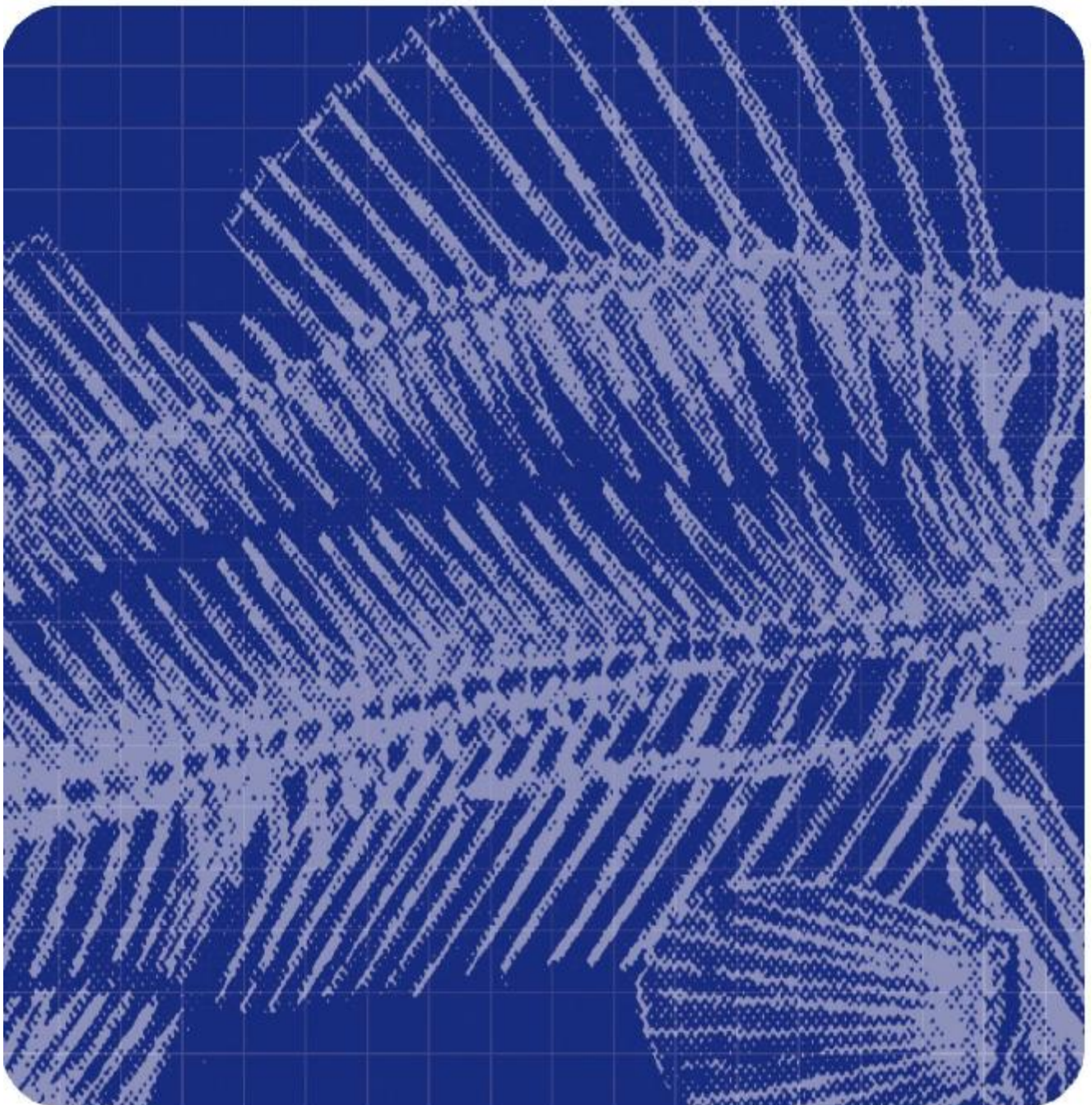


Test av filetlinjen til Skaginn

Sjúrður Joensen, Vidar Hardarson (SINTEF) og Jan-Vidar Olsen (Aker Seafoods Finnmark).





Norut Gruppen er et konsern for anvendt forskning og utvikling og består av morselskap og seks datterselskaper. Konsernet ble etablert i 1992 – fundamentert på daværende FORUTs fire avdelinger og Fiskeriforskning.

Konsernet består i dag av følgende selskaper:

Fiskeriforskning, Tromsø

Norut IT, Tromsø

Norut Samfunnsforskning, Tromsø

Norut Medisin og Helse, Tromsø

Norut Teknologi, Narvik

Norut NIBR Finnmark, Alta

Konsernet har til sammen vel 240 ansatte.



Fiskeriforskning

Fiskeriforskning (Norsk institutt for fiskeri- og havbruksforskning AS) utfører forskning og utvikling for fiskeri- og havbruksnæringen.

Gjennom strategisk næringsrettet forskning og utviklingsarbeid, i samarbeid med næringsaktører og det offentlige, skal Fiskeriforsknings arbeid bidra til utvikling av

- etterspurt sjømat
 - aktuelle oppdrettsarter
 - bioteknologiske produkter
 - teknologiske løsninger
- for dermed å gi konkurransedyktige virksomheter.

Fiskeriforskning har ca. 170 ansatte fordelt på Tromsø (120) og Bergen (50).

Fiskeriforskning har velutstyrte laboratorier og forsøksanlegg i Tromsø og Bergen. Norconserv i Stavanger med 30 ansatte er et datterselskap av Fiskeriforskning.

Hovedkontor Tromsø:
Muninbakken 9-13
Postboks 6122
N-9291 Tromsø
Telefon: 77 62 90 00
Telefaks: 77 62 91 00
E-post: post@fiskeriforskning.no

Avdelingskontor Bergen:
Kjerreidviken 16
N-5141 Fyllingsdalen
Telefon: 55 50 12 00
Telefaks: 55 50 12 99
E-post: office@fiskeriforskning.no

Internett: www.fiskeriforskning.no

RAPPORT

	<i>Tilgjengelighet:</i> Konfidensiell
<i>Tittel:</i> Test av filetlinjen til Skaginn	<i>Dato:</i> 03.01.2007
	<i>Antall sider og bilag:</i> 45
	<i>Forskningssjef:</i> Even Stenberg
<i>Forfatter(e):</i> Sjúrður Joensen, Vidar Hardarson (SINTEF Energiforskning AS) og Jan-Vidar Olsen (Aker Seafoods Finnmark AS).	<i>Prosjektnr.:</i> 20325
<i>Oppdragsgiver:</i> Filetforum	<i>Oppdragsgivers ref.:</i> Kristian Prytz
<i>Tre stikkord:</i> Filetering, hyse, spalting	
<i>Sammendrag: (maks 200 ord)</i> Som del av prosjektet ”Temperaturstyring fra fangst til marked”, oppdragsgiver FHL Filetforum, har SINTEF Energiforskning og Fiskeriforskning deltatt i vurderingen av en nytt konsept for produksjon av filet som er utviklet av den islandske bedriften Skaginn. Det ble gjennomført 15 enkeltstående forsøk, med 30 hysefileter i hvert forsøk. Det ble lagt særlig vekt på testing av Skaginn standard linje og hovedsakelig skinnemaskinen. Som en kontroll ble det i flere av forsøkene også skinnnet filet med en Baader 51. I Skaginn-linjen prøver en å beholde styrken i fileten lengst mulig under bearbeidingen, noe som innebærer at skinnnet beholdes på fileten under fortrimmingen og at fileten superkjøles før den skinnes. Superkjølingsgraden er tilpasset behovet for styrke/elastisitet og er ikke optimalisert i forhold til temperaturstabilitet under transport og distribusjon. Både på filetkjøleren og skinnkjøleren er det potensial for forbedringer, for å gi mer jevn og sikker bortføring av varme fra filetene. Andelen hysefileter med mye spalting etter skinning i Skaginn-linjen var kun 9 %, mens tilsvarende andel etter skinning i Baader 51 var 78 %. Filetene ut fra Skaginn-linjen hadde også et mer homogent utseende og beholdt i større grad samme fasong etter skinning som før skinning. Skaginn-linjen er ennå ikke i daglig drift i industrien og det mangler derfor erfaringer med hvordan linjen, inkludert skinnemaskinen, fungerer og leverer over tid, samt eventuelle driftsproblemer.	

INNHold

1	Kort sammenfatning av resultatene	1
2	Bakgrunn	4
3	Beskrivelse av Skaginn-linjen	5
4	Beskrivels av forsøk	11
4.1	Råstoff.....	11
4.2	Oversikt over forsøkene	11
4.3	Vurderinger av filetene	12
4.4	Utbytter	13
4.5	Temperaturmålinger.....	13
5	Resultater	14
5.1	Registrerte temperaturer	14
5.1.1	Produktomgivelsene - Luft og vanntemperaturer.....	14
5.1.2	Fisk- og filetemperaturer	18
5.2	Filetkvalitet	22
5.2.1	Spalting etter skinning i Skaginn skinner eller Baader 51	22
5.2.2	Spalting etter henholdsvis filetering og skinning	26
5.2.3	Spalting som superkjølt og etter "opptining"	27
5.2.4	Spalting som følge av endringer i Skaginn-linjen.....	28
5.2.5	Skinnefeil	29
5.3	Utbytter	30
5.4	Drypptap	32
5.5	Saltmålinger	33
6	Skaginn-linjen – diverse observasjoner og innspill	34
6.1	Filetmaskinen	34
6.2	Fortrimming etter filetering.....	34
6.3	Issørpeanlegg	34
6.4	Filetkjøler	35
6.5	Skinnekjøler	35
6.6	Vannkutter.....	36
6.7	Skinne maskin.....	36
6.8	Ettertrimming.....	37
7	Diskusjon	38
7.1	Temperatur og kjøling	38
7.2	Filetkvalitet og utbytte.....	39
8	Konklusjon	40

1 Sammenfatning av resultatene

Skaginn har utviklet en filetlinje hvor en har tatt sikte på å produsere fileter av høy kvalitet og som samtidig er superkjølte. Linjen er spesielt godt egnet til bløtt råstoff, for eksempel hyse. Kvaliteten i filetene opprettholdes ved at en unngår spalting gjennom å la skinnen være på fileten under trimming av finnefester, samt at fileten superkjøles før den skinner. Skinningen skjer i en egenutviklet maskin, som skinner superkjølte fileter meget skånsomt.

Skaginn-linjen er bygget opp slik at etter filetmaskinen blir filetene trimmet med skinnen på. Prosessbetingelsene kan varieres, men under testene gikk filetene i 15 minutter gjennom en såkalt filetkjøler med issørpe som inneholdt 2,5 % salt. Denne kjøler filetene, samtidig som saltet gir fileten bedre elastisitet. Filetene legges deretter på band inn i en skinnkjøler (superkjøling) i ca. 8 minutter ved -7°C . Skinningen gjøres deretter på superkjølte fileter, med en meget skånsom skinnemaskin som er utviklet til formålet.

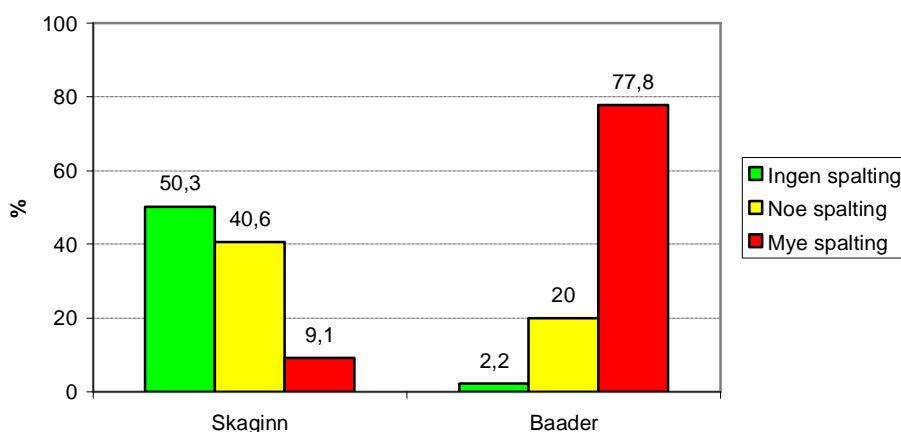
Hele linjen er ennå ikke i full drift på noen bedrifter. På bedriften Festi er imidlertid det meste av linjen i kontinuerlig bruk, bortsett fra skinnemaskinen. Under en demonstrasjon av linjen på Festi ble det testet linefanget hyse, hvor resultatet tilsynelatende var meget godt. For å teste linjen ble det gjort flere forsøk. Hovedvekten i disse forsøkene ble lagt på å teste ut trålfanget hyse i linjen, og da særlig med vekt på skinnemaskinen.

I forsøkene ble det benyttet to til seks dagers trålhyse. Det ble gjennomført til sammen 15 enkeltstående forsøk. I de fleste forsøkene ble filetene kjørt gjennom linjen som den var satt opp av Skaginn. For å ha et sammenlikningsgrunnlag ble flere fileter skinner rett etter filetmaskinen i en Baader 51 skinnemaskin. Det ble gjennomført enkeltstående forsøk hvor forholdene i filetkjøleren ble endret, med kortere oppholdstid, samt bruk av freskvann. For å vurdere nødvendigheten av trimming etter filetmaskinen, ble det gjort tester med ulike grader av trimming.

Hovedvekten ble lagt på å registrere spalting på filetene, men utviklingen i vekt og temperatur ble også registrert.

Registrerte temperaturer i linjen viste at fileten gikk gjennom flere temperatursoner fra råstoff til ferdig filet. I filetkjøleren ble temperaturen målt til omkring null grader men det ble registrert relativt store forskjeller mellom topp og bunn, samt mellom starten og slutten av karet. Her er det muligheter til forbedringer, både gjennom bedre isolasjon av karet og bedre sirkulasjon. I skinnkjøleren ble det målt forskjeller mellom inn- og utmatingsenden, samt i båndets bredde. Disse forskjellene i temperatur vil kunne gi forskjeller i filetenes temperatur. Det ble registrert noe forskjellig temperatur på fileten, men det ble ikke gjort systematiske forsøk for å avdekke forskjeller i ulike deler av skinnkjøleren. Det pågår utviklingsarbeid på Island som har jevnere superkjølingsgrad over båndets bredde som mål.

Spalting av filetene ble registrert både ut fra Skaginn-linjen og etter skinning i en Baader 51. Etter skinning i Baader 51 var 2 % av fileten uten spalting, 20 % noe spaltet, mens 78 % var mye spaltet. Etter Skaginn-linjen var 50 % av filetene uten spalting, 41 % noe spaltet og 9 % mye spaltet. Dette er en meget stor forskjell i spalting. I tillegg ble det registrert at filetene fra Baader var mer opprevet i kantene, noe som ga dem et lite homogent utseende. Filetene ut fra Skaginn-linjen var ikke opprevet i kantene og hadde samme form som filet med skinn.



Etter skinning i Skaginn-skinneren var spaltingen omtrent den samme (en liten økning) som ble registrert i filet med skinn ut fra filetmaskinen. Kvaliteten ble derfor ikke forverret fra filetmaskinen til ferdig skinnnet filet.

Filetene ut fra Skaginn-linjen er superkjølte. For at sikre at man faktisk fikk øye på eventuelle spaltinger i fileten ble det gjort tester hvor målingene ble gjort på bløte fileter som var ”oppvarmet”. På bløte fileter var registrert spalting økt noe, eksempelvis var andelen mye spaltet filet økt fra 9 % til 16 %.

Kortere oppholdstid i filetkjøleren endret ikke graden av spalting. Bruk av ferskvann økte spaltingen litt. Ved å ikke bruke filetkjøleren økte andelen spaltet filet mye, til 38 %.

Frekvensen av skinnefeil ble også registrert. Ut fra Baader 51 ble ingen fileter registrert med skinnefeil, mens ut fra Skaginn hadde hele 5 % av filetene skinnefeil. Andelen skinnefeil økte drastisk jo mindre filetene ble fortrimmet. Utrimmede fileten som hadde finnefester hadde en andel med skinnefeil på 73 %. Slik skinneren fungerte er det åpenbart at filetene må fortrimmes før skinning.

Utbytte fra selve skinningen var for Skaginn-skinneren 91,8 %, mens det for Baader 51 ble målt til 92,5 %. Filetene i Skaginn-linjen ble imidlertid lagt i isslurry der det ble målt en vektøkning på ca. 5 %, mens det i skinnkjøleren ble målt et vekttap på ca. 3 %. Det totale utbyttet fra trimming til skinnnet filet blir derfor 93,3 % i Skaginn-linjen, sammenliknet med 92,5 % i Baader 51 skinneren.

Filetene som legges i filetkjøleren tar opp salt avhengig av filetens størrelse (overflate og tykkelse), oppholdstid, temperatur og mengde salt i issørpen. I vårt forsøk ble det målt 2,3 % salt i issørpen. I fileten ble det målt gjennomsnittlig 0,44 % salt i sporden og 0,27 % i midtstykket på fileten. Fileter som ikke ble dyppet i laken holt et saltinnhold på 0,2 %.

Oppsummert viste forsøkene at Skaginn skinnemaskinen er meget skånsomt, generelt blir ikke filetene mer spaltet enn de er når de kommer ut fra filetmaskinen. Slik skinnemaskinen fremstår i dag har den svakheter ved at det forekommer skinnefeil på filetene. På ca. 5 % av filetene sitter deler av skinnet igjen, som oftes i gattområdet. Kraftige finnefester gjør også at filetene henger seg opp og blir dårlig skinnet. Denne generasjonen av skinneren er ikke testet industrielt, driftsstabilitet og eventuelle driftsproblemer kan en derfor ikke si noe om.

Vår helhetlige vurdering av Skaginn-linjen er at den virker godt gjennomtenkt og er i stand til å levere fileter med meget lite spalting. Vi har ikke gjort inngående vurderinger av alle trinn i linjen, men det finnes åpenbare faktorer som en bør se nærmere på. Den største ulempen er nok at linjen ennå ikke er godt nok testet over lengere tid i industrien. På produksiden bør en også tenke på at filetene må superkjøles og at de vil innhelode litt salt. Skinnemaskinen gir skinnefeil, kapasitet eller driftssikkerhet er heller ikke godt nok dokumentert. Linjen krever mye plass og arbeidsoperasjonene er annerledes enn i andre ordinære linjer. Som linjen står i dag må en del av trimmingen foregå på superkjølt filet, noe som kan være en ulempe i forhold til arbeidsmiljø ved at de som kutter lettere vil fryse på fingrene. Det ser imidlertid ut som at kniven skjærer omtrent like lett gjennom en moderat superkjølt filet som en filet ved 0°C.

2 Bakgrunn

Som del av prosjektet ”Temperaturstyring fra fangst til marked”, oppdragsgiver FHL Filetforum, har SINTEF Energiforskning og Fiskeriforskning vært med på å vurdere en nytt konsept for foredling av fiskefilet fra den islandske bedriften Skaginn, populært kalt Skaginn-linjen. Interessen for denne linjen er knyttet til produsentens påstand om usedvanlig skånsom behandling, som åpner muligheten for at større andel av råstoffet kan brukes til godt betalte ferske fiskeprodukter som loins m.m.

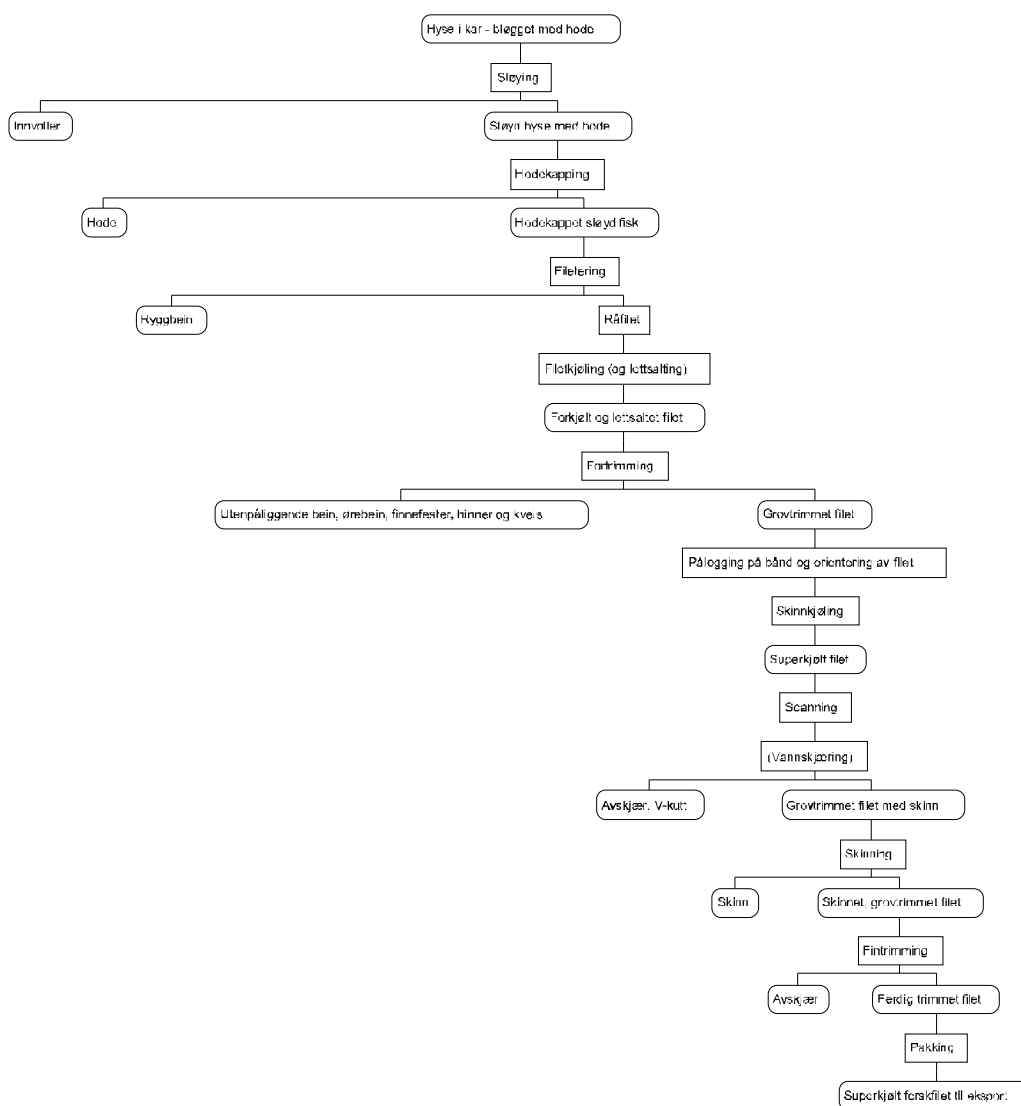
Hyse er et fiskeslag som, sammenlignet med torsk, er svært ømtålig for mekanisk påkjenning. Ved en demonstrasjon i bedriften Festi i Hafnarfjurdur, Island, 2. november 2006 imponerte Skaginn-konseptet de besøkende. Festi er imidlertid basert på videreforedling og eksport av et svært godt fiskeråstoff. Deres båter leverer maksimalt ett døgn gammel, linefanget fisk iset i kar til den havnen som ligger nærmest fiskefeltet. Derfra kjøres fisken, i de samme karene, på kjølebiler til Hafnarfordur, hvor den sløyes, hodekappes og fileteres. I Norge ilandføres mye trålfanget hyse, slik at råstoffet for deler av industrien er både eldre og har vært gjennom tøffere behandling. Norsk industri er derfor interessert i å få dokumentert hvor god Skaginn-linjen er for bearbeiding av slik trålfanget hyse.

I tillegg til skånsom logistikk (lite fall, minst mulig løfting av fileten m.m.) skiller en standard Skaginn-linje seg fra andre tradisjonelle linjer ved at fileten er forbehandlet for å gi den en ekstra mekanisk styrke. For det første skinner fileten ikke umiddelbart etter filetmaskinen slik tilfellet er i en vanlig Baader-189/51-prosess. Skinnen beholdes i stedet på fileten så lenge som mulig, eller inn til prosesstrinnet før fintrimming. For det andre gis muskelen ekstra styrke gjennom lett salting og superkjøling. Grunnen til at dette fører til styrking av fileten er knyttet både til økt saltinnhold som gir elasticitet og til lavere temperatur. Disse effektene oppnås i en totrinns prosess bestående av lettsalting i et iskjølt lakebad (issørpe) etterfulgt av superkjøling i en kombinert kontakt-/konveksjonskjøler, benevnt CBC-kjøler (Contact Blast Chiller).

Skaginn-prosessen hos Festi er av tredje generasjon og er fortsatt under utvikling. Oss bekjent finnes det ingen komplett Skaginn-linje i kontinuerlig drift. I tillegg til mekanisk, elektronisk og annen driftsmessig stabilitet er det ved vurdering av konseptets egnethet for norske forhold ønskelig å kunne måle salt- og vannopptak i sluttproduktet, samt vurdere utbytte og kvalitet. Ved månedsskiftet november-desember 2006 reiste derfor to forskere, Sjúrdur Joensen fra Fiskeriforskning og Vidar Hardarson fra SINTEF Energiforskning, i lag med Jan-Vidar Olsen fra Aker Seafoods Hammerfest til Island for å utføre videre testing av Skaginn-linjen.

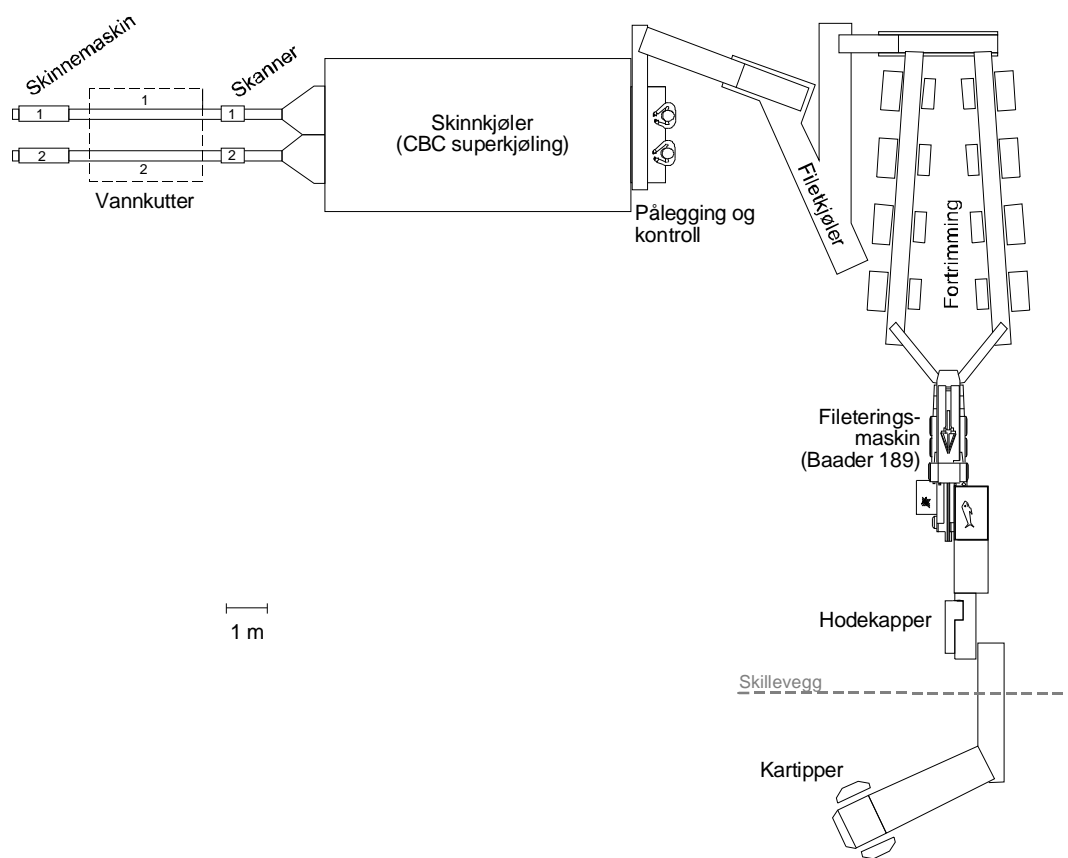
3 Beskrivelse av Skaginn-linjen

En tradisjonell filetforedlingslinje for trålfisk består av trinnene hodekapping – filetering – skinning – trimming – stykning – pakking. Skaginn-linjen består i tillegg av trinnene filetkjøling (lettsalting i issørpe) og skinnkjøling (superkjøling). I Skaginn-linjen har en også delt trimmingen i to, én grov fortrimmingsdel rett etter filetering og den tradisjonelle fintrimmingen av ferdigporsjonerte og skinnede stykker. Figuren under viser flytskjema for Skaginn-linjen på Festi.



Figur 1. Flytskjema av Skaginn-linjen i Festi, Hafnarfjordur, Island.

Den konkrete utforming av produksjonslinjen fremgår av figuren under.



Figur 2. Skisse av Skaginn-linjens utforming i Festi, Hafnarfjordur, Island.

Råstoffet, sløyd fisk i kar med issørpe, blir kjørt fra kjølelageret til kartipperen. Tipperen er av Skaginn-type som doserer fisken direkte inn på transportbåndet etter signal fra operatøren ved hodekappemaskinen. Den hodekappede fisken går deretter direkte til fileteringsmaskinen, hvoretter høyre og venstre filet (med skinnet på) fordeles inn på to parallelle trimmelinjer. Båndet på disse linjene går stegvis fremover og operatørene legger fileten tilbake på samme båndet etter ha fjernet finnefeste, hinner, ørebein og ev. kveis.

Ved enden av trimmebåndene faller filetene ned på et samlebånd som løfter dem opp i filetkjøleren. Dette er vist i Figur 3.



Figur 3. Overføring av filet fra trimmebord til filetkjøler. Enden av det doble trimmebåndet er synlig i bakgrunnen, innmatingsdelen av filetkjøleren (issørpekaret) i forgrunnen.

Som det fremgår av Figur 2 har filetkjøleren på Festi en noe uvanlig "V" lignende form. Bakgrunnen er sannsynligvis et ønske om å utnytte gulvplassen best mulig. Filetene føres dermed gjennom tanken v.h.a. tre transportbånd, ett i hver legg av "V-en" og ett som løfter filetene ut av issørpen. Det første båndet ligger ganske høyt oppe under vannskorpen, noe som vises tydelig i figuren over. Det kan være en utfordring å oppnå en god blanding av issørpe og filet, særlig ved uregelmessig tilførsel til tanken. Mens filetmengden varierer i takt med arbeidsrytmen til trimmerne, styres tilførselen av issørpen v.h.a. et ur. Hvert 20 minutt tilføres en dose med issørpe med 2,5 % saltinnhold. I Figur 4 ser en at når tilførselsrøret tømmes v.h.a. trykkluft bidrar dette sterkt til å danne proteinskum på væskeoverflaten.



Figur 4. Rør for tilførsel av issørpe til filetkjøleren, i siste del av tømme-fasen



Figur 5. Overgang mellom første og andre transportbånd i filetkjøler sett fra utmatingsenden.



Figur 6. Overgang mellom andre og tredje transportbånd i filetkjøler. Filetene føres ut av tanken v.h.a. av båndet i bunn av tanken, og mates ut mot venstre side av figuren.



Figur 7. Full filetkjøler sett mot utmatingsenden.

Filetene føres framover i tanken v.h.a. lave medbringere med en rate beregnet ut fra ønsket holdetid. Ved enden av en transportør synker filetene ned til neste bånd, som nødvendigvis ligger dypere i tanken. Den tredje transportøren føre til slutt filetene ut av tanken i en vinkel på ca. 45°. Tanken har ikke tvungen (pumpe-) sirkulasjon av issørpen, og filetene vil derfor være omgitt av stadig varmere væske. Årsaken til dette er todelt. For det første er ispartiklene lettere enn væskefasen og flyter derfor opp mot overflaten. For det andre varmes den opp fra arbeidslokalet gjennom tankens vegger og bunn. Med dagens utforming vil den innledende kjølingen, når filetene møter den ferske issørpen, høyst sannsynlig gå tapt.



Figur 8. Skinnkjøleren sett fra innmatingsenden og fremover langs ene siden. Trykkvanns- og kuldeanlegg på taket av kjøleren.



Figur 9. Transportbånd mellom filet- og skinnkjøler. Legg merke til den lille bordplaten på innmatingsplattformen som kan brukes til grovtrimming av enkelte fileter.

Holdetiden i filetkjøleren beregnes ut fra kravet om at filetene skal oppnå ønsket saltinnhold. Vanligvis ligger den mellom 12 og 15 minutter, avhengig av filetens størrelse, råstoffets alder m.m. For å oppnå ønsket temperatur i forhold til optimal bearbeiding og superkjølingsgrad, sendes filetene gjennom superkjøler, som i Skaginns terminologi kalles for en skinnkjøler (Figur 8). Superkjølingen oppnås ved at filetene legges manuelt på et innmatingsbånd (Figur 9), med tykkenden av fileten først. Dette har den fordel at det blir lettere å strekke ut filetene og få dem til å ligge rett på båndet. Innmatingsbandet flytter filetene inni en slusesone hvor de overføres til et forkjølt aluminiumsbånd. Filetens overflate og båndets underside, som er utstyrt med kjøleribber, kjøles siden videre i en sirkulerende strøm av kald luft, ca. $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Området i skinnkjøleren som er dedikert til superkjølingsprosessen er omtrent 6 m langt og 2,5 m bredt. Oppholdstiden varierer avhengig av filetstørrelse, produksjonskapasitet m.m., men er i størrelsesorden 5 til 8 minutter. Kjøleren, i nåværende utforming, er svært plasskrevende og har grunnflate, inkl. inn- og utmatingssoner og sluser i begge ender, på ca. $11 \times 4 = 44\text{ m}^2$.



Figur 10. Skinnkjølerens utmatingsende. Båndene for overføring av filetene til de to skjære- og skinnelinjene er vippet opp i nesten vertikal stilling. Filetskanneren vises helt til venstre i bildet.

Filetene brekkes av båndet når dette bøyes rundt motortrommelen for å returnere til forkjølingssonen. Av styrkemessige hensyn er det en fordel at den tykke enden kommer først ut, men ulempen er at fileten må vendes før de legges på båndet som flytter dem til skanner, vannskjærer og skinnemaskin. Dette båndet er et relativt smalt ståltrådbånd med plass til kun en filet i bredden. For å rettighetsbeskytte utstyr og komponenter som fortsatt er under utvikling, får vi ikke lov å publisere bilder av denne siste delen av Skaginn-linjen, første del av skanneren kan imidlertid ses i venstre kant av Figur 10.

4 Beskrivelse av forsøk

4.1 Råstoff

Råstoffet som ble benyttet i forsøkene var hentet fra 2 trålfangster, som er beskrevet under. I fremstilling av resultatene er det ikke skilt mellom disse fangstene, kun etter dager på kjøll.

Tabell 1. Oversikt over råstoffet

Råstoff nr.	1	2
Fiskeslag	Hyse	Hyse
Fiskens størrelse	Medium og stor	Mest liten
Fangst dato	23.nov	27.nov
Båtens navn	Sturlaugur Ak-10	Stefnir Is-28
Kaptein		Kristján Jóakimsson
Fangstfelt	Utenfor Vestfjordene	Utenfor Vestfjordene
Fangstredskap	Trål	Trål
Halets størrelse [tonn]	2 - 3	ca. 1,5
Kjølemedium i kar (460 liter)	Ferskvannsis	Ferskvannsis
Rederi	HB Grandi	Gunnvör HF
Landingssted	Akranes	Hnífsdal
Landingsdato	27.nov	29.nov
Alder ved landing [døgn]	4	2

4.2 Oversikt over forsøkene

Til sammen ble det gjort 15 enkeltstående forsøk. I hvert forsøk ble 15 hyser plukket ut og vurdert som råstoff. Etter filetmaskin ble filetene delt i 2 grupper med blanding av høyre og venstre fileter, men med en filet fra hver fisk i hver gruppe (part 1 og part 2).

Hver av gruppene ble kjørt gjennom linjen slik som oversikten i Tabell 2 viser. I de fleste forsøkene ble filetene kjørt gjennom Skaginns standard linje. Som en slags kontroll ble flere forsøk også kjørt med skinning i en Baader 51. Det må imidlertid bemerkes at Baader 51 ikke ble spesielt optimalisert eller tilpasset skinning av hysefilet, den ble benyttet som den stod i bedriften Festi. Resultatene fra Baader 51 representerer derfor sannsynligvis ikke det beste som kan oppnås med en slik skinnemaskin.

Andre forsøk som ble testet var halvering av tiden i issørpe (7 minutter), bruk av ferskvann i stedet for salt i issørpen, filetkjøling uten dypp i issørpe (Direkte) samt forskjellige trimmeograder på fileten før skinning.

Tabell 2. Oversikt over gjennomførte forsøk.

Forsøk nr.	Råstoff nr.	Råstoff alder	Part 1 (15 fileter)	Part 2 (15 fileter)
1	1	4	Skaginn Standard	Baader 51
2	1	5	Skaginn Standard	Baader 51
3	1	5	Skaginn Standard	Baader 51
4	1	6	Skaginn Standard	Baader 51
5				
6	2	2	Skaginn Standard i 15 min.	7 minutt i standard issørpe
7	2	2	Direkte i skinn-kjøler	15 min. i saltfattig sørpe
8	2	2	Direkte i skinn-kjøler	15 min. i saltfattig sørpe
9	2	2	Standard sørpe i 15 min.	Standard sørpe i 7 min.
10	2	3	Standard sørpe i 15 min.	Saltfattig sørpe i 15 min.
11	2	3	Skaginn Standard	Baader 51
12	2	3	Standard sørpe i 15 min.	Standard sørpe, grovtrimmet – med finnefeste
13	2	3	Standard sørpe i 15 min. - grovtrimmet kun ørebein fjernet	Standard sørpe i 15 min. - fortrimmet men med bukklapp
14	2	4	Standard sørpe i 15 min. - utrimmede fine fileter	Standard sørpe i 15 min. - utrimmede og med finnefester
15	2	4	Standard sørpe i 15 min.	15 min. i saltfattig issørpe
16	2	4	Standard sørpe i 15 min.	Baader 51

4.3 Vurderinger av filetene



Figur 11. Bildereferanser og karakterskala som ble benyttet ved vurdering av spaltingsgrad på filetene før og etter skinning.

Den viktigste vurderingen av filetene var spaltingsgrad og skjemaet med bildereferanser som ble benyttet til dette er vist i figur 11.

Det ble også registrert frekvens av skinnefeil og notert andre avvik som kunne oppstå under forsøket. Det ble tatt bilder for å dokumentere noen av forskjellene som var observert.

4.4 Utbytter

Etter filetmaskinen ble filetene trimmet. Etter denne trimmingen ble filetene veid og vekten fulgt i hvert steg videre i prosessen. Dermed fikk vi indikasjoner på vektendringer i hvert trinn i prosessen.

Vektmålingene ble gjort ved bulkveging av 15 fileter. Det var ikke lagt opp til noen spesiell avrenning på hver filet. Alle filetene lå i en perforert kurv i ca. 1 min. Det betyr i praksis at fileter som ble veid etter opphold i vann fikk litt for høye vekter sammenliknet med optimal avrenning, slik at eksempelvis vektene ut fra issørpe og Baader 51 skinneren er litt høyere enn om filetene hadde vært lagt til god avrenning.

4.5 Temperaturmålinger

Punktmålingene ble gjennomført v.h.a. Comarks C9092 Thermometer (ntnu/sintef-instrument kn02-0009) med oppløsning på 0,1°C og nøyaktighet på ca. $\pm 0,3^\circ\text{C}$. De kontinuerlige temperaturregistreringene ble gjennomført med StowAway TidbiT XT dataloggere med internt minne og ekstern sensor plassert i enden av et 2,5⁰ mm tykt kanylerør. Oppløsningen er 0,3°C og nøyaktighet ca. $\pm 0,5^\circ\text{C}$.

I tillegg fikk vi tilgang til målinger som ble utført av forsker Sveinn Vikingur Árnason ved Fiskeindustriens forskningsinstitutt i Island (Rannsóknastofnun fiskiðnaðarings, RF) en av de dagene vi var på anlegget. Disse målingene ble gjennomført v.h.a. iButton dataloggere type DS 1922L med oppløsning på 0,06 °C, diameter 17 mm og tykkelse 6 mm.

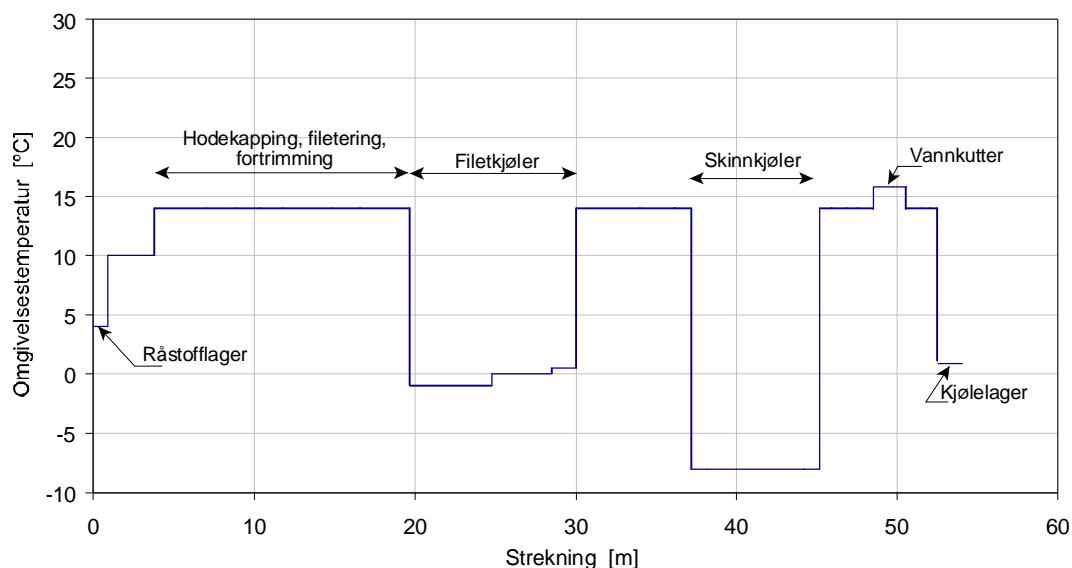
Ved måling av temperatur i hel fisk ble kanylerøret stukket ca. 5 - 10 cm inn langs ryggsøylen via strupesnittet. Filetenes "kjerne"-temperatur refererer til geometrisk senter ca. 5 cm fra tykkfiskenden. Ved måling av skinntemperatur ble kanylerøret ført ca. 5 cm inn langs innsiden av skinnet.

5 Resultater

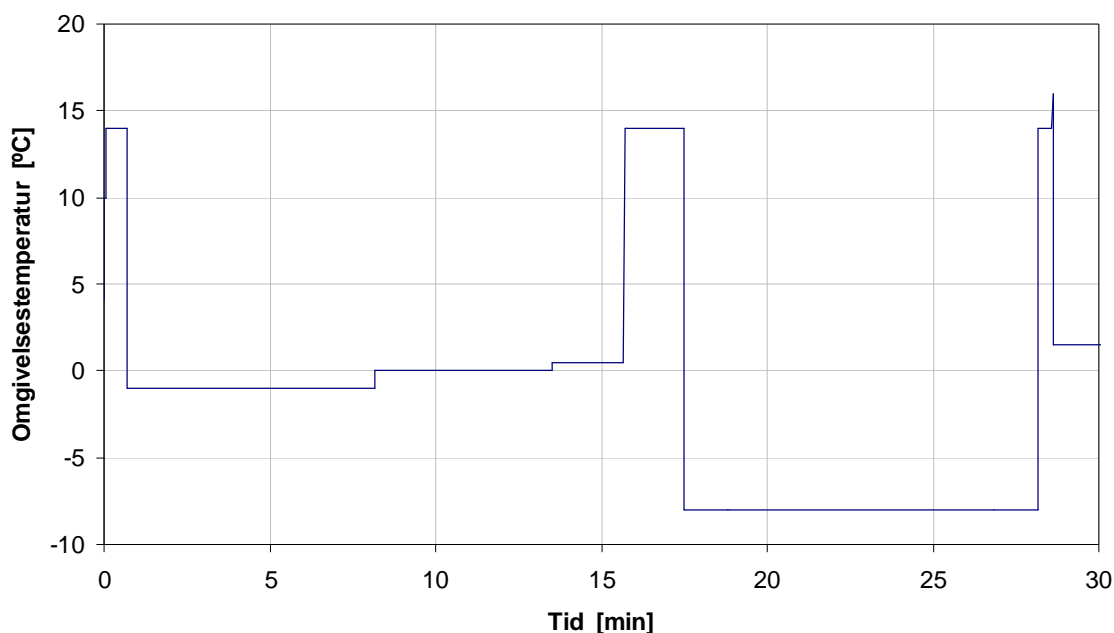
5.1 Registrerte temperaturer

Fisken går gjennom flere temperatursoner på sin vei fra råstoff til ferdigpakket filetprodukt. Temperaturen i fisken vil derfor variere gjennom produksjonen avhengig av håndtering, produksjonsforløp og fiskens størrelse. Overflatetemperaturen er mest utsatt for svingninger i omgivelsestemperaturen mens kjernen følger etter med en tidsforsinkelse. Punktmålinger v.h.a. håndtermometer kan derfor ikke være nøyaktige, men kun gi pekepinn om de faktiske forholdene. Ved kontinuerlig måling med dataloggere vil en kunne få et klarere inntrykk av tidsvariasjonen men målingene vil fortsatt ha usikkerhet knyttet til målepunktets plassering i fisken og varmeledning langs temperatursonden.

5.1.1 Produktomgivelsene - Luft og vanntemperaturer



Figur 12. Nominelle omgivelsestemperaturer langs produksjonslinjen på Festi. Ekvivalent temperatur i vannkutter er anslått.



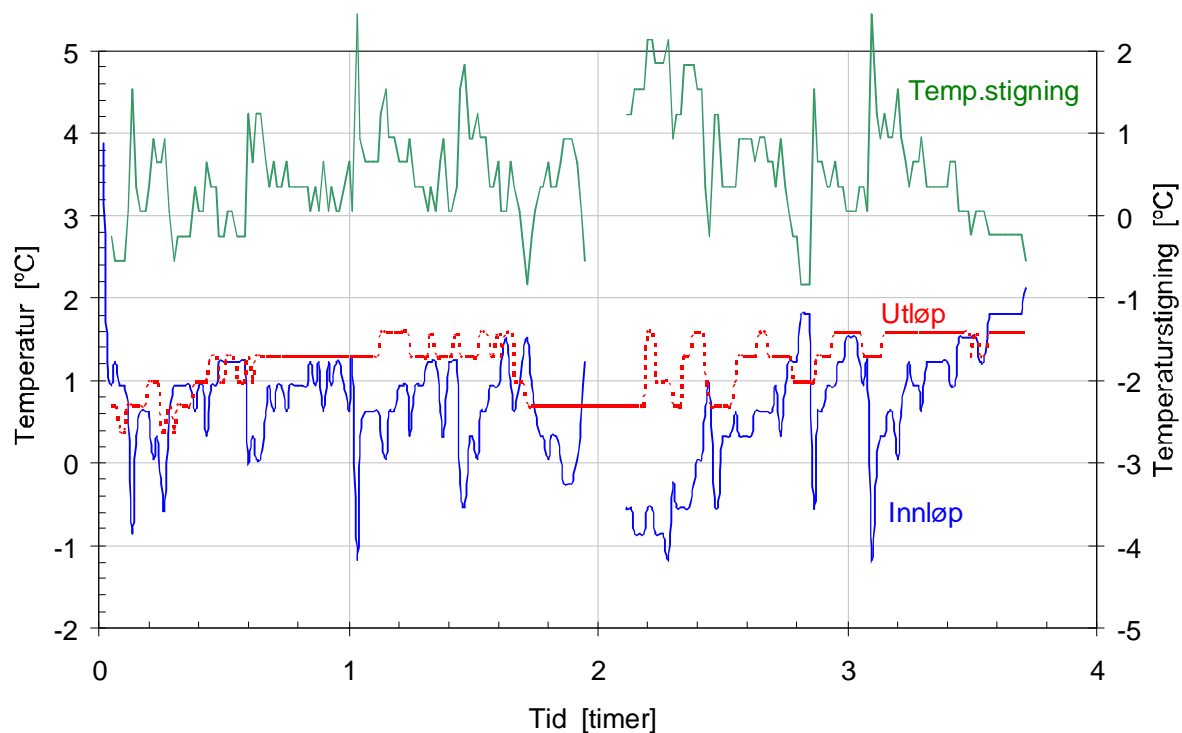
Figur 13. Nominelle omgivelsestemperaturer gjennom produksjonslinjen på Festi ved jevn produksjonsrate á 30 fisker pr. minutt.

Lufttemperaturen på råstofflageret varierte noe avhengig av avstand til de to luftkjølerne og om døren stod åpen, i snitt lå den på 4,2 °C.

Lufttemperaturen i arbeidslokalet var høy, ca. 14 °C. Hovedgrunnen til dette er at Skaginn-linjen på Festi er en prototyp med en midlertidig utførelse av skinnkjølerens kuldeanlegg. Kompressor og kondensator m.m. står oppe på kjøleren og avgir varme direkte til arbeidsrommet. Høytrykksystemet for vannkutteren står også oppe på dette taket, og kunne med fordel flyttes til et siderom.

Temperaturen i filetjøleren (issørpebadet) ble målt både v.h.a. håndholdt stikktermometer og ved kontinuerlig logging ved inn- og utløp til tanken. Temperaturene varierte noe fra dag til dag grunnet manglende kopling mellom faktisk filetmengde og tilførsel av issørpe. Registrerte temperaturer mens forsøkene pågikk, målt over første (øverste) båndet i kjøleren, varierte således mellom -1,5 og -0,4 °C. Temperaturen i vannoverflaten, d.v.s. i issørpen, var ca. 1 °C høyere enn det en målte nede i saltlaken i en dybde tilsvarende overkanten av transportbåndet som fører filetene gjennom tanken.

Under regulær produksjon, uten forstyrrelser fra våre forsøksmålinger, logget vi temperaturer målt henholdsvis ved tankens inn- og utløp som vist i Figur 14. Temperatursensorene stod ca. 10 cm under vannskorpen.

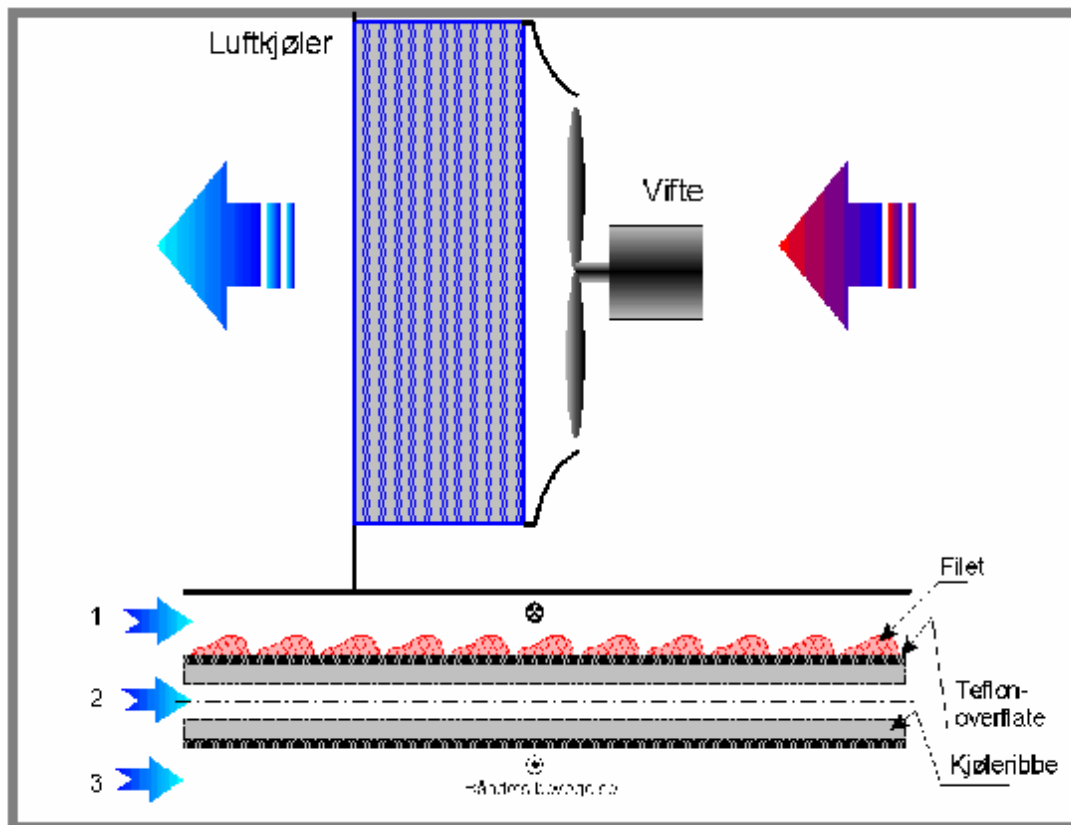


Figur 14. Registrerte issørpetemperaturer ved inn- (blå kurve: T_i) og utløp (rød: T_u) i filetkjøler. Temperaturstigning ($dT = T_o - T_i$) er beregnet og avtegnet mot høyre y-akse (grønn kurve).

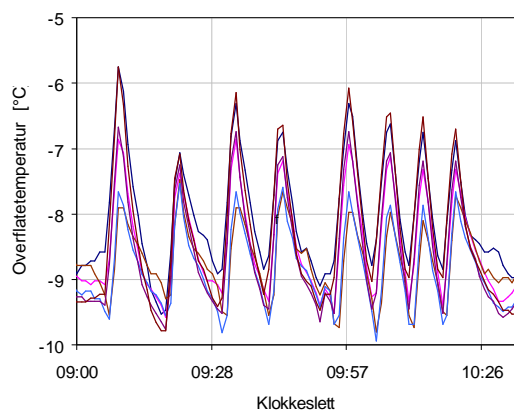
Som vi ser svinger temperaturen ganske mye ved karetts innløpsende. Når issørpen doseres inn, noe som skjer ca. 3 ganger i timen, faller temperaturen, men kommer dog kun unntaksvis under -1 °C . Ved utløpet er temperaturen mer stabil, ca. $+1 \pm 0,5\text{ °C}$. Disse målingene, som er tatt i ca. samme dybde, viser at temperaturstigningen mellom inn- og utløp er i gjennomsnitt ca. $0,5\text{ °C}$ (grønn kurve).

Det ble ikke gjennomført systematisk måling av hvordan temperaturen varierer i tankens dybde. Det er imidlertid klart, som tidligere nevnt, at p.g.a. varmelekkasje gjennom tankens bunn og vegger vil vannet være varmere nede ved bunnen enn i vannskorpen. Sirkulasjonsforholdene er imidlertid komplekse og det er usikkert i hvor stor grad båndets bevegelse bidrar til omrøring og reduksjon av temperatursjiktning. Egne målinger av filetemperatur samt registreringer utført av forsker Sveinn Vikingur Arnason (RF) indikerer at vanntemperaturen i nivå med det siste båndet er en ca. halv grad høyere enn den registrerte utløpstemperaturen i Figur 14.

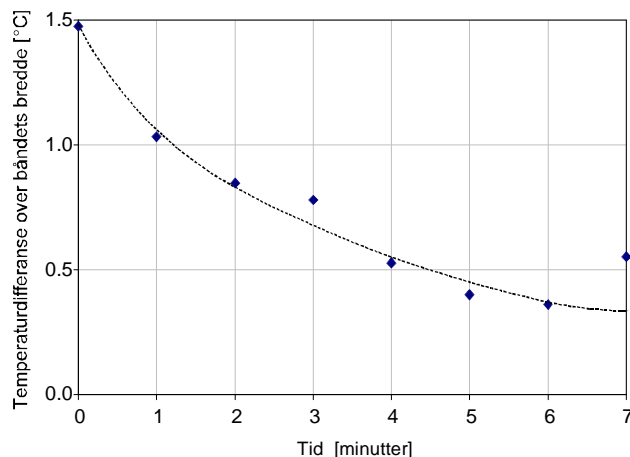
Under full produksjon er lufttemperaturen i skinnkjøleren ("luftfryseren") innstilt på -8 °C . Ved redusert kapasitet, slik tilfellet var under våre forsøkskjøringer, løftes temperaturen samtidig som holdetiden forkortes. Kjølere er bygd med en langsgående luftkjøler og viftekke som blåser luften på tvers av båndet. Filetene som ligger på båndets venstre kant, sett i båndretningen, vil derfor møte den kaldeste luften mens de på ytterste høyre kant kjøles av luft som er blitt oppvarmet av båndet og de andre filetene. Se Figur 15



Figur 15. Prinsippskisse av filetkjøleren. Tverrsnitt sett fra innmatings- til utmatingsende. Som vist transporteres filetene med båndet inn i figurplanet. Luften blåses fra venstre mot høyre over transportbåndet. Luften fra luftkjøleren fordeles på tre kanaler: 1: over filetene; 2: mellom båndets kjøleribber, d.v.s. mellom tur- og returbåndet; og 3: under returbåndet.



Figur 16. Registrerte overflatetemperaturer på skinnkjølerens teflonbånd gjennom en tre timers periode. Gjentatte gjennomløp av målesonder fordelt over båndets bredde. Målinger gjengitt med tillatelse fra Fiskeindustriens forskningsinstitutt, Island (RF).



Figur 17. Beregnet stigning i båndtemperatur over båndets bredde. Tidspunkt '0' refererer til kjølerens innmatingsende. Grafen bygger på samme temperaturdata som ligger til grunn for figuren her til venstre.

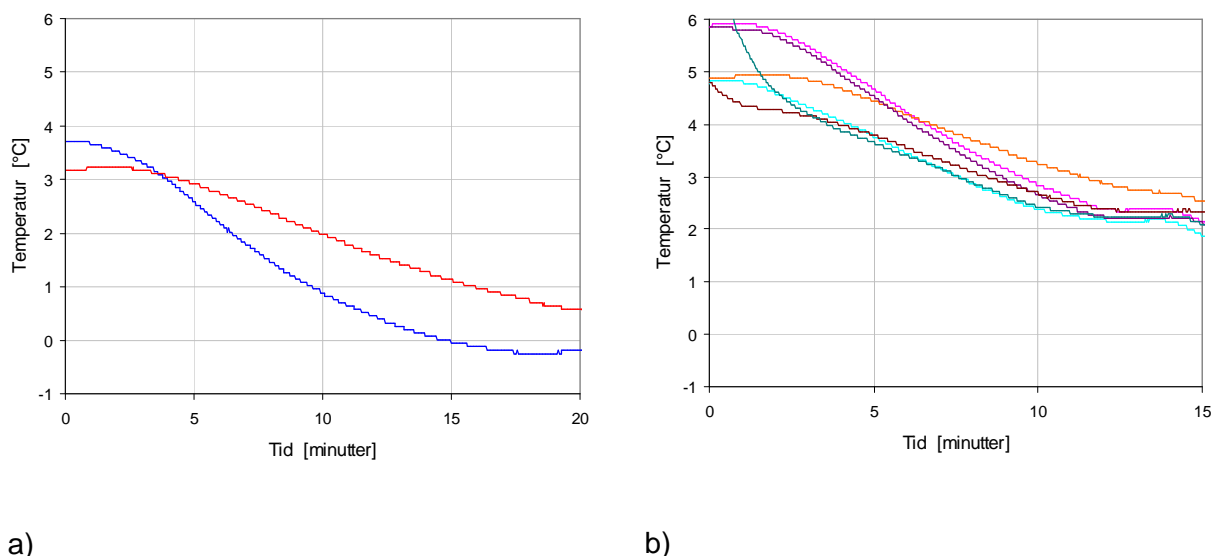
Kjøleren er en kombinert luft- (konveksjons-) og kontaktkjøler. De teflonbelagte aluminiumsprofilene i transportbåndet kjøles og akkumulere kulde på veien tilbake mellom kjølerens ut- og innmatingsende. I det filetene legges på båndet avgir de varme til metallet og båndtemperaturen stiger. Etter som bånd og filet bevegtes gjennom kjøleren kjøles aluminiumet igjen av den sirkulerende kaldluften. Som det fremgår av Figur 16 varierer temperaturforskjellen mellom inn- og utmatingsende, d.v.s. i båndets lengderetning, med mellom 3 og 3,5 °C. Det er også målt forskjell i temperatur over båndets bredde. De filetene som ligger på venstre båndkant er blitt lagt på det kaldeste båndet og møter deretter den kaldeste luften. Filetene på høyre båndside, overstrømmes av oppvarmet luft. Figur 17 viser at overflatetemperaturen ved høyre båndkant er 1,5 °C varmere enn venstre båndkant i starten (ved innløpet) og at denne differansen deretter faller gradvis under 0,5 °C etter som målepunktet bevegtes gjennom skinnkjøleren.

5.1.2 Fisk- og filetemperaturer

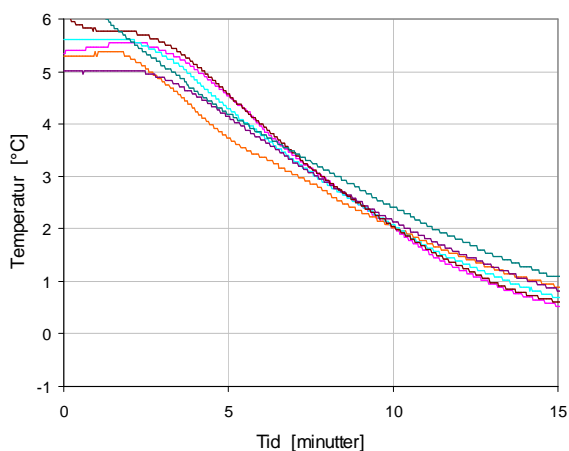
Råstoffets temperatur ble målt til 0,3 °C den første dagen, men steg til ca. 2,5 °C allerede neste dag grunnet mangelfull toppising i karene.

Etter filetering og trimming ble filetemperaturen på det høyeste målt til 4 – 5 °C. Variasjonen var imidlertid stor, men i kontinuerlig produksjon og uten opphold var det bedriftens inntrykk at temperaturstigningen kunne holdes under 2 °C.

Kjernetemperaturen i filetene ved opptak fra issørpebadet måltet v.h.a. stikktermometer til mellom 0,5 og 2 °C, høyest for de største filetene. I tillegg til egne målinger har vi fått tilgang til målinger utført av RF. Disse er gjengitt i grafene under.



Figur 18. Eksempler på registrerte temperaturer i fileter som kjøles/saltes i filetkjøleren/issørpebadet. Målinger utført av Sveinn Vikingur Arnason, Fiskeindustriens forskningsinstitutt, Island. Gjengitt med tillatelse.



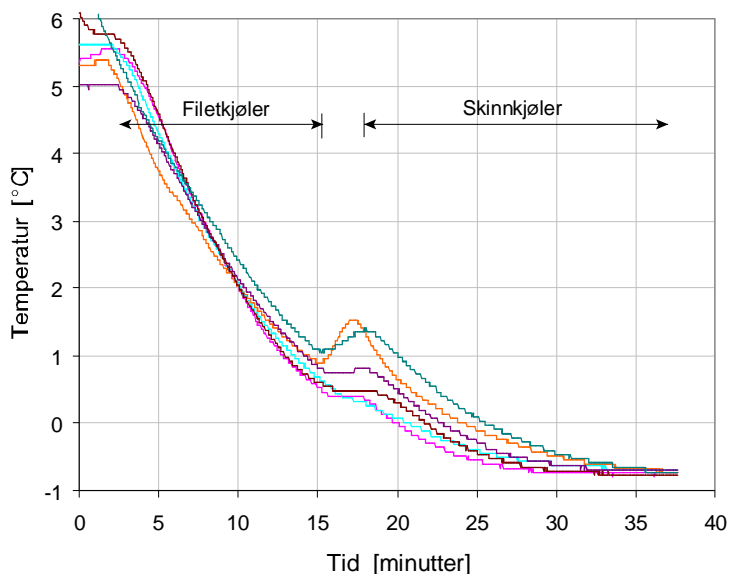
Figur 19. Kjøling av filet i en korg med issørpe i stedet for i Festis vanlige filetkjøler. Lavere issørpetemperatur og bedre omrøring (S.V. Arnason, 2006).

Som vi ser ble ikke filetene superkjølt i saltlaken/issørpen. Laveste registrerte filetemperatur er -0,2 °C (Figur 18a), en temperatur som ligger godt over filtenes startfrysepunkt på ca. -0,75°C. Det vil ta ca. 18 minutter å oppnå denne temperaturen, et tidsrom som er 3 minutter lengre enn det som er "foreskrevet" i henhold til Skaginn-standard. Hvis filetenes starttemperatur er høyere enn de ca. 4 °C, slik tilfellet er for eksempel i Figur 18b, vil sannsynlig slutttemperatur etter 15 minutter i badet ligge mellom 1,5 og 2,5 °C. Hvis en kan unngå at

filetene pakkes sammen på båndet og forbedrer vannsirkulasjonen, kan en oppnå lavere filetemperaturer. Dette er eksemplifisert med en enkel test hvor en har simulert god omrøring ved å legge filetene opp i en balje med stort issørpe:filet-forhold og skape omrøring ved å vugge på baljen med jevne mellomrom. I løpet av 15 minutter er alle målepunkt med unntak av én kommet under + 1 °C.

Det er i skinnkjøleren at superkjølingen skjer. Temperaturene i kjerne og på innersiden av skinnet ble målt v.h.a. stikktermometeret. Kjernetemperaturen målt til -0,8 °C i snitt og med standardavvik på 0,2 °C ($N = 9$). Tilsvarende tall for skinntemperaturen var -1,8 °C, 0,4 °C ($N=16$). Hele fileten er m.a.o. kommet inn i krystalliseringsområdet. Kjernen er fortsatt ved startfrysepunktet (initelt frysepunkt, T_{fi}) hvor vann krystalliseres til fast is ved omtrent konstant temperatur mens skinnet er noe underkjølt. Her har is-andelen vokst ytterligere og temperaturen begynt å falle. Skalldannelsen under overflaten merket en også når temperaturføleren ble ført inn langs innsiden av skinnet.

Kontinuerlig registrering av temperaturen v.h.a. en *iButton*-datalogger (ø17 x lg6 mm) plassert nærme geometrisk senter viser at det tar omtrent 20 minutter å bringe filetene ned til startfrysingspunktet, som ved nærmere undersøkelse av samtlige temperaturregistreringer synes å ligge nær -0,72 °C.

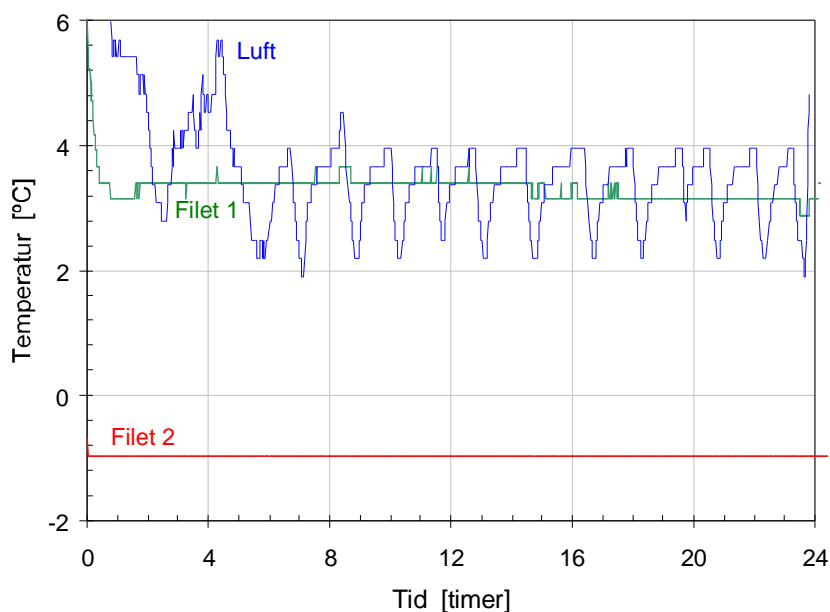


Figur 20. Filet- og skinnkjøling i en kontinuerlig prosess. Måling av kjernetemperaturen i forskjellige fileter ved hjelp av *iButton*-loggere fra Fiskeindustriens forskningsinstitutt, Island. Gjengitt med tillatelse.

Vi fikk ikke anledning til å gjennomføre systematiske målinger for å dokumentere hvor stor forskjellen er i resulterende filetemperatur mellom skinnkjølerens venstre og høyre side. P.g.a. av de små temperaturredifferansene i superkjølingsområdet krever slike målinger ikke bare presise måleinstrumenter og -opplegg, men også nøyaktig forsøksplan og -gjennom-

føring. Jevn produksjonsrate og kjent fordeling i filestørrelse er en viktig forutsetning for en sannferdig dokumentasjon. Figur 20 illustrerer dog noe av forventet variasjonsbredde. Mens det for å oppnå for eksempel 0 °C i *filetkjernen* i noen tilfeller kreves ca. tre minutter holdetid i skinnkjøleren, bør andre fileter være fire til fem minutter lengre inne i kjøleren.

Som tidligere nevnt har superkjølingen to funksjoner i Skaginn-konseptet. I tillegg til å gi fileten økt mekanisk styrke gjennom dannelse av isstrukturer vil en superkjølt filet ha lengre holdbarhet enn en iskjølt. Holdbarheten er i hovedsak koplet til temperaturnivået og -stabiliteten, ikke ismengde. For å få en viss idé om superkjølingsgraden under ordinær produksjon ble et antall fileter tatt ut av linjen straks etter skinnkjøleren og pakket i en dobbelforpakning bestående av en plastkartong og en isoporeske. Kjernetemperaturen til to tilfeldig valgte fileter ble målt og logget med StowAway dataloggere i tillegg til at luft-temperaturen i kjølelageret ble registrert. Figur 21 viser resultatet over en periode på ett døgn. Mens den ene fileten, Filet 2, ligger stabilt på startfrysepunktet følger den andre stort sett temperaturen til luften utenfor forpakningen. Emballasjen utjevner imidlertid svingningene i lufttemperaturen. Amplituden er relativt stor, ca. ± 1 °C, og oppstår som resultat av den måten kuldeanlegget reguleres på.



Figur 21. Registrert tempertur i superkjølte fileter lagret på kjølelager. Målinger fra Festis ordinære produksjon

5.2 Filetkvalitet

5.2.1 Spalting etter skinning i Skaginn skinner eller Baader 51

Fileter som kjøles og skinneres i Skaginn-linjen har mindre spalting og har mindre opprivinger i fileten, sammenliknet med filet som er skinneret i Baader 51. Dermed ser en filet fra Skaginn-skinneren mye mer homogen ut og har jevne kanter (Figur 22, Figur 23 og Figur 24).

På skinnsiden ser filetene ganske like ut, men fileter skinneret med Skaginn-skinneren har ofte en litt mørk hinne i ytterkanten av fileten, ved finnefestene (Figur 22), kalt svarthinne. Sølvhinnen var tilnærmet lik for begge produktvariantene.

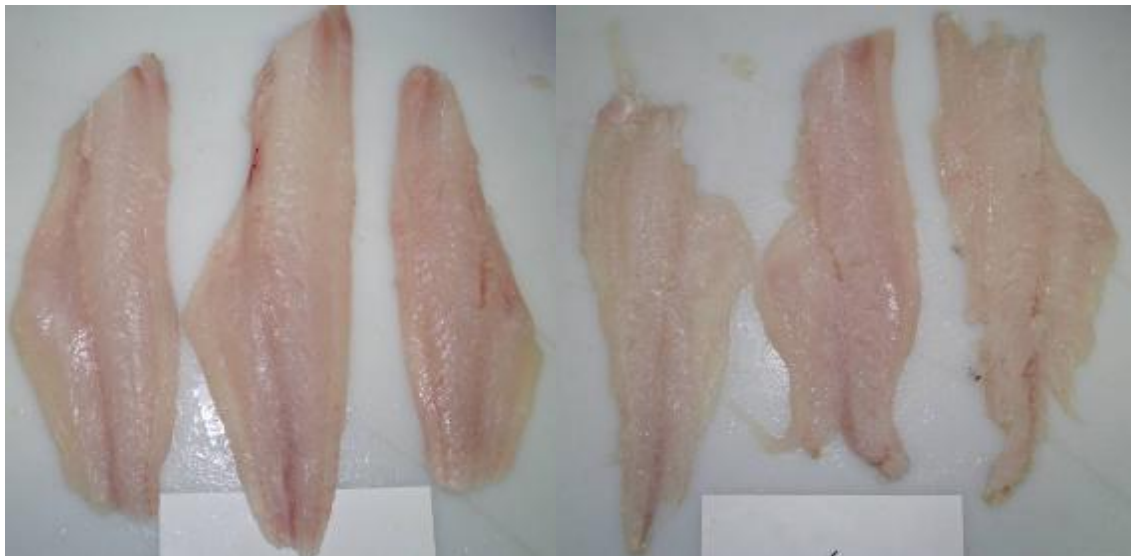
Det var en liten antydning til at de superkjølte filetene fikk en mer fremtredende rødfarge enn fileter som ikke var superkjølt (Figur 23 og Figur 24).



Figur 22. Filet etter skinning av 400 til 600 g hysefileter. Skaginn til venstre og Baader 51 til høyre.



Figur 23. Filet etter skinning av ca. 180 g hysefileter. Skaginn til venstre og Baader 51 til høyre.

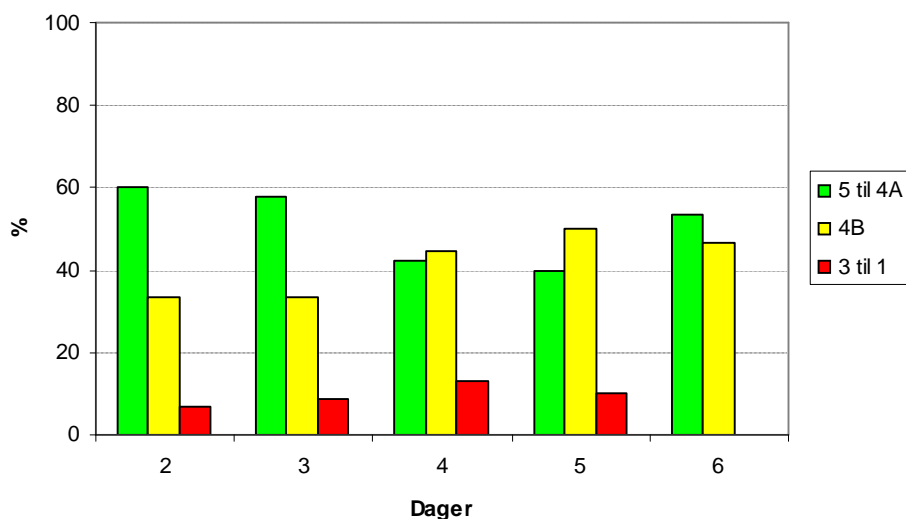


Figur 24. Filet etter skinning av ca. 200 g hysefileter. Skaginn til venstre og Baader 51 til høyre.

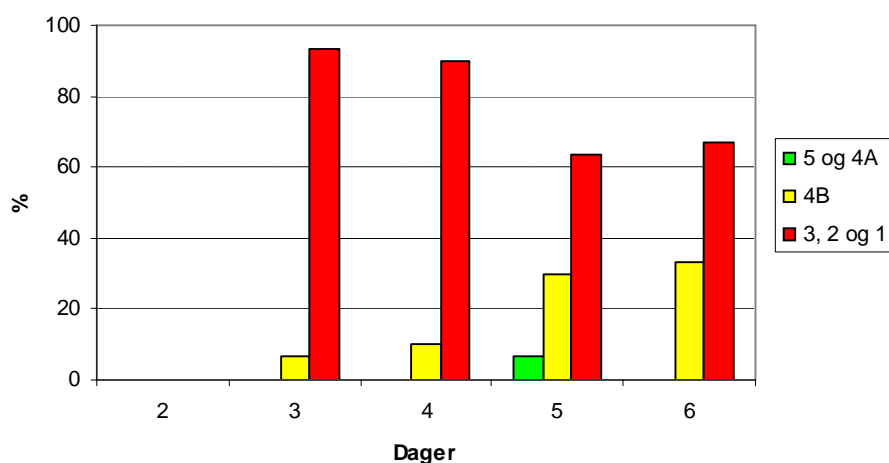
Skaginn skinning gav lite spalting, mellom 40 % og 60 % var praktisk talt uten spalting (Karakter 5 og 4A), mens 0 % til 13 % var mye spaltet (karakter 3, 2 og 1).

Baader skinning (Figur 26) gav mye spalting, mellom 63 og 93 % av filetene var mye spaltet. Tidligere forsøk gjennomført i 2003 gav en andel dårlig filet mellom 50 % og 80 %. Slik at spaltingen med Baader 51 skinneren i dette forsøket er litt høyere, men ikke med markert mer spalting sammenliknet med testen i 2003.

Tidligere forsøk ved Fiskeriforskning har vist at hyse spalter mer ved økende lagringstid kjølt. Dette ble ikke påvist her, noe som trolig kommer av at det var store forskjeller i størrelsen på hysen mellom forsøkene, samt at det ble benyttet to ulike råstoffbatcher.

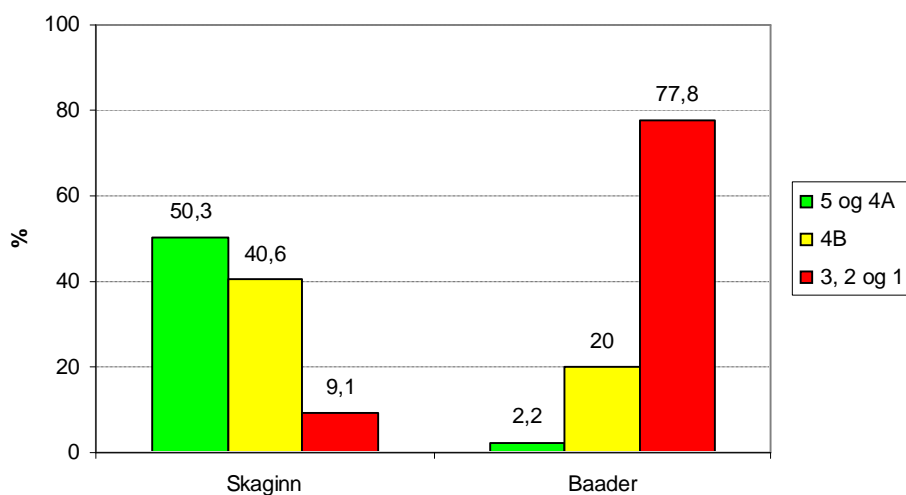


Figur 25. Spalting av hysefilet etter skinning i Skaginn skinnemaskin. Råstoffet er iset 2 til 6 dager og kommer fra to trålfangster. Totalt et det målt 165 fileter.

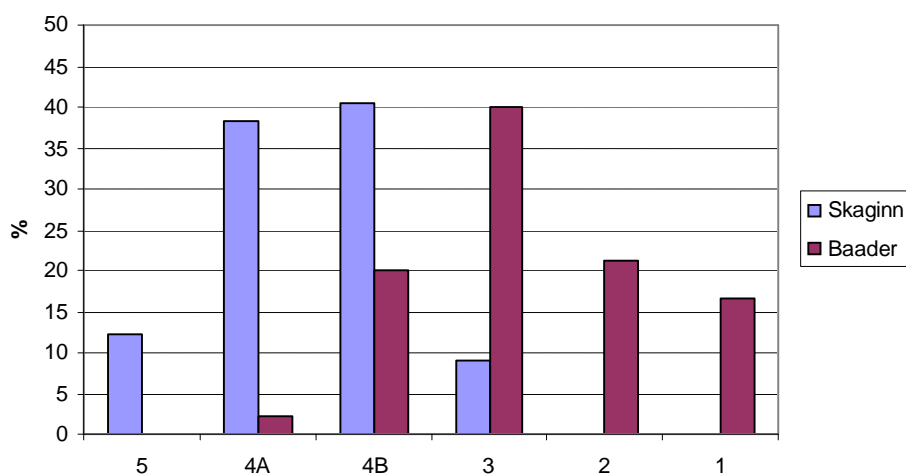


Figur 26. Spalting av hysefilet etter skinning i Baader 51. Råstoffet er iset 3 til 6 dager og kommer fra to trålfangster. Totalt et det målt 90 fileter.

Gjennomsnittet av alle forsøkene som ble kjørt med henholdsvis Skaginn og Baader skinneren viste at med Skaginn skinning var 9 % mye spaltet, mens 78 % var mye spaltet med Baader skinning (Figur 27). De fleste filetene i Skaginn-linjen har karakter 4A og 4B, mens de fleste filetene i Baader har karakter 3 (Figur 28).



Figur 27. Spalting av hysefilet skippet med henholdsvis Skaginn skinner og Baader 51. Vist med tre spaltegraderinger. Resultatet er presentert som et gjennomsnitt av råstoff fra 2 til 6 døgns gammelt råstoff. Det er målt 165 fileter i Skaginn-skinneren og 90 fileter i Baader skinneren.



Figur 28. Spalting av hysefilet skippet med henholdsvis Skaginn skinner og Baader 51. Vist med alle seks spaltegraderingene. Resultatet er presentert som et gjennomsnitt av råstoff fra 2 til 6 døgns gammelt råstoff. Det er målt 165 fileter i Skaginn-skinneren og 90 fileter i Baader skinneren

5.2.2 Spalting etter henholdsvis filetering og skinning

Når fileten kommer ut av filetmaskinen er de fleste fileten lite spaltet (karakter 4A). Under 10% av filetene er mye spaltet så lenge de har skinnen på. Det er det som skjer videre i linja som er avgjørende for om fileten vil spalte mer.

Ved å kjøre filetene direkte i Baader 51 skinneren forverres spaltingen markant. Med skinn hadde 8 % karakter 3 eller dårligere, mens uten skinn hadde 78 % karakter 3 eller dårligere. En går fra filet av høy kvalitet til filet av lav kvalitet gjennom bare ett prosessstrinn, skinning.

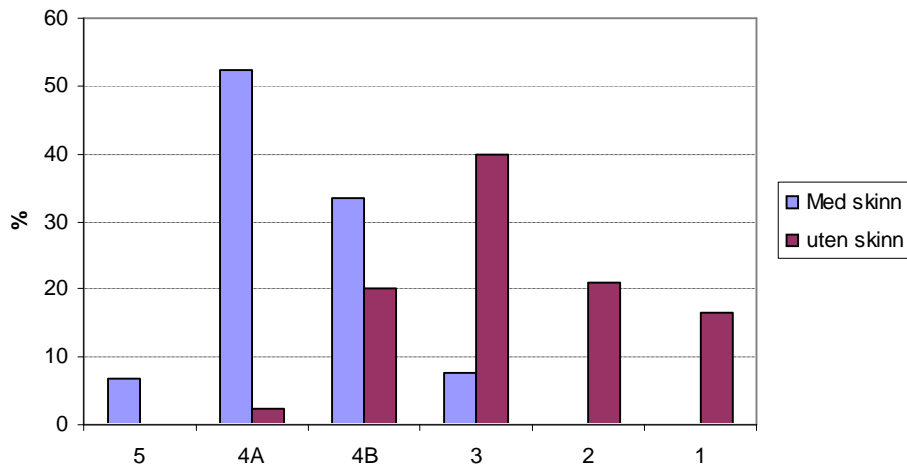
I Skaginn-linjen blir fileten kjølt ned mot $-0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ for å øke styrken i fileten. Dette sammen med en skånsom skinning gjør at spaltingen praktisk talt ikke endres fra filet med skinn til filet uten skinn. Med skinn hadde 5 % karakter 3 eller dårligere, mens uten skinn hadde 9 % karakter 3 eller dårligere. Den økningen som kommer kan skyldes spalting som oppstår når filetene løsnes fra båndet i skinnkjøleren. Det ble ikke registrert at selve skinningen hadde noen betydelig innvirkning på graden av spalting.



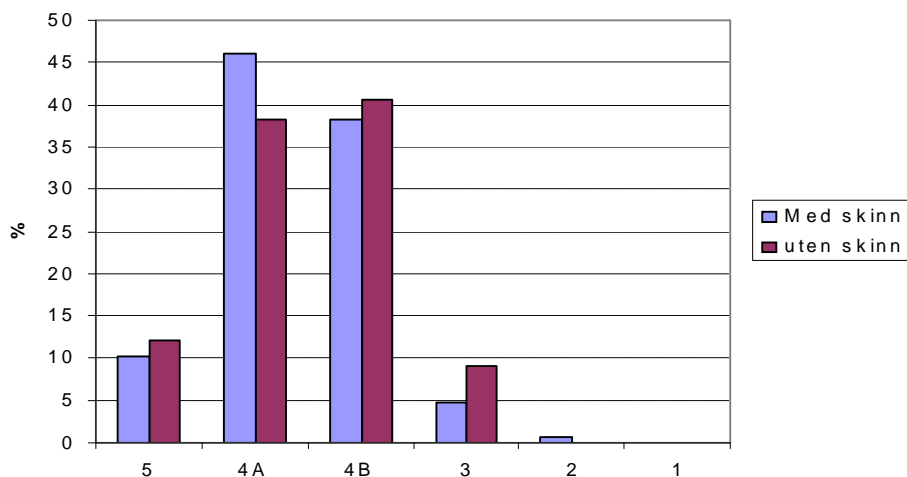
Figur 29. Bilder av fileter før skinning (venstre) og etter skinning i Baader 51 (høyre).



Figur 30. Bilde som viser et eksempel på spaltefeil en tror kommer når fileten løsnes fra båndet i skinnkjøleren. Fileten knekker, noe som gir en stor spalting.



Figur 31. Spalting på filet med skinn og etter skinning med Baader 51.

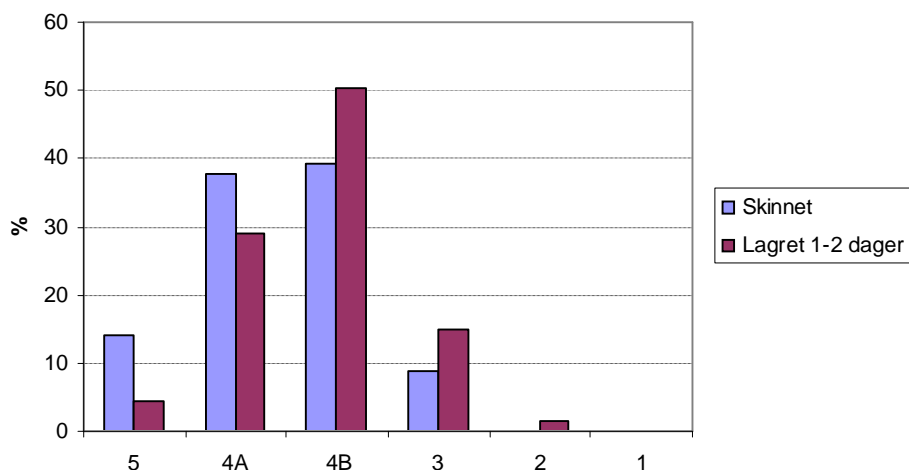


Figur 32. Spalting på filet med skinn og etter skinning i Skaginn-linjen.

5.2.3 Spalting som superkjølt og etter "opptining"

For å sjekke om superkjølte fileter var mer spaltet når den igjen fikk en høyere temperatur, ble filetene fra noen av forsøkene lagret slik at de fikk en temperaturøkning. Det må bemerkes at denne temperaturøkningen ikke ble gjort kontrollert og likt fra gang til gang. Noen ganger ble den gjort over natta ved 4 grader og andre ganger på noen timer ved 14-16 grader.

Lagringen eller temperaturøkningen påvirket den bedømte spaltingen noe. Andel fileter som ble bedømt til karakter 3 eller dårligere økte fra 9 % til ca. 16 % (figur 33).



Figur 33. Spalting etter skinning hvor fileten var superkjølt, og etter lagring i 1 til 2 dager hvor temperaturen i fileten økte.

5.2.4 Spalting som følge av endringer i Skaginn-linjen

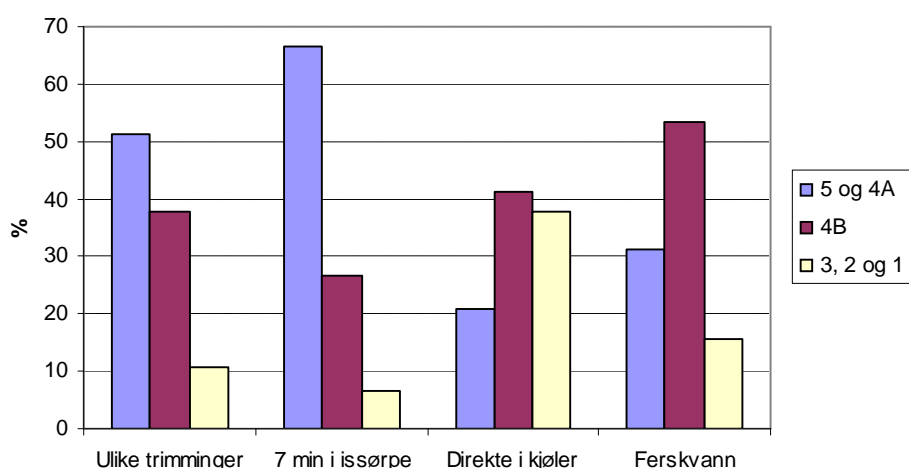
For å sjekke hvordan linjen fungerte under andre forutsetninger enn det som er beskrevet som optimalt av Skaginn, ble det gjort noen endringer i behandlingen av fileten i linjen.

Forskjellige trimminger ble forsøkt for å se om dette påvirket spaltingen. Selv om fileten med finnefester ofte hang fast inne i skinneren påvirket dette i liten grad spaltingen.

Halvering av tiden i issørpe fra 15 min til 7 min påvirket ikke graden av spalting.

Bruk av kjølt ferskvann økte spaltingen litt, sammenliknet med fileten kjølt i issørpe.

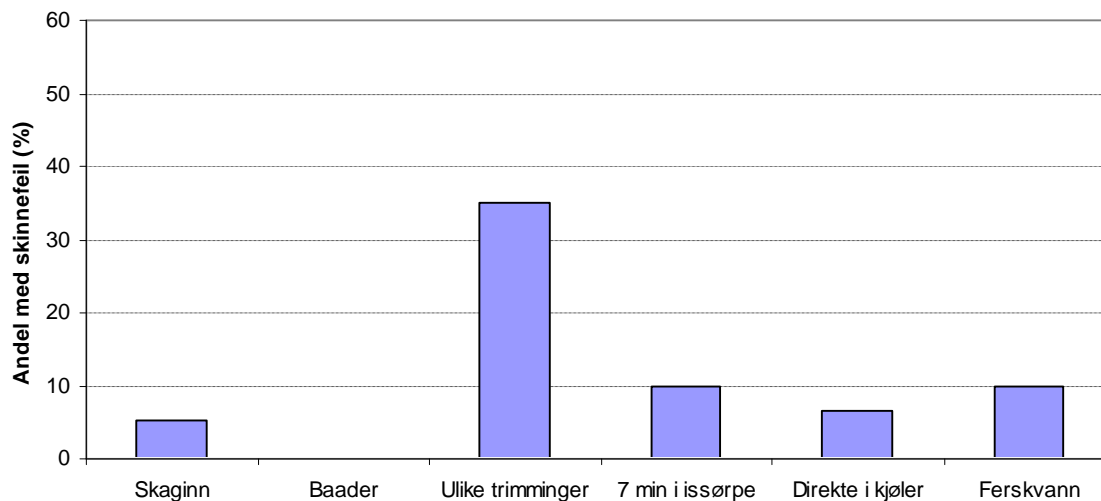
Å kjøre filetene direkte inn i skinnkjøleren uten forkjøling i issørpe fungerte dårlig. Graden av spalting økte betydelig, noe som gav en andel med karakter 3 eller dårligere på 38 %.



Figur 34. Spalting i hysefilet etter endringer i Skaginn-linjen: Ulik trimmegrade, halv tid i issørpe, direkte kjøling uten issørpe, samt kjølt ferskvann i stedet for saltvann.

5.2.5 Skinnefeil

I alle forsøkene ble andelen filet med skinnefeil telt opp. I Baader 51 skinnemaskinen ble det ikke funnet noen skinnefeil. I standard Skaginn skinning ble det registrert at hele 5 % av filetene hadde en skinnefeil. Typisk feil var en trekantet skinnbit fra gatt og bakover. Filet som ikke ble fortrimmet hadde en høy andel som ikke ble skinnert riktig. Gjennomsnittlig 35 % av filetene hadde skinnefeil for de ulike trimmegradene. Helt utrimmet filet fungerte veldig dårlig og gav ca. 73 % med skinnefeil. Bare 7 minutter i issørpe eller ferskvann gav ca. 10 % fileter med skinnefeil, mens av filet kjølt direkte i skinnkjøler hadde ca. 7 % skinnefeil.



Figur 35. Skinnefeil i hysefilet etter henholdsvis Skaginn og Baader skinning. Samt ved at flere trimmeograder ble testet. Halvering av tiden i issørpe ble testet. Direkte kjøling uten issørpe ble testet, samt bruk av ferskvann i stedet for saltvann.



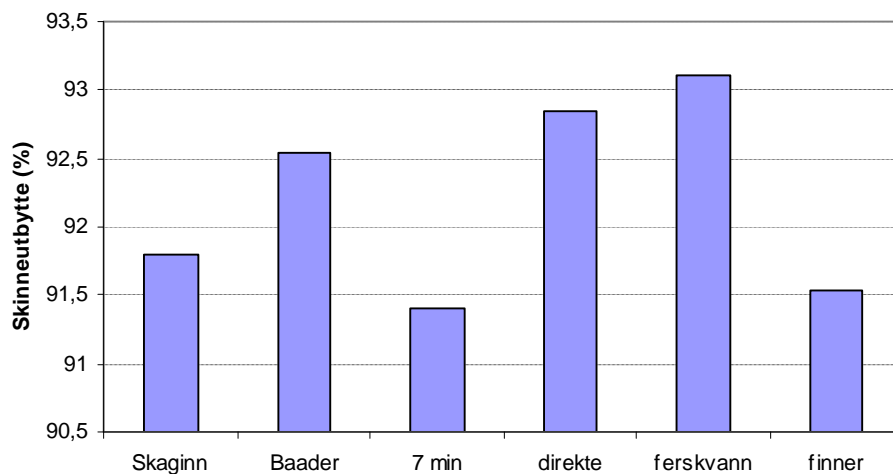
Figur 36. Typisk skinnefeil i hysefilet etter skinning i Skaginn-linjen.

5.3 Utbytter

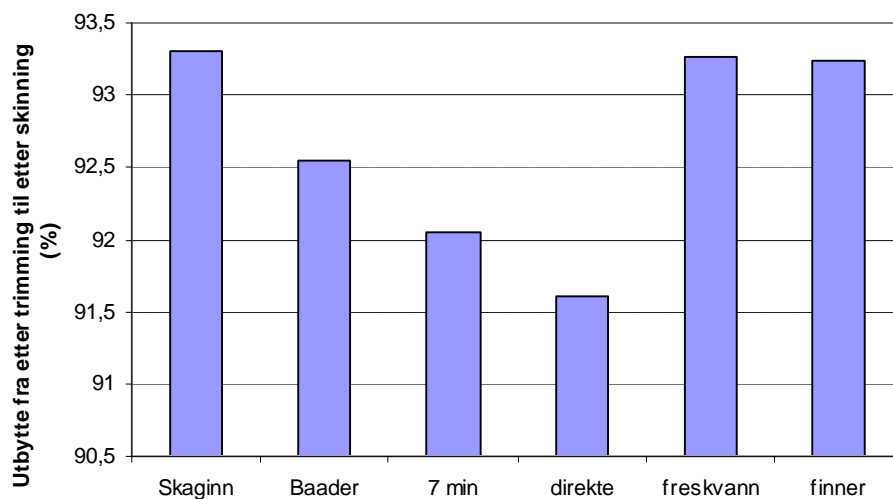
Utbytte fra selve skinningen var for Skaginn-skinneren 91,8 %, mens det for Baader 51 ble målt til 92,5 % (Figur 37). Filetene i Skaginn-linjen ble imidlertid lagt i isslurry der det ble målt en vektøkning på ca. 5 %, mens det i skinnkjøleren ble målt et vekttap på ca. 3 % (Figur 39 og 40). Det totale utbytte fra trimming til skinnet filet blir derfor 93,3 i Skaginn-linjen, sammenliknet med 92,5 i Baader 51 skinneren.

Et særtrekk ved Skaginn-skinneren er at den ytterste delen av spord-biten blir kuttet og følger med skinnen. Dette gir et utbyttetap, som vi ikke målte. Vi vurderte ikke dette som et vesentlig utbyttetap, sammenliknet med det som øyensynlig forsvinner i avløpet når fileten skinnes i en Baader 51. Det kan også bemerkes at en også på Baader-filetene ofte må trimme bort spordenden av fileten.

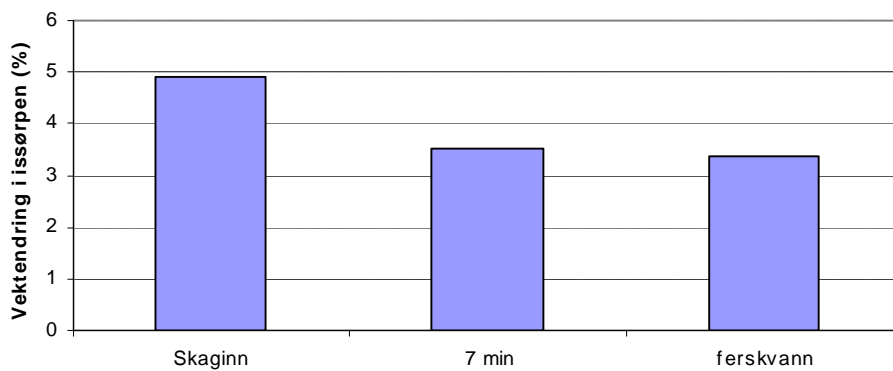
Et kortere opphold i isslurry reduserte skinneutbytte og det totale utbytte. Filet kjørt direkte i skinnkjøler hadde et godt skinneutbytte men et lavt totalt utbytte. Filet kjørt i ferskvann hadde både god skinneutbytte og totalt utbytte. Fileter med ulike andeler med finnefester (trimme-grad) hadde lavt skinneutbytte, men godt totalt utbytte.



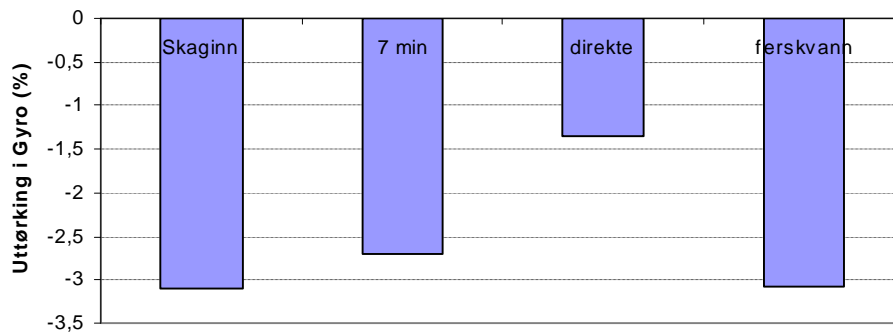
Figur 37. Utbytte under skinning.



Figur 38. Det totale utbytte fra trimmet filet til skinnede filet.



Figur 39. Vektendring i issørpen.



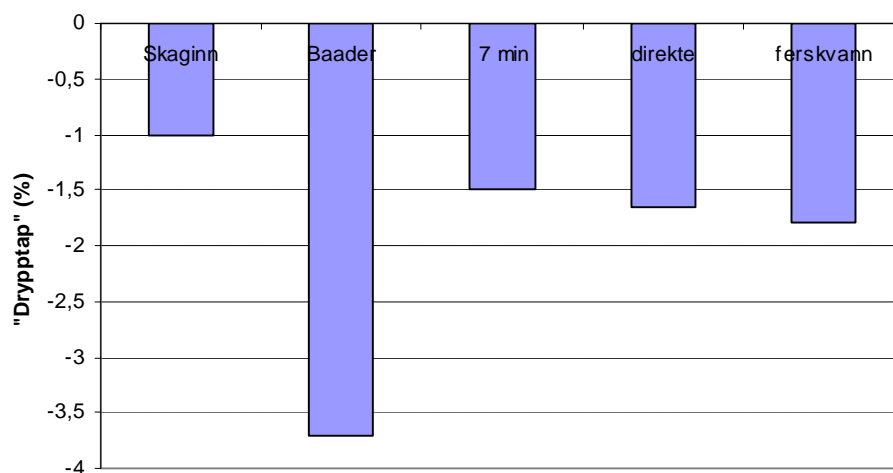
Figur 40. Vektendring i skinnkjøleren.

5.4 Drypptap

De samme filetene som var lagt ved høyere temperaturer for å sjekke spalting ble også veid for å sjekke drypptapet under denne lagringen. På grunn av at disse forsøkene ikke var gjort helt kontrollert må resultatene tas med forbehold. Gjennomsnittlig filetemperatur var 4,5 °C med standardavvik lik 2,3 °C.

Resultatene viste at standard Skaginn-linjen gav lavest drypptap, med 1 %. Mens filetene skinnnet med Baader hadde høyest drypptap med ca. -3,5 %. Bemerk at denne forskjellen i drypptap ikke er tatt med ved sammenlikning av totalutbyttet (93,3 i Skaginn-linjen; 92,5 % i Baader 51) gjengitt tidligere. Selv om disse målingene ikke er særlig nøyaktige, viser tallene en tendens til laver drypptap i Skaginn konseptet.

Endringer i Skaginn-linjen enten ved 7 min i issørpe, direkte i skinnkjøler eller bruk av ferskvann økte drypptapet til ca. -1,5 %.



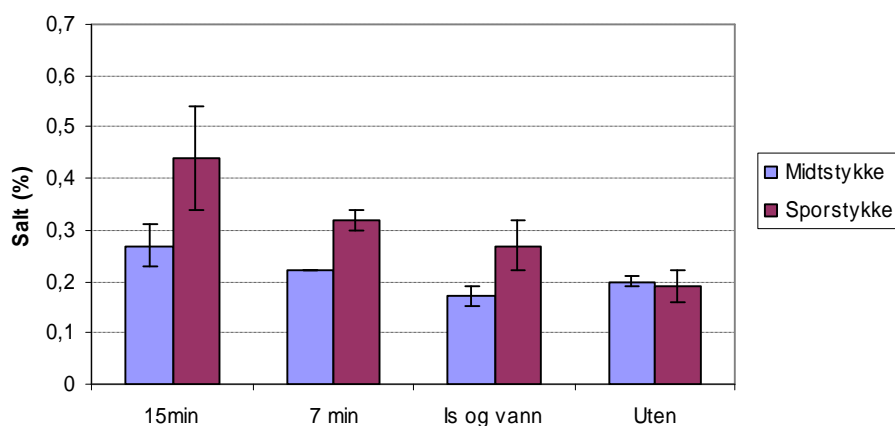
Figur 41. "Drypptap". Målt vektendring etter at filetene ble lagret 1 til 2 dager, hvor en økning i temperaturen ble provosert frem.

5.5 Saltmålinger

En av forskjellene mellom en ordinær filetlinje og Skaginn-linjen er at det i Skaginn-linjen inngår et lakebad hvor fileten vil ta opp salt i muskelen.

I den laken prøvene er tatt fra ble det målt 2,3 % salt. I en annen prøve tatt fra laken under produksjon ble det målt 4,0 % salt. I is og vann blandingen ble det målt 0,5 % salt.

Fileter som ikke ble dyppet i laken hadde et saltinnhold på 0,2 %. Et opphold på 15 minutter i laken økte saltinnholdet i sporden til 0,44 % og i midtstykket til 0,27 %. Bare en prøve viste verdier over 0,5 %, så generelt var saltopptaket lavt. I tidligere forsøk med 180 g torskefilet er det målt opp mot 1 % saltinnhold etter 15 min i en 3,1 % salt-isslurry blanding.



Figur 41. Målt saltinnhold i muskelen ut fra Skaginn-linjen etter lakeopphold i 15 min, 7 min og 15 min med kun is og vann, samt prøve uten lakedypp. Målinger er gjort både i midtstykket og i sporden. Saltinnholdet i laken ble målt til 2,3 % salt.

6 Skaginn-linjen – diverse observasjoner og innspill

I dette kapittelet er det sammenfattet en del stikkordspregede kommentarer til hvert steg i Skaginn-linjen, særlig rettet mot muligheter og problem, samt fordeler og ulemper.

Det er tatt utgangspunkt i linjen slik den sto på bedriften Festi og hvordan denne linjen fungerte i forsøkene, enkelte forhold er dokumentert i forsøk, mens andre ikke er undersøkt og dokumentert på tilsvarende måte.

6.1 Filetmaskinen

Resultatene fra våre forsøk viser at den kvaliteten fileten har ut fra skinnemaskinen blir opprettholdt til fileten er skinnet. Det betyr at i Skaginn-linjen vil den kvaliteten som kommer ut av filetmaskinen være den kvaliteten (m.h.t. spalting) som sluttproduktet får. En riktig innstilt filetmaskin og/eller en moderne filetmaskin som skjærer skånsomt vil derfor være særlig viktig for sluttresultatet i denne linja.

I tillegg vil en filetmaskin som skjærer fileter med få finnefeil (finnerester) være viktig for å spare arbeidskraft under fortrimmingen av fileten. Her er det også viktig at hodekapping gjennomføres slik at ørebein ikke følger med fileten, og dermed må trimmes bort.

6.2 Fortrimming etter filetering

I dag har Festi mellom 8-11 personer etter filetmaskinen som trimmer filet med skinn, hvor de fjerner finnefester, rester av halefinne og ørebein, samt skråskjærer buken (Tysklandsutt).

Resultatene fra forsøkene med skinning av filet med finnefester viste at skinningen fungerte dårlig på slike fileter. Trimmingen er derfor nødvendig for å oppnå en godt skinneresultat. Dersom store finnebein eller ørebein er med på fileten vil det bli en del skinnefeil og/eller finnebein vil være igjen på fileten etter skinning.

De små finnefester så det ikke ut til å være nødvendig å fjerne, men dette må testes mer i praksis.

I en optimal linje mener vi det er for mye folk plassert i fortrimmingen. Fortrimming bør være en del av påleggingen til skinnkjøleren (3-5 personer, hvorav 1 ½ til pålegging og 1 ½ - 3 ½ til renskjæring). Dette må prøves i praksis og vil være avhengig av hvor godt maskinen skjærer. Er andelen av fileter med feil høy, må en forvente å bruke mer folk til trimming.

6.3 Issørpeanlegg

Etter samtale med RF kom det frem at kapasiteten på issørpeanlegget på Festi antakelig var litt for lav til å kunne forsyne både filetkjøler og kar for sløyd fisk med issørpe. En hadde derfor ikke alltid god nok kjøling i filetkjøleren. Kapasiteten på issørpegeneratoren må være stor nok til alle deler av produksjonen.

Trolig må issørpen inneholde salt fordi filetene ellers vil sitte fast på båndet i skinnkjøleren og komme skjevt ut ved utmating. Resultatene viste at filetene som var blitt nedkjølt av is/vann (0 grader, 0 % salt) ble knust/ødelagt fordi de frøs så fast i det teflonbelagte transportbandet at de ikke løsnet ved enden av båndet.

Issørpegeneratoren på Festi er av en Skaginn-type som baseres å blande knust is med vann og konsentrert saltlake. Blandingen føres opp i en akkumuleringstank med omrøring og pumpes derfra etter behov. For å holde rør-strekket mellom tank og forbrukssted åpent avsluttes doseringen med å blåse røret rent med trykkluft.

6.4 Filetkjøler

I filetkjøleren kjøles fileten i kjølt sjøvann, hvor saltinnholdet ble oppgitt til å være ca. 2,5 %. Resultatene fra forsøkene viste at kjøling uten tilsetning av salt ikke gav tilfredsstillende resultat i den videre prosesseringen. Et problem med ferskvann var at filetene frøs fast på det teflonbelagte båndet i skinnkjøleren og derfor kom skjevt ut slik at de ble knust mot kanten av samlerennen ved kjølerens utmatingsende.

Karet bør være utformet slik at man oppnår god sirkulasjon, med sikret kjølt sørpe hele tiden. Karet kan være en del kortere og eventuelt bredere. Det ble målt en del variasjon i temperatur fra nederst i karet til øverst og også i lengderetning.

Godt nedkjølte fileter fører til at skinnkjøleren kan kjøres hurtigere. Sannsynligvis finnes det en nedre temperaturgrense som ikke bør underskrides fordi det da kan bli vanskelig å legge filetene plane på matebåndet til skinnkjøleren.

Medbringerne på bandet i bunnen av tanken så ut til å være for små. I praksis ble det på Festi ofte brukt spade for å bringe filetene framover i lengderetning av karet. Særlig var dette nødvendig når de ville ha mer fileter hurtig til skinnkjøleren. Et mulig tiltak kan være at hastigheten på bandet lar seg justere når dette er nødvendig.

Karet må være utformet slik at det er enkelt å gjøre rent. På Feste kunne transportørene heises ut av karet for lettere å komme til med spyling og vasking. Isolasjon av tankgulv og -vegger, samt bruk av lokk på filetkjøleren bør vurderes.

6.5 Skinnkjøler

Det var klare indikasjoner på at luftstrømmen i skinnkjøleren ikke var optimal. Dermed vil produktene ha ulik nedkjølingsgrad avhengig av hvor de ligger på bandet (høyre / venstre). Luftmengde og –fordeling bør forbedres slik at resultat blir jevnest mulig. Fiskeindustriens forskningsinstitutt (RF) bidrar nå i et FoU-prosjekt som bl.a. skal utrede disse forholdene.

I forhold til fleksibilitet og bruk til flere formål bør en vurdere å dele bandet i to. Eventuelt kan man ha to etasjes band og to inndelinger i samme fryser for å spare plass.

Filetene må legges med loinsstykket først på bandet fordi dette er lettest for operatørene som skal legge ut filetene. Dette gjør også at fileten blir mer rett (ikke bøyd), samt at de ikke knekker så lett på vei ut av kjøleren.

I kjøleren hos Festi var det store dører for inspeksjon. Når de store dørene lukkes opp bør frysebandet stoppe av sikkerhetmessige grunner. Slikt system hadde de ikke på Festi. Det kan være en ide å lage små inspeksjonsluker (eksempelvis i de store dørene) ved sentrale plasser i kjøleren. Da kan man, uten risiko, ha god kontroll på hva som er inne til en hver tid.

Utløpet etter fryser bør være utformet med tanke på mest mulig skånsom behandling av filetene, med lite fall til neste transportband.

6.6 Vannkutter

Vannkutteren var ikke ferdigutviklet og ble derfor ikke testet. Det ble kun gjennomført en demonstrasjon. Konseptet er meget interessant og dersom en får den å fungere godt i praksis har den et stort potensial.

Med en slik maskin kan man se for seg at filetlinjen kan arrangeres på helt andre måter, eksempelvis hadde RF tanker om å la vannkutteren kutte bort ørebeina. I så fall kan man under nakkekuttingen fjerne kun hodet og dermed oppnå et bedre loinsutbytte enn om man kutter bort ørebeina sammen med hodet.

6.7 Skinnemaskin

Skinnemaskinen var den som ble mest testet. Dette er den viktigste komponenten i linjen. Selvsagt også sett i sammenheng med at en i Skaginn-linjen beholder skinnen på fileten lengst mulig og at en bruker superkjøling før skinning.

Skaginn holder fortsatt på med å videreutvikle skinneren. Planene for de neste månedene er å la trommelen gå kontinuerlig slik at kapasiteten går opp og skinningen blir bedre. Hele Skaginn-linjen blir da testet med skinning og ettertrimming, hvor en kan måle kapasitet i forhold til Baader 51.

Resultatene i våre forsøk viste at skinnemaskinen skinner meget skånsomt. Generelt spalter fileten ikke noe mer enn når de kommer ut fra filetmaskinen. Slik skinnemaskinen fremstår i dag har den svakheter ved at det forekommer noe skinnefeil på filetene. På ca. 5 % av filetene sitter deler av skinnen igjen, som oftest ved gattområdet. Kraftige finnefester gjør også at filetene henger seg opp og blir dårlig skinnen.

Fileten mister litt vekt ved sporen under skinning. Dette fordi sporstykket går inn i et hakk på trommelen i skinneren og skinnen med litt fiskekjøtt blir dradd av. Bruk av en bedre laser-sensor, f.eks. en med flat stråle, vil gi bedre presisjon i måling av filetens posisjon i forhold til trommelen. Mengde fiskekjøtt som da blir dratt av med skinnen blir mindre og mer uavhengig av filetens størrelse og fasong.

Vannmengden som ble tilført maskinen for rensyling av trommelen var dårlig regulert. Dette førte derfor i noen tilfeller til at undersiden av filetene ble glassert, med kuldetap og økt drypptap fra glasseringen som følge.

Maskinen er laget for å skinne skånsomt og for å skinne superkjølte fileter. Stive fileter blir skinnen bedre enn myke fileter. Det ble ikke kjørt forsøk med dette men vi så med testing av enkeltfileter at skinneren også var i stand til å skinne bløte (ikke superkjølte) fileter. Ulempen

med bløte fileter var at disse fikk litt hardere medfart og ble mer spaltet sammenliknet med superkjølte fileter. Overgangen mellom to transportbånd, f.eks. mellom vannkutter og skinnermaskin, var kanskje den største utfordring ved håndtering av bløte fileter

Skaginn oppga at skinneren skulle klare >30 fileter i minuttet, men dette ville være avhengig av størrelsen på fileten. Det ble bare kjørt en enkel kapasitetstest hvor maskinen klarte 33 – 36 fileter på et minutt. Faktisk kapasitet må testes ved industrielle forhold for å sikre pålitelige resultater.

Driftsstabilitet er ikke testet. Skinneren må testes industrielt før en kan si noe om driftsstabilitet og eventuelle driftsproblem.

6.8 Ettertrimming

Vi fikk ikke vurdert ettertrimmingen av filetene, men noen generelle betraktninger er det mulig å gi:

Fordelen med filetene som kommer ut fra Skaginn-linjen er at de beholder sin opprinnelige form og bør dermed være lette å trimme i forhold til en filet fra Baader 51 hvor anatomien kan være vanskelig å gjenkjenne.

En ulempe er at de superkjølte filetene er kalde slik at man lettere fryser på fingrene når man arbeider med trimming, kutting og pakking i en slik linje.

7 Diskusjon

7.1 Temperatur og kjøling

Råstoffet var godt iset i kar og holdt lav temperatur i starten av forsøksperioden. Faren for oppvarming er imidlertid til stede siden lufttemperaturen på så vel råstofflager (~ 4 °C) og i arbeidslokalet (~ 14 °C) er relativt høye. Kort gjennomløpstid, på ca. 30 minutter, motvirket på den andre side stor temperaturstigning i fileten.

Det synes klart at den tiltenkte funksjonen til filetkjøleren (issørpe- / saltbadet) ikke er å superkjøle filetene, i betydningen å fryse ut deler av vannet i fileten. Hensikten er nok heller delt mellom å være en temperaturkontrollert produksjonsbuffer og et bad for overflate- / lettsalting av filetene. Som et utjevningsledd mellom fortrimming og vannskjæring er tanken imidlertid ikke optimalt laget. Dette viste seg for eksempel i at operatørene på skinnkjøleren bruker, fra tid til annen, en spade til å flytte filetene raskere gjennom badet. Det hadde vært mer skånsomt mot filetene hvis båndenes hastighet kunne kjøres opp ved behov. På den andre side må en sikre seg at tilsiktet salt- og vannopptak faktisk oppnås. Fremføring av filetene og vannsirkulasjonen er ikke optimalt utført med tanke på å oppnå uniformt og presist resultat. Filetene spres ikke jevnt på båndet og filetoverflate eksponert mot saltlaken vil derfor variere fra en filet til en annen. Filetenes saltinnhold vil derfor variere. Indre sirkulasjon av saltlake og issørpe kan også forbedres betraktelig. Første forbedringstiltak er å varmeisolere tankens bunn og vegger. Dette er spesielt nødvendig for tanker som står i et så varmt lokale som på Festi. I tillegg burde issørpen tilføres i enden av tanken og ikke i starten. Filet og kjølemedium vil da gå i motstrøm og en oppnår en både en mer kontrollert og lavere slutttemperatur på fileten. Hvis en skulle ønske å superkjøle fileten må temperaturen på sørpen styres mer presist enn tilfellet er i dagens utgave. Tilførsel av issørpe burde kontrolleres av temperatursensor i tillegg til at tanken utstyres med en egen intern sirkulasjon som sikrer at ispartiklene forblir blandet med saltlaken og ikke skiller seg og flyter opp til overflaten.

Skinnkjøleren bygger på et smart konsept. Forkjøling av de teflonbelagte aluminiumsprofilene sikrer effektiv bortføring av varme fra filetenes skinnside. Luftens temperatur kan da være moderat kald og en unngår uforholdsmessig stor utfrysing av vannet i filetenes overflate. Vannbindingsevnen vil dermed ikke forandres særlig mye og drypptapet ikke skille seg særlig fra fersk hysefilet. Dette må dog undersøkes nærmere. Konseptet synes imidlertid å være godt gjennomtenkt og atskillig bedre enn bruk av luftfrysere. Når det er sagt så må det erkjennes at kjøleren kan forbedres, spesielt m.h.t. temperaturjevnhet og kompakthet (plassbehov).

Optimal balanse mellom akkumulert kulde i aluminiumsprofilene, luftkjøling av profilene underveis og skallfrysing av filetenes overflate kan oppnås med bruk av mer avanserte FoU-metoder enn Skaginn og Fiskeindustriens forskningsinstitutt disponerer. Øking av sirkulert luftmengde er én mulighet, men medfører mer bråk samt større energikostnader til drift av vifter og kuldeanlegg. Seksjonering av skinnkjøleren, slik at f.eks. annen hver vifte blåser fra høyre, de andre fra venstre, er sannsynligvis et bedre alternativ. Tredje muligheten er knyttet til uforming av og materialvalg i Al-profilene. Økning av kontaktkjølingens andel av varmeuttaket vil redusere tørking av filetenes overside og økt salgsvekt.

Skinnkjøleren på Festi er stor og plasskrevende. Prototyper er gjerne det. Alternativene nevnt i forrige avsnitt vil også kunne utnyttes til å gjøre kjøleren mer kompakt og lettere å tilpasse

en eksisterende produksjonslinje og bygningsmasse. Ved aktiv styring av luftstrømmingen kan vendekanalene langs kjølerens sidevegger smalnes inn. For å få dette til, samtidig som en sikrer god fordeling av luftstrømmen over og under båndet, bør en bruke avanserte strømningstekniske beregningsprogrammer (CFD programmer som for eksempel Fluent). Den mest effektive måten å forkorte kjøleren på er å konstruere den med flere parallelle bånd. I tillegg til utfordringer knyttet til fordeling av kaldluften må en sikre at de som legger filetene på matebåndet får en ergonomisk riktig arbeidssituasjon. Kontinuerlig pålegging av filet på bånd i forskjellige nivåer vil gå ut over arbeidskapasiteten og etter hvert helsen.

7.2 Filetkvalitet og utbytte

Resultatene fra målingene av spalting viser helt klart at filetene i Skaginn-linjen spalter betydelig mindre enn fileter som skinneres over en Baader 51. Ut fra Skaginn-linjen var gjennomsnittlig 9 % av filetene mye spaltet, mens gjennomsnittlig 78 % var mye spaltet etter skinning i Baader 51. Filetene fra Skaginn-linjen har også et betydelig mer homogent utseende ved at de holder samme form som filet med skinn. Filet skippet i Baader 51 har betydelig innslag av filet med slintre og hvor deler av fileten er delvis knust.

Skinneutbytte er litt lavere i Skaginn-skinneren enn i Baader 51, når en måler før og etter selve skinningen. Disse målingene var gjort uten noen individuelle avrenninger av filetene før vektmåling. Trolig skyldes det gode utbytte i Baader 51 at det lå mer tilført vann på disse filetene. Det var ingenting som tilsa at det skulle være mer vekt på filetene fra Baader 51, tvert imot var det visuelle inntrykket at det var mer muskel igjen på filet skippet med Skaginn-skinneren.

Kvaliteten og utbyttet av filetene fra Skaginn-linjen er altså på et høyere nivå enn i en ordinær filetlinje. En betydelig høyere andel av hysefilet vil kunne anvendes som høyverdige produkter ved å benytte Skaginn-prinsippene.

Det er likevel en del i Skaginn-linjen og på produktene som bør avklares og utbedres. En stor ulempe er at det er liten industriell erfaring med denne linjen. Særlig med denne generasjonen av skinneren. Man vet derfor lite om kapasitet og eventuelle driftsproblem.

Skinnefeil på 5 % av filetene er også en ulempe, i forhold til ekstra tid i trimming. For at skinneren skal fungere tilfredsstillende må en ha fortrimming av finnefester. Uten trimming av skinnefester øker andelen filet med skinnefeil.

Saltløsningen (issørpen) som filetene dyppes i gjør at det blir et opptak av salt i fileten. Det ble målt opp til 0,5 % opptak etter 15 min i en lake med 2,3 % salt. Dette opptaket må vurderes i forhold til respons fra kunde.

På skinnede fileter fra Skaginn-skinneren står det ofte igjen litt svarthinne i kanten av fileten. I tillegg sitter den innerste delen av finnefestene fast på noen av filetene.

Det er ikke registrert vesentlige forskjeller i farge.

Prinsippene som benyttes i Skaginn-linjen er godt gjennomtenkt for å ta vare på kvalitet og utbytte på fileten. De utfordringene som gjenstår bør være teknologisk løsbare innen kort tid.

8 Konklusjon

Skaginn-linjen gir mulighet til å produsere hysefilet med vesentlig mindre spalting, sammenliknet med filet skinnert i Baader 51 i ordinær filetproduksjon. I linjen hindres spalting ved å beholde skinnert på fileten ved trimming og ved at en superkjøler fileten før den skinnert i en skinnemaskin utviklet til formålet.

Prinsippene i linjen ser ut til å fungere tilfredsstillende, men siden linjen ennå ikke er i fullskala bruk i noen bedrift er de praktiske driftserfaringer mangelfulle. Det bør også være mulig å gjøre forbedringer og tilpassinger på filetkjøleren og skinnkjøleren. En bør være oppmerksom på at i filetkjøleren må det benyttes salt, som igjen tas opp i muskelen.

Særlig viktig er det å følge de praktiske erfaringen en etter hvert får med skinneren. Helst bør andelen filet med skinnfeil reduseres fra målte 5 % til ned mot null. Skinneren er den viktigste delen i linjen, etter som den er tilpasset skinning av superkjølt filet.

I nærmeste fremtid vil det bli testet en vannjet kutter i Skaginn-linjen. Denne skal automatisk gjøre kutteoperasjoner, så som utskjæring av loins. Om en får dette til vil Skaginn-linjen gi fileter av høy kvalitet, samtidig som vannkutteren kan redusere behovet for arbeidskraft.



Hovedkontor Tromsø:

Muninbakken 9-13

Postboks 6122

N-9291 Tromsø

Telefon: 77 62 90 00

Telefaks: 77 62 91 00

E-post: post@fiskeriforskning.no

Avdelingskontor Bergen:

Kjerreidviken 16

N-5141 Fyllingsdalen

Telefon: 55 50 12 00

Telefaks: 55 50 12 99

E-post: office@fiskeriforskning.no

Internett: www.fiskeriforskning.no