde som metode for å fjerne Svarthinne

For at kuldeelementet skal hefte med svarthinna må den være fuktig. I alle metodene påføres derfor torskens vann ved hjelp av en dusj. Dette skjer før elementet kommer i kontakt med fisken.

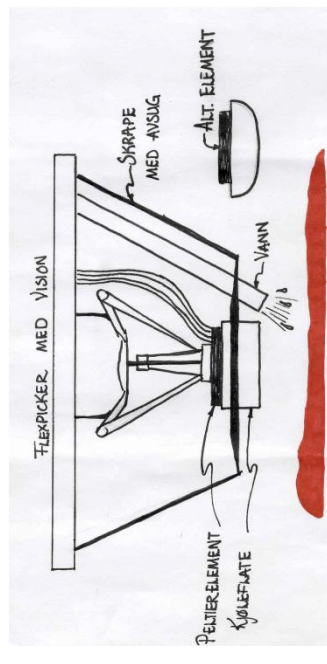


### 1. Rullende Element

Torsken kommer gradvis i kontakt med et rullende element ettersom den beveger seg bortover transportbåndet. Det hjulformede elementet ruller langssetter fisken og river med seg svarthinna ettersom fisken passerer. Frysingen starter med en gang kontakt oppstår mellom elementet og svarthinna. Svarthinna som så fryses fast i elementet blir skrapet av, av en skarp egg, og videre sugd vekk gjennom et nærliggende rør.

### 2. Flatt Element

Et flatt element er festet på en FlexPicker og blir vertikalt ført ned på torskene, avhengig av hvor det er svarhinne og ikke. Dette blir avgjort av en Vision sensor som er integrert i FlexPicker modulen. Elementet blir senket ned på svarthinna og løftes etter riktig tid. En robot fjerner så mye av svarthinna som den rekker før fisken fortsetter til neste Flex Picker. Hver gang roboten hever seg fra fisken, vil et eksternt verktøy skrape overflaten på elementet fri for svarthinne og suge vekk rester.

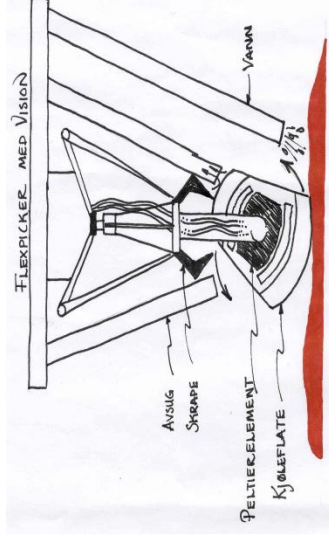


Under: Formvariasjon av kontaktoverflatene for konseptene 2 og 3. Blå figurer illustrerer kontaktflaten for elementene.

Element ant.	1	2	3	4	5
1					
2					

### 3. Element med to kontaktflater

Et fryseelement med to sider er festet på en FlexPicker. Her vil et verktøy rengjøre det ene elementet mens det andre elementet blir brukt til å fjerne svarthinna. Forskjellen her er at verktøyet kan jobbe samtidig som restene fra forrige fjerning blir skrapet av.

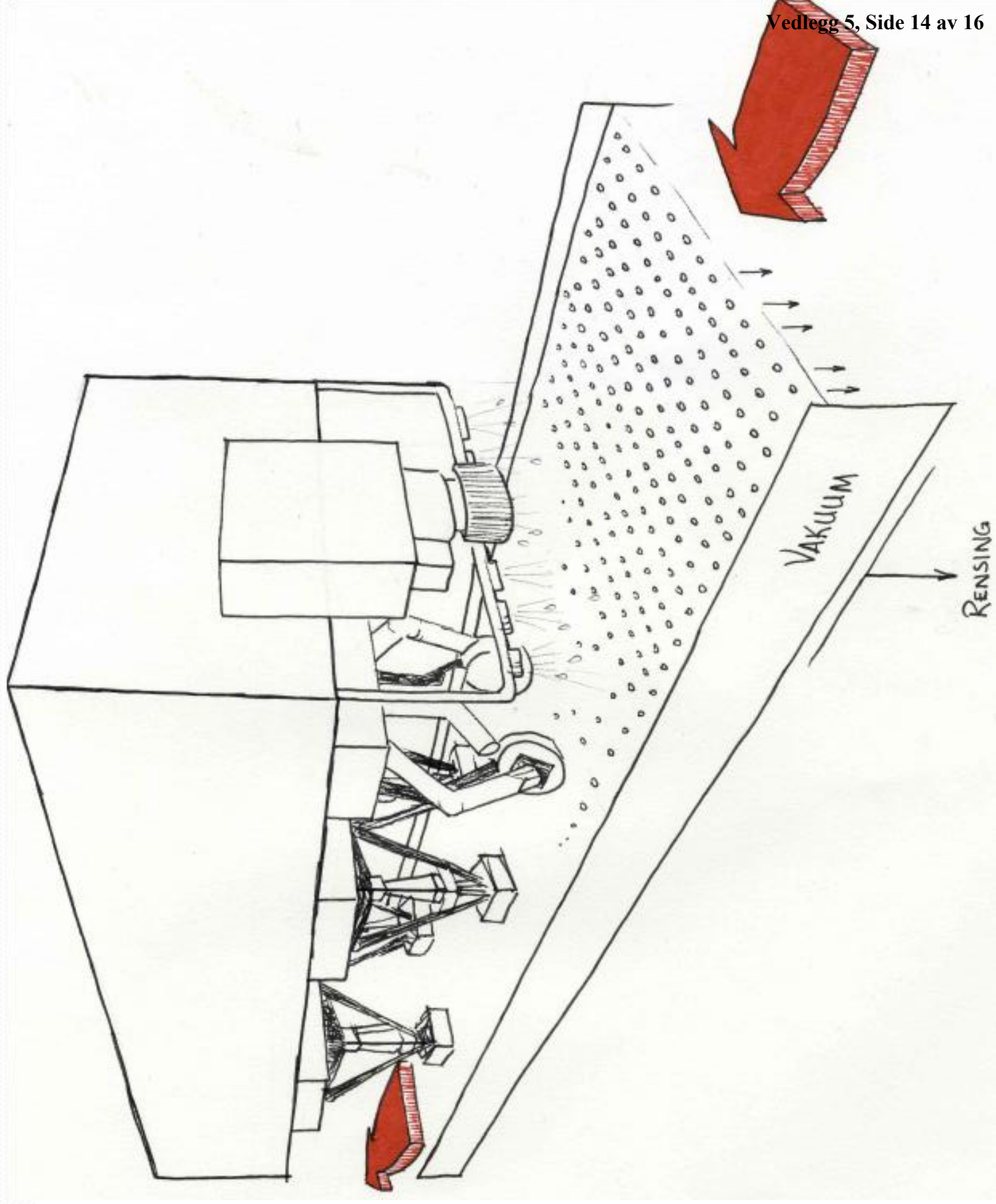


### Den ferdige løsningen

Den ferdige løsningen som skal gi oss torsk uten rester av svarthinne er en kombinasjon av løsningene over, der det først brukes to roterende element for å fjerne store deler av svarthinna. To ruller som skal fjerne hver sin svarthinne på fisken, ruller så langt inn mot midten av fisken som mulig, uten at den tar med seg noe av kjøttet der ryggmargen til fisken er fjernet. Etter torsken har passert de rullende elementene så vil det være behov for å fjerne rester som ligger igjen. Av denne grunn inneholder også maskinen FlexPickere som kan fokusere på områdene med rester.

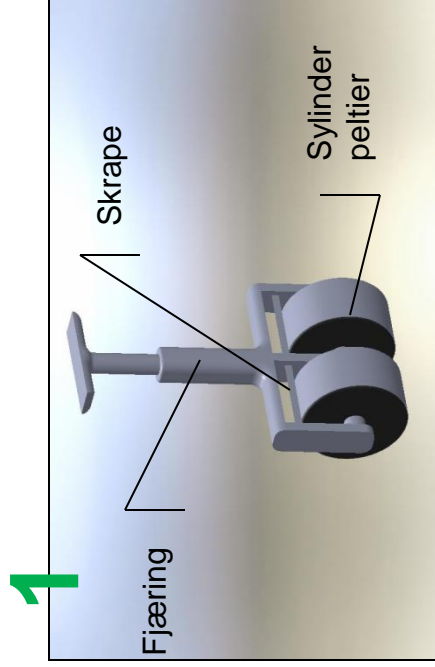
Vi ser for oss at man vil trenge 4 eller fler FlexPickere for å få fjernet hele hinna raskt nok i takt med transportbåndet. Antallet justeres etter hvor fort man ønsker transportbåndet skal gå. Her kan man få redusert antall FlexPickere ved å la båndet gå støtvis, og en eller 2 pickere gjør seg ferdig med 1 og 1 fisk før neste kommer inn.

For å holde fisken på plass brukes et transportbånd med vakuum. Dette suger fisken fast og holder den festet under hele prosessen. Ved utgangen til maskinen slutter vakuumet og fisken kan fortsette videre i produksjonslinjen. For å unngå at transportbåndet blir tett av fiskeslo og rester fra foredlingen, er det integrert et reservesystem som tar hand om slam og fiskerester som uunngåelig vil falle ned i båndet sammen med vannet som dusjes over fisken. Dette er en metode som har blitt brukt av Marel med gode resultater.

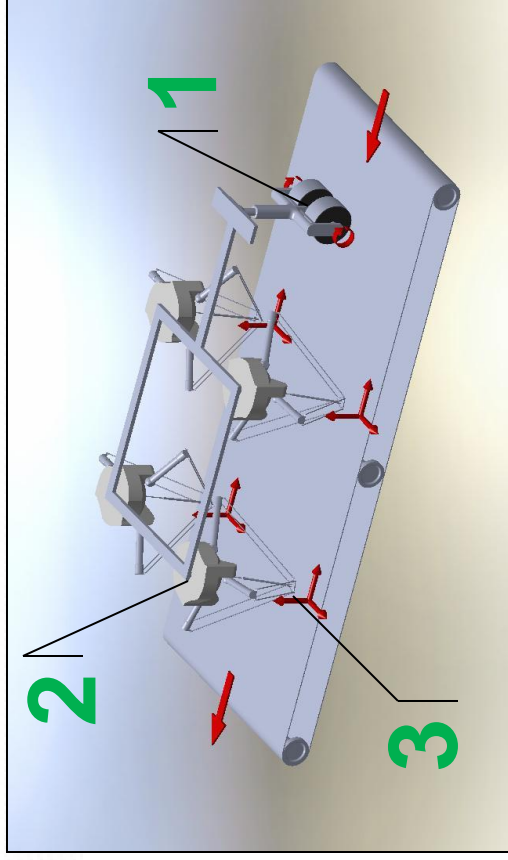


For å få et godt bilde av hvordan maskinen vår ser ut, har vi tegnet opp de viktigste komponentene i SolidWorks. Vi har satt de sammen for å illustrere hvordan vi ser for oss at maskinlinjen skal se ut.

Det som behøves i tillegg til disse komponentene er innkapslingen som gjør det hele til et lukket system. I et slikt system med mange bevegende armer er det veldig viktig at operatører ikke kan komme i fare for å bli skadet av roboter som jobber. Systemet må også være lukket for å holde temperaturen på produksjonslinjen lav. For at fisken skal holde seg fersk gjennom hele prosessen er det viktig å ha konstant kjøling. For å unngå å kjøle ned hele fabrikken, noe som både er dyrt og unødvendig, kan man fokusere på å bare kjøle ned prosessområdet. Da oppnår man bedre arbeidsforhold for operatørene, ønskelig temperatur for fisken og kostnadsbesparelser.

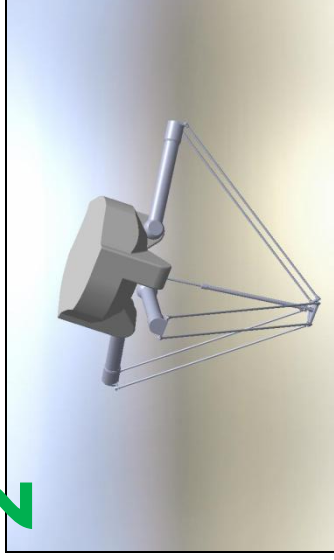


Rulle verktøyetets virkemåte:  
Kald sylinder som rulles over fisken.  
Fjerner grovt største del av svarthinna.  
Skrape på oversiden som renser rullen.  
Fjæringen sørger for jevn belastning.



FlexPickeren:  
Neste steg i prosessen er å fjerne restene etter rulleverktøyet. Her brukes en FlexPicker i kombinasjon med et peltier element. Bildet under viser FlexPickeren.

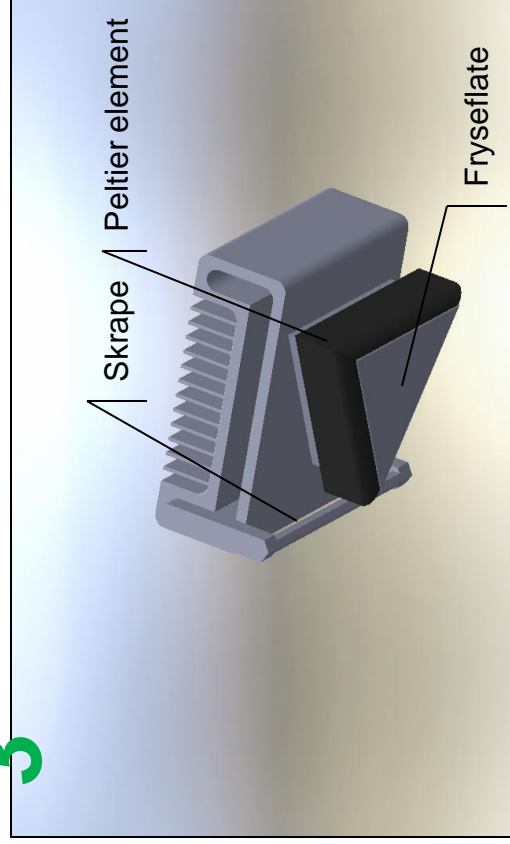
2



Vi velger oss en FlexPicker fra ABB av typen IRB 360.

- Kan løfte opptil 3kg
- "Hygienisk design". Kan lett rengjøres.
- Intigert vision system.
- Høy hastighet

3



Peltier elementet:  
Dette er verktøyet som skal festes til FlexPickeren. Fryseflaten har trekant form for å lettest komme til på vanskelig områder, og for å hindre at deler av flaten skal komme over på fiskekjøttet.  
Skrapen er integrert i verktøyet og beveger seg raskt over fryseflaten når FlexPickeren er i øverste stilling.



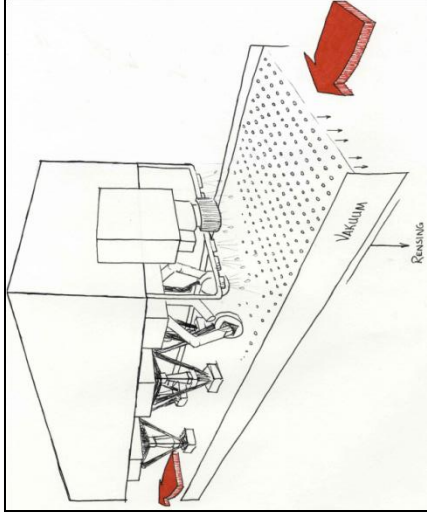
Bildeserien viser hvordan fryseflaten blir renset. For at ikke avfallet ikke skal falle ned på fisken er en slange som suger dette vekk festet på bøylene.

Vi tok utgangspunkt i teknologier som allerede eksisterte. For å få en oversikt over hva som kunne fungere for oss, utførte vi noen raske forsøk med de teknologiene vi så for oss kunne fungere.

Etter testen av teknologiene på laben, gikk vi videre med å evaluere disse opp mot produktkravspesifikasjonen.

Etter to runder med evaluering av teknologiene fikk vi satt opp tre forskjellige konsepter. Her kom frysekonseptet best ut, og vi valgte å gå videre med dette.

Utfordringen er å få fjernet alt av svarthinna, greier ikke systemet dette, er integreringen av et automatisk system meningsløst.



### Konklusjon:

Det finnes per dags dato ingen fullgod løsning for automatisert fjerning av svarthinne på torsk. I dag gjøres alt manuelt og det er en tidkrevende prosess.

For vår del var det å utvikle et mekanisk system den mest naturlige løsningen, men vi la merke til at bleking av svarthinna ga gode resultater og bør forskes videre på.

Mye av fokuset under utviklingen ble lagt på å kartlegge svarthinns egenskaper og hvordan den reagerte på ulike påkjenninger. Det viste seg at det var stor fysiske forskjeller på svarthinna fra en torsk til en annen, noe som gjør fullautomatisert fjerning vanskelig. Blåsekonseptet fungerte dårlig på grunn av disse forskjellene. Til tider satt svarthinna så godt fast at blåsing ikke var tilstrekkelig og det oppstod uakseptabel skade på fiskekjøttet.

Frysekonseptet skilte seg spesielt ut fordi man ikke fikk skade på fiskekjøttet. Systemet er svært fleksibelt og kan med letthet håndtere fisk i forskjellige størrelser. Her er det også rom for å legge til verktøy for fjerning av kveis.

Visionssystemet integrert i FlexPickeren sørger for at ingen fisk kommer igjennom med rester av svarthinne.

Største ulempen med systemet er at det vil trenge lang innkjøringstid med tanke på hvor mye som må justeres.

