

2018:01034 - Unrestricted

Rapport

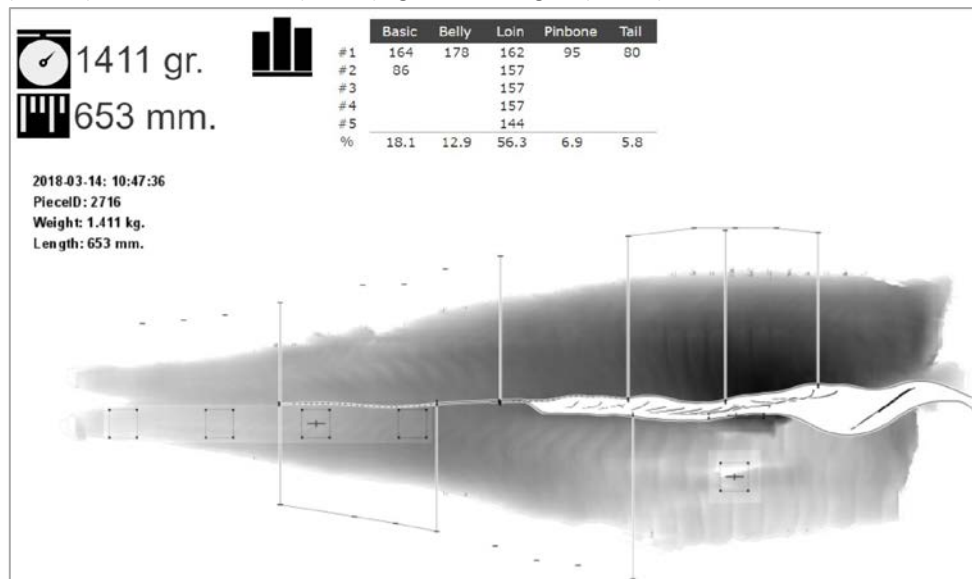
Pilotprosjekt; Filét i Norge, en videreføring

Evaluering av en "state of the art" hvitfisk filetlinje

Forfattere

Harry Westavik (SINTEF)

Silje Kristoffersen (Nofima), Tatiana Ageeva (Nofima), Morten Bondø (SINTEF), Gustav Martinsen (Nofima), Cecilie Salomonsen (SINTEF) og Erlend Indergård (SINTEF)



Rapport

Pilotprosjekt; Filét i Norge, en videreføring

Evaluering av en "state of the art" hvitfisk filetlinje

| RAPPORTNR | VERSJON | DATO |
|------------|---------|------------|
| 2018:01034 | 1 | 2018-08-14 |

EMNEORD:Hvitfisk
Filet
Automatisering**FORFATTER(E)**Harry Westavik (SINTEF)
Silje Kristoffersen (Nofima), Tatiana Ageeva (Nofima), Morten Bondø (SINTEF), Gustav Martinsen (Nofima), Cecilie Salomonsen (SINTEF) og Erlend Indergård (SINTEF)**OPPDRAGSGIVER(E)**

Fiskeri og havbruksnæringens forskningsfond - FHF

OPPDRAGSGIVERS REF.

Frank Jakobsen

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

30 + 1 vedlegg

GRADERING

Unrestricted

GRADERING DENNE SIDE

Unrestricted

ISBN

978-82-14-06918-1

SAMMENDRAG

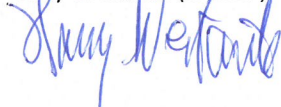
Dette prosjektet dokumenterer ytelsen hos en state of the art filetlinje for hvitfisk i forhold til en standard filetlinje. Dette er verdifull informasjon for filetnæringen i prosessen med å utvikle kostnadseffektive og lønnsomme fabrikker som produserer kvalitetsmessig stabile produkter. Lerøy Norway Seafoods i Melbu har to filetlinjer i fabrikken som er blitt evaluert, en standard filetlinje (Hovedlinja) og en state of the art linje (Valkalinja) med siste versjon filetmaskin og skinnemaskin fra Baader FMP og vannjetskjærer fra Valka ehf.

Forskere fra SINTEF og Nofima har evaluert og analysert råstoff, produkter, produksjonsprosesser og -data for å dokumentere ytelsen under skreisesongene 2017 og 2018. Ytelsen er definert som loinsutbytte (i forhold til forbrukt råstoff), kapasiteten på linjene i kg per time og kg per operatørtime samt produsert kvalitet.

Det har ikke vært gjort endringer på Hovedlinja fra 2017 til 2018, men på Valkalinja har det vært gjennomført en vesentlig endring med ombygging av den nye filetmaskina fra Baader og installert et nytt pre-trimmebord i forkant av vannjetskjæreren. Det er fortsatt planer om ytterligere forbedringer på linja. Valkalinja hadde i 2018 et loinsutbytte på 31,5 % mot Hovedlinjas 27,6 %. Kapasiteten på Hovedlinja var 3805 kg/time og på Valkalinja 2857 kg/time. For kg/operatørtime var forholdet henholdsvis 175 og 177. Valkalinja er bemannet med hovedsakelig sesongansatte uten akkordavtale, mens på Hovedlinja er det faste, trente operatører med akkord. Valkalinja har økt kg/operatørtime med 26 % fra 2017 til 2018 som et resultat av oppgraderingen av linja. Det er ikke funnet forskjell i produsert kvalitet mellom de to linjene. Manuell utskjæring av tykkfiskbein gir noen prosent lavere utbyttetap enn vannjetskjæring, men må sees opp mot enklere trimmeoperasjon, mer fleksibel og nøyaktig oppdeling og utnyttelse av fileten som enkelt kan tilpasses forskjellige kunders ønsker. Totalt sett er det vist at Valkalinja har en bedre ytelse enn Hovedlinja, men fortsatt er ikke det fulle potensialet tatt ut.

**UTARBEIDET AV**

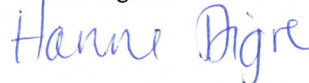
Harry Westavik (SINTEF)

**KONTROLLERT AV**

Bendik Toldnes

**GODKJENT AV**

Hanne Digre



Historikk

| VERSJON | DATO | VERSJONSBEKRIVELSE |
|---------|------------|---|
| 0.1 | 2018-05-30 | Utkast til diskusjon i styringsgruppen |
| 0.2 | 2018-06-21 | Ny versjon til behandling i styringsgruppen |

Innholdsfortegnelse

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Abstract | 4 |
| 2 | Innledning..... | 5 |
| 3 | Problemstilling og formål..... | 6 |
| 4 | Prosjektgjennomføring | 6 |
| 4.1 | Metode..... | 6 |
| 4.1.1 | Utbytte..... | 8 |
| 4.1.2 | Kapasitet | 9 |
| 4.1.3 | Kvalitet..... | 9 |
| 4.2 | Gjennomføring..... | 10 |
| 4.2.1 | Filmopptak..... | 10 |
| 5 | Oppnådde resultater, diskusjon og konklusjon | 10 |
| 5.1 | Resultater..... | 10 |
| 5.1.1 | Utbytte..... | 11 |
| 5.1.2 | Kapasitet | 15 |
| 5.1.3 | Kvalitet..... | 16 |
| 5.1.4 | Ferdig film..... | 25 |
| 5.2 | Diskusjon..... | 26 |
| 5.3 | Konklusjon..... | 28 |
| 6 | Leveranser | 29 |
| | Vedlegg | 30 |

BILAG/VEDLEGG

Vedlegg 1: Måling av utbytte ved nakking, filetering, skinning og beregning av filetoutbytte i 2017

1 Abstract

This project documents the performance of a state-of-the-art fileting line for whitefish and compares it to a standard fileting line. This is valuable information for the fileting industry that can be used to develop cost-effective and profitable factories that produce stable quality products.

Lerøy Norway Seafoods in Melbu have two fileting lines in the factory, which have both been evaluated in this project – a standard fileting line (*Hovedlinja*) and a state-of-the-art fileting line (*Valkalinja*). *Valkalinja* has the newest fileting and skinning machines from Baader FMP and a waterjet cutter from Valka ehf.

Researchers from SINTEF and Nofima have evaluated and analysed raw material, products and production processes and data to document the performance in the winter cod (skrei) fishing seasons of 2017 and 2018. Performance is here defined as the loin yield compared to the amount of raw material used, the capacity of the lines in kg per hour, the processing capacity in kg per operator hours and the end product quality.

While no changes have been made to *Hovedlinja* from 2017 to 2018, there have been significant changes in *Valkalinja* – including rebuilding of the new fileting machine from Baader and installation of a new pre-trimming tablet upstream of the waterjet cutter. There are plans to further improve *Valkalinja*. *Valkalinja* had a loin yield in 2018 of 31.5 %, compared to 27.6 % for *Hovedlinja*. The production capacity of *Hovedlinja* was 3805 kg/hour and on *Valkalinja* it was 2857 kg/hour. The capacity per operator hour was respectively 175 kg and 177 kg for the two lines. *Valkalinja* is operated primarily by seasonal workers without piece-work agreements, while *Hovedlinja* is operated by permanent and trained employees with piece-work agreements. *Valkalinja* has increased the production capacity per operator hour by 26 % from 2017 to 2018 as a result of the upgrades to the line. No product quality differences were found between the two lines. Manual cutting of the pin bones gives a somewhat lower yield loss than waterjet cutting, but this disadvantage is outweighed by the following advantages of automated waterjet cutting: simpler trimming operation, more flexible and accurate portioning and optimal use of the filet which quite fairly can be adapted to customer-specific demands. In summary, the evaluation shows that *Valkalinja* has a better performance than *Hovedlinja*, while still having further potential for improvements.

| Line | Loin yield | Prod. Capacity | Capacity/operator hour | Operators |
|------------|------------|----------------|------------------------|---|
| Valkalinja | 31,5 % | 2857 kg/hour | 177 kg | Seasonal workers without piece-work agreements |
| Hovedlinja | 27,6 % | 3805 kg/hour | 175 kg | Trained, permanent staff with piece-work agreements |

2 Innledning

Prosjektet er en videreføring av FHF-prosjektet 901122, *Pilotprosjekt; Filét i Norge*¹. Prosjektet skulle evaluere en "state of the art" filetlinje for hvitfisk og startet høsten 2015 og var planlagt gjennomført over 12 måneder for å dekke sesongene gjennom året. På grunn av manglende råstoff i lange perioder ble ikke prosjektet gjennomført som planlagt.

Automatisering og prosessoptimalisering har stort fokus i fiskeindustrien for å øke lønnsomhetene og styrke konkurranseevnen. Lakseindustrien har kommet lenger i automatiseringen på grunn av mer forutsigbar råstofftilgang og -kvalitet enn hvitfiskindustrien. Bakgrunnen for behovet for økt automatisering er det faktum at det opp til nå, utenom enkelte forbedringer, har skjedd svært lite teknologiutvikling innen foredling av hvitfisk de siste 30 årene. Motivet for og konsekvensen av teknologiutviklingen bør omfatte muligheten til å maksimere inntjeningen, gjøre arbeidstakernes hverdag tryggere og bidra til en mer bærekraftig næring. De største manuelle arbeidsoppgavene er trimming av filet og fjerning av tykkfisk-/spåmannsbein. På grunn av et høyt norsk kostnadsnivå er det behov for å øke kapasiteten (kompensere for høyt lønnsnivå som er i området 10 – 15 % av produksjonskostnaden) og utbyttet (kompensere for høy råstoffpris som er rundt 75 % av kostnaden).

Prosjektet er interessant og relevant for norske filetfabrikker med hensyn til spørsmålet om å investere i ny teknologi og for at flere aktører vil kunne begynne å filetere hvitfisk i Norge. Dette kan bidra til å gi økt lønnsomhet og verdiskaping i Norge. Det er et behov og ønske fra næringa om å få dokumentert nytteverdien av et "state of the art" filetanlegg for torsk og hyse. Dette for å unngå feilinvesteringer i teknologi, utnytte fordelene med nærheten til det beste kvalitetsråstoffet og skape fleksibilitet i en markedstilpasset produksjon.

Lerøy Norway Seafoods AS (*LNS*) har gått foran og investert i ny teknologi i en av sine to filetlinjer. Det er svært positivt at bedriften har stilt de to filetlinjene til disposisjon for dette prosjektet. Det gir en unik mulighet for å sammenlikne tradisjonell og ny teknologi med hensyn på utbytte, kapasitet og kvalitet. Hovedelementene er ny fileteringsmaskin, ny skinnemaskin og kutting av pre-trimmet filet med vannjetkutter for utskjæring av pinne- og småmannsbein samt oppdeling i henhold til forhåndsdefinerte skjæremønstre.

FHF finansierte prosjektet og Lerøy Norway Seafoods bidro med egeninnsats i form av arbeidstimer hos medarbeidere i forbindelse med tester. Frank Jakobsen representerer FHF og prosjektets styringsgruppe besto av følgende personer;

- Kai Jensen, Lerøy Norway Seafoods AS
- Martin Rasmussen, Primex Norway AS
- Frank Kristiansen, Båtsfjordbruket AS
- Arne E. Karlsen, Gunnar Klo AS
- Helgi Hjálmarsson, Valka ehf
- Kjell Arthur Lind-Olsen, Baader Norge AS

Prosjektgruppen besto av følgende personer;

- Harry Westavik (prosjektleder), SINTEF Ocean AS
- Silje Kristoffersen, Nofima
- Morten Bondø, SINTEF Ocean AS
- Tatiana Ageeva, Nofima
- Erlend Indergård, SINTEF Ocean AS
- Gustav Martinsen, Nofima
- Kvalitetssikrer ved SINTEF: Bendik Toldnes
- Kvalitetssikrer ved Nofima: Sjørdur Joensen

¹ SINTEF-rapport (2017) Pilotprosjekt; Filét i Norge. Rapport OC2017A-021, ISBN 978-82-7174-268-3

Produksjonsledelsen og operatørene bisto med nødvendig og meget god assistanse i fabrikken og i forbindelse med oversendelse av produksjonsdata og svar på oppfølgende spørsmål.

3 Problemstilling og formål

Prosjektet skal bidra i prosessen med å utvikle en kostnadseffektiv, lønnsom og kvalitetsmessig stabil fiskeprosessering. Manuelle operasjoner med trimming av filet, som inkluderer fjerning av bein, er noen av de mest arbeidsintensive oppgavene i verdikjeden og utgjør en stor del av produksjonskostnadene. Automatisering vil kunne bety en mulighet for å redusere kostnadene. Prosjektet skal gi et beslutningsgrunnlag for eksisterende filetfabrikker med hensyn til investering i nytt utstyr og motivere flere aktører til å begynne med filetering i Norge. Prosjektet skal forhåpentligvis kunne bidra til en felles industriell erfaring om prosessutstyr og produksjon og slik sett bidra til at aktører unngår å gjøre feilinvesteringer og bidra til at implementering av ny teknologi blir så effektiv som mulig.

Prosjektets hovedmål er å dokumentere ytelsen av en "state of the art" filetlinje og sammenlikne denne med standard filetlinje hos Lerøy Norway Seafoods AS, Melbu.

Delmålene er å dokumentere:

1. utbyttet (andel kg sluttprodukt av kg råstoff med fokus på de best prisede produktene).
2. kapasiteten (antall kg råstoff prosessert per produksjonstid og operatørtid).
3. kvaliteten (råstoffkvaliteten inn til produksjon og produktkvaliteten gjennom linjas enhetsoperasjoner frem til og med porsjonering).

Det skal lages og publiseres en film om prosjektet og den nye teknologien.

4 Prosjektgjennomføring

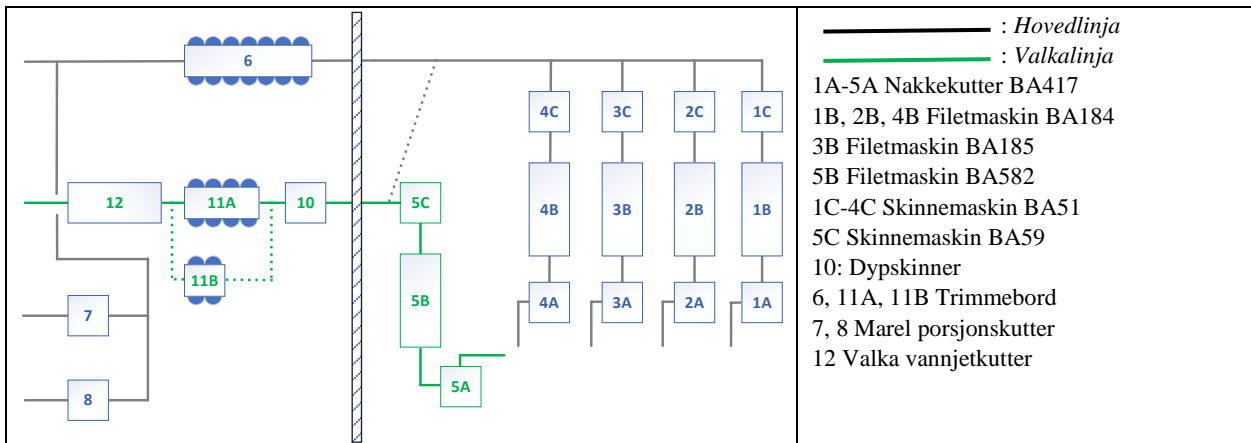
4.1 Metode

Oppgaven er å sammenlikne ytelsen til to filetlinjer for hvitfisk med hensyn på utbytte, kapasitet og kvalitet over en 12 måneders periode hos Lerøy Norway Seafoods AS, Melbu (*LNS*). De to filetlinjene er en standard filetlinje og en "state of the art" filetlinje. Internt i bedriften brukes forskjellige navn på disse to linjene, men de betegnes ofte som "*Hovedlinja*" (standard linje) og "*Valkalinja*" som "state of the art"-linja. I denne rapporten er det disse to navnene som blir brukt.

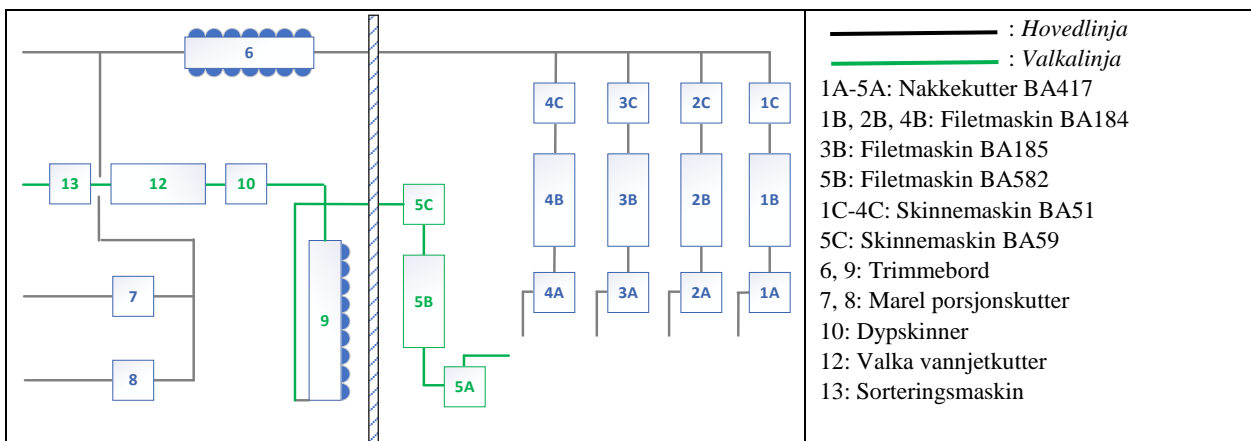
Spørsmålet er om ny teknologi bidrar til bedre ytelse (kapabilitet) og dermed vil kunne forsvare investeringene. I denne sammenhengen er det vurdering av hovedsakelig to nye teknologier som er installert i *Valkalinja*; en vannjetskjærer (januar 2017) fra Valka ehf. og siste generasjon filetmaskin for hvitfisk (november 2015) fra Baader (BA582). I tillegg er det også installert en ny skinnemaskin (BA59) samtidig med den nye filetmaskinen (se Figur 1).

Våren 2017 ble det installert en automatisk sorteringsmaskin for å sortere fraksjonene etter kutting i vannjetskjæreren (nr. 13 i Figur 2). I og med at dette er en helt ny installasjon etter at prosjektet startet og det har vært noen utfordringer med drift av denne, er teknologien ikke vurdert. Det er kun gjort observasjoner av maskinen under drift. Imidlertid har denne teknologien redusert behovet for bemanning på avtaksbordet etter *Valkamaskina*. Dette er tatt inn i beregningen av linjekapasiteten etter installasjonen.

Gjennom prosjektets periode har *Valkalinja* hatt to konfigurasjoner. Figur 1 og Figur 2 viser skisse over hovedelementene i de to konfigurasjonene. Merk at i versjon 1 var det en bypassmulighet fra *Hovedlinja* til *Valkalinja*. Denne muligheten er fjernet i versjon 2.



Figur 1: Skisse over de to linjene skreisesongen 2017



Figur 2: Skisse over de to linjene skreisesongen 2018

I prosjektet er det ikke sett på kontrakts-/avtalemessige forhold mellom bedriften og teknologileverandørene i forbindelse med installasjon av det nye utstyret. Det er heller ikke sett på vedlikeholdsavtaler, -rutiner og -kostnader for det nye utstyret. I utgangspunktet er ikke evaluering av de manuelle trimmeoperasjonene med hensyn til utbytte og kapasitet hos operatørene en del av prosjektoppgaven. Men siden trimmeoppgaven (pre-trimming for vannjetskjæring) på *Valkalinja* er forskjellig i forhold til trimming på standardlinja, så vil dette bli vurdert og kommentert. I opprinnelig prosjektplan skulle også produksjon av hyse evalueres på de to linjene, men dette har falt ut i og med at det ikke har vært hyseproduksjon i perioden.

I prosjektet hadde SINTEF ansvar for å få dokumentert utbyttet (delmål 1) og kapasiteten (delmål 2). Nofima hadde ansvar for å dokumentere kvaliteten (delmål 3) og å leie inn et filmselskap til å lage en film om prosjektet.

En forutsetning for å beregne rett utbytte og kapasitet er at massebalansen mellom antall kilo råstoff inn i fabrikkens stemmer med det som kommer ut som ferdigvarer. Det forutsettes at produksjonsdataene i dagrapportene er riktige. Overordnet massebalanse for 2017 og 2018 er vist i tabell Tabell 2 i kapittel 5. Tallene er basert på summen av registrert mengde råstoff (h/g torsk) i kg som er tatt inn i skjærehallen og distribuert til *Hovedlinja* og *Valkalinja*. Mengden sluttprodukt er summen av alle produktene som er blitt produsert i fabrikkens og solgt og omfatter A-produkter (filet og loins), B-produkter (porsjoner/tails), bit- og farseblokk, nakker/ørebein og dyrefôr.

For å finne massebalansen og beregne utbytte og kapasiteter for begge filetlinjene ble følgende produksjonsdata fra dagrapporter samlet, i tillegg til data samlet under besøkene:

1. Råstoff (torsk uten hode og innmat, h/g) fordelt til de to produksjonslinjene;
 - Fangstmetode og -dato (trål, snurrevad, line og garn)
 - Ferskt eller tint råstoff
 - Størrelsesklasser (kg)
 - Antall kg fordelt på de to linjene (kg)
2. Trimmerapporrt fra Hovedlinja;
 - Innveid fisk fra filetering/skinning (kg)
 - A-produkt (kg)
 - B-produkt (kg)
 - Avskjær (kg)
 - Antall timer per operatør og totalt (t)
3. Utbyttmålinger hodekappere, filetmaskiner og skinnemaskiner;
 - Utbyttetap ørebein/nakker (%)
 - Utbyttetap ryggbein (%)
 - Utbyttetap skinn (%)
 - Filetutbytte (%)
 - Utbyttetap dypskinning (%)
4. Valka-rapport;
 - Produkter produsert (navn)
 - Vekt og antall per produkt og totalt (kg, stykk)
 - Antall kg per time (kg/t)
 - Produksjonstid, tidspunkt siste produkt minus tidspunkt første produkt (t)
5. Produserte sluttprodukter fordelt på;
 - Fileter (kg)
 - Loins (kg)
 - Porsjoner (kg)
 - Spesialprodukter (kg)
 - Farse- og bitblokk (kg)
 - Dyrefôr (kg)
 - Ørebein/nakker (kg)

4.1.1 Utbytte

Utbyttet beregnes som andelen produkt, i prosent, av forbrukt råstoff (h/g torsk). Fokuset er å få best mulig utbytte av de best betalte A-produktene som er trimmet beinfri filet og loins (m/u skinn). Oppgaven er å sammenlikne en tradisjonell filetlinje (*Hovedlinja*) med en "state of the art" filetlinje (*Valkalinja*). Siden flere av de samme produktene kan produseres på begge filetlinjene samme dag, var det nødvendig å gjøre en kvalifisert vurdering sammen med bedriften for å få mest mulig riktig fordeling mellom de to linjene som grunnlag for å sammenlikne utbyttet. Utbyttet presenteres for hver av de to linjene samlet for hvert av årene 2017 og 2018 (Tabell 3 og Tabell 4). Det vil si før og etter oppgradering og ombygging av *Valkalinja*.

Den statistiske analysen for å sammenlikne linjene er basert på uparet t-test for to grupper med antatt ulik varians. Sannsynligheten for konfidensintervallet er satt til 95 % ($P < 0,05$). Det vil si at det må være mer enn 95 % sannsynlighet for at vi skal kunne anta at det er en forskjell mellom to grupper. For å analysere konfidensintervallet for gjennomsnittet i en enkelt gruppe ($P < 0,05$) ble følgende formel benyttet:

$$\bar{X} - t_{\alpha/2} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}, \bar{X} + t_{\alpha/2} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Der \bar{X} er gjennomsnittet i prøveutvalget. $t_{\alpha/2}$ er verdien for t-fordelingen når α er satt til 0,05. S er beregnet standardavvik i prøveutvalget med n antall observasjoner.

Øvrige utbytteberegninger som ble utført var med en såkalt "fem-fisk prøve"; fem stykk h/g fisk tas ut og veies individuelt og kjøres gjennom ørebeinskutter, filetmaskin og skinnemaskin. Gjennomsnittet for utbyttetap i prosent beregnes for hvert trinn samt filetutbytte (andel filet av råstoffet, med eller uten skinn).

Det ble også gjennomført utbytteberegning for vannjetskjæring med hensyn på andel tykkfiskbein og spåmannsbein. 10-20 pre-trimmete veide fileter, både høyre og venstre, ble sendt gjennom Valkamaskina og kuttet i henhold til dagens produktmiks på linja. For å sammenlikne utbyttetapet for utskjæring av bein med *Hovedlinja*, er det nødvendig å regne tilbake til en teoretisk filettekt før pre-trimmet vekt. Kuttemønsteret kan være; loinsbiter, bukstykker, halestykker, tykkfiskbein og spåmannsbein. Bitene beregnes av maskina ved hjelp av en optimaliseringsalgoritme med hensyn på best mulig utnyttelse av fileten til stykker med høyest pris. Ved å veie alle bitene ble også kuttetapet beregnet.

Valkamaskina beregner kuttene ved bruk av bildeinformasjon fra røntgenbilde og 3D-bilde av filetene. Bildet av en filet kan tas ut hvor kuttemønsteret er vist og vekten på fileten og bitene er estimert. For å dokumentere nøyaktigheten i estimeringen ble den veide fileten sammenliknet med estimert vekt.

4.1.2 Kapasitet

Kapasiteten ble beregnet ut fra antall kg råstoff som ble prosessert gjennom linjene per effektiv produksjonstid. Dette er vist samlet for 2017 og 2017 i Tabell 1 og Tabell 10. Effektiv tid er tilgjengelig tid minus pauser og planlagte/uforutsette stopptider. Det ble beregnet kapasitet for linja (kg/time) og bemanningen (kg/operatørtid). Timetallene ble beregnet ut fra de daglige linjerapportene over nøkkelfunksjoner for begge produksjonslinjene som viser effektiv produksjonstid. For å få et mest mulig likt sammenlikningsgrunnlag mellom de to linjene ble operatørene fra og med nakkekutting til og med produksjon av porsjoner og avtak av disse, tatt med i regnestykket. Det vil si at bemanning til pakking og IQF ikke er med.

For å avgjøre om det er forskjell i kapasitet mellom de to linjene ble det gjennomført t-test for to grupper med ukjent varians, etter samme metodikk som for utbytte, med et konfidensintervall på 95 %.

Kapasitet på enhetsoperasjoner ble også registrert gjennom målinger av antall enheter produsert per minutt og hastigheter på transportbånd som antall meter per minutt.

4.1.3 Kvalitet

Det ble utført kvalitetsvurderinger av produktene gjennom hele prosessen og gjort en sammenlikning mellom *Hovedlinja* og *Valkalinja*. Kvaliteten på råstoffet før prosessering ble vurdert og videre hvordan de ulike trinnene frem til ferdig produkt har påvirket sluttkvaliteten. Det ble foretatt kvalitetsvurdering av 10 fisk før prosessering og gjennom hele fileteringsprosessen. Skjema og metodikk for kvalitetsvurdering er utarbeidet av Nofima. En kvalitetsvurdering av råstoffet før skjæring ble gjennomført. Dette for å avklare i hvor stor grad kvalitet på sluttprodukter ble påvirket av kvalitet på råstoff. Det ble benyttet 4 ulike skjemaer for kvalitetsvurdering på råstoff, etter skjæremaskin, etter skinnemaskin og av sluttprodukt, hvor det mest ble fokusert på loins. Score-verdier er vist i parentes. Laveste verdi 0 = feilfri, høyeste verdi 2 eller 6 = er dårligst.

- Råstoff (score 0 – 2)
 - Slitasje på skinn, rigor tilstand, frossen tilstand, klemskader, hoggskeer fra høtt eller krok, dype redskapsmerker, feil sløyvesnitt, blod i bukhulen, blodsprengt, sjøddød.
- Kvalitetsfeil i filet etter skjæremaskin (score 0 – 6)
 - Spalting, konsistens (bløthet), farge (rosa skjær i loins og buk, blodflekker), bein, skjærefeil (rivning).

- Kvalitetsfeil i filet etter skinnemaskin (score 0 – 6)
 - Spalting, skjærefeil (rivning), skinnrest
- Kvalitetsfeil i sluttprodukt (score 0 – 6)
 - Spalting, konsistens (bløthet), farge, bein, antall «mistede» fileter

4.2 Gjennomføring

Det ble gjennomført fem besøk hos *LNS* i prosjektperioden; februar, mars, juni og september 2017 og i mars 2018.

- Det ble utarbeidet en plan og materiell for datainnsamling i diskusjon og samarbeid med *LNS* i forkant av besøkene.
- I møter med fabrikkledelsen hos *LNS* ble produksjonsplaner og registrering av prosessdata, målepunkt og kriterier for registrering gjennomgått før oppstart av prosjektarbeidet under besøkene i Melbu. Måling og registrering av produksjonsparametere og nøkkeltall for produksjon av råstoff ble gjort i fabrikkene under besøkene. Enkelttester under besøkene, slik som utbyttetester for nakking, filetering og skinning ble utført innimellom uten at produksjonen ble stoppet. Større tester, slik som manuell trimming av filetprøver og utbyttetester på Valka vannjetskjærer, ble utført under planlagte stopp/pauser.
- Produksjonsdata fra standard linjerapporter og data samlet under bedriftsbesøkene er blitt bearbeidet og statistikkberegninger gjennomført for dokumentasjon av resultatene.
- Det er blitt gjennomført fire styringsgruppemøter i prosjektperioden, to i 2017 og to i 2018.

Under besøkene i fabrikkene hos *LNS* i Melbu ble følgende hovedaktiviteter gjennomført;

- Registrering og dokumentasjon av kvalitet på råstoffet inn til produksjonen og etter enhetsoperasjoner gjennom produksjonslinjene til og med porsjonering, før pakking/frysing.
- Måling av utbytte på enhetsoperasjoner som ørebeinskuttere, filetmaskiner, skinnemaskiner og Valka vannjetkutter.
- Registrering av normalbemanning på ulike arbeidsoperasjoner i begge filetlinjene.
- Det ble gjennomført observasjoner og målinger av ytelser på enkeltmaskiner og enheter.

Prosjektet var planlagt avsluttet 31.12.2017. I løpet av skreisesongen 2017 ble det klart at det var flere forhold med *Valkalinja* som gjorde at utbyttet og kapasiteten ikke var god nok. I styringsgruppemøtet 12.10.2017 ble prosjektresultatene presentert og diskutert. *LNS* presenterte bedriftens planer om ombygging av filetmaskinen BA 582 og ombygging av pre-trimmelinja slik at linjas kapabilitet skulle forbedres. Hva tiltakene ville gi av effekt var interessant for styringsgruppen som ønsket at prosjektet skulle utvides til også å omfatte skreisesongen 2018. Dette ga FHF sin tilslutning til og en revidert prosjektplan ble utarbeidet og godkjent.

4.2.1 Filmopptak

Den 22. og 23. mars 2017 var et filmteam fra NordlysLAB, Tromsø, hos Lerøy Norway Seafoods for å ta opp film i fabrikkene og på kaia, intervju ledelsen for bedriften, lokale folk på stedet og forskerne fra SINTEF og Nofima. Målet med filmen er å fortelle om prosjektet og synliggjøre mulighetene som ny teknologi kan bidra med i fremtidens fiskeforedling i Norge.

5 Oppnådde resultater, diskusjon og konklusjon

5.1 Resultater

Fabrikkene til *LNS* i Melbu gir en unik mulighet til å observere parallelt to filetlinjer med ulik teknologi for produksjon av hvitfiskprodukter. Imidlertid er det forskjeller mellom de to linjene som gjør at det ikke er enkelt å sammenlikne disse to direkte. Det er ulike faktorer (visst i Tabell 1) som vil ha effekt på kapasitet, utbytte og kanskje i noen tilfeller også kvalitet.

Registreringer i løpet av en enkelt dag vil være et øyeblikksbilde hvor de ulike faktorene inntreffer i større eller mindre grad. Derfor vil en sammenlikning over lengere perioder gi et bedre grunnlag for å vurdere ytelsen på linjene.

Tabell 1: Faktorer som kan påvirke kapasitet og utbytte på filetlinjene.

| Faktor | Beskrivelse |
|------------------------------------|---|
| Akkord | Det er akkord på <i>Hovedlinja</i> , men ikke på <i>Valkalinja</i> . |
| Sesongansatte | I sesongen bemannes <i>Valkalinja</i> med sesongansatte, men i mindre grad på <i>Hovedlinja</i> som er bemannet med faste og godt øvede operatører. |
| Produktmiks | Det produseres forskjellige produkter på de to linjene, men også like produkter som går sammen i varestrømmen slik at utfordringen blir å finne hvor stor andel som kommer fra hver av de to linjene. |
| Produktvalg | Forskjellige produkter på de to filetlinjene vil kunne påvirke både kapasitet og utbytte forskjellig slik at en direkte sammenlikning blir vanskelig. |
| Hendelser | Uforutsette hendelser som gir nedsatt hastighet eller produksjonsstopp. |
| Forskjellig råstoff | Det kjøres som regel forskjellig råstoff på de to linjene. Vanligvis gjelder dette ulike størrelsesklasser, 0,1 – 4 kg på <i>Hovedlinja</i> og 4 – 6 på <i>Valkalinja</i> . Det kan være ulike kvaliteter som bløt fisk, rigorfisk, blod i filet, fangstskader etc. |
| Produksjonsendringer | Redusert hastighet på grunn av bemanningsendringer, omlegging av produksjonen etc. |
| Varer i arbeid | Uregistrert halvfabrikata som blir prosessert videre på den andre linjen enten samme dag eller blir stående til neste dag/uke uten å bli registrert. |
| Ompakking | Pakkede varer som ikke er registrert og må pakkes om på grunn av feil eller endret ordre. |
| Vekt- og gulvtap, utkast og skader | Fersk fisk vil ganske raskt tape vekt på grunn av drypptap om den ikke pakkes raskt. Fisk som havner på gulvet og ødelagte produkter som ikke registreres og går til dyrefôr. |

Det første som må kontrolleres er om massebalansen går i null (råstoff inn = produkter ut). Tabellen under viser massebalansen på overordnet nivå (begge filetlinjene samlet) for noen uker i sesongene 2017 og 2018, pluss to dager utenfor sesong i uke 38 i 2017. Tallet i parentes i tabellen angir antall dager med produksjonsdata brukt i prosjektet.

Tabell 2: Massebalanse 2017 og 2018 for utvalgte uker(kg)

| År | 2017 | 2018 |
|----------------|----------------|----------------|
| Ukenr. (dager) | 8,9,12,38 (14) | 8,9,10,11 (20) |
| Råstoff | 598 165 | 789 510 |
| Sluttprodukt | 610 248 | 794 688 |
| Avvik | -12 083 | -5 178 |

Som tabellen viser er det avvik mellom mengde råstoff og produsert produkt. Tilsynelatende er det produsert mer produkt enn mengde forbrukt råstoff. Hvor avviket ligger er ikke kjent, men kan skyldes "varer i arbeid" som ikke er registrert i dagsrapportene. Avviket er størst i 2017 (2 % mot 0,6 % i 2018). Flere av ukene/produksjonsdagene i 2017 var ikke sammenhengende og da blir "via" ikke utliknet i like stor grad. Det må antas at mengden hovedprodukter som er rapportert og solgt, er riktig. Videre antas det da at avviket i utbyttet for hovedproduktene på grunn av feil i massebalansen blir forholdsvis liten og kan ses bort fra.

5.1.1 Utbytte

Tabell 3 og Tabell 4 viser utbyttetallene i 2017 og 2018 for henholdsvis *Valkalinja* og *Hovedlinja* basert på forbrukt råstoff og mengde solgt hovedprodukt. En mulig feilfordeling av like sluttprodukter mellom de to

filetlinjene vil være en feilkilde. Denne feilen vil minimeres når dataene for A-produktene blir summert over en lengere produksjonsperiode siden mesteparten av hovedproduktene på de to linjene er forskjellig i sesongen.

Tabell 3: Filet/loinsutbytte* Valkalinja

| År | 2017 | 2018 |
|---------------------|----------------|----------------|
| Ukenr. (dager) | 8,9,12,38 (12) | 8,9,10,11 (20) |
| Råstoff (kg) | 285 590 | 355 867 |
| Filet og loins (kg) | 102 493 | 130 519 |
| Utbytte (%) | 35,9 | 36,7 |

* Mengden er summen av loins og filet med skinn uten buk og bein.

Tabell 4: Loinsutbytte Hovedlinja

| År | 2017 | 2018 |
|----------------|----------------|----------------|
| Ukenr. (dager) | 8,9,12,38 (13) | 8,9,10,11 (18) |
| Råstoff (kg) | 312 575 | 433 643 |
| Loins (kg) | 94 281 | 119 483 |
| Utbytte (%) | 30,2 | 27,6 |

Som tabellene viser er loinsutbyttet, beregnet ut fra totaltall for periodene, bedre for *Valkalinja*. Spørsmålet er om dette er signifikant når vi vet at resultatene kan variere fra dag til dag ut fra forskjellige forhold (se Tabell 1). En uparet t-test, ved å bruke de daglige utbytteprosentene for begge linjene, viser at *Valkalinja* har bedre utbytte enn *Hovedlinja* både i 2017 og 2018 med en sannsynlighet på mer enn 95 % ($P < 0,05$). Men siden produktmiksen er forskjellig, et stort produkt på *Valkalinja* i skreisesongen er filetproduktet hel filet med skinn uten bein og bukstykke, blir ikke dette direkte sammenliknbart. Ved å omregne filetene til teoretisk mengde loins uten skinn ved å bruke et utbyttetap på 5,5 % for skinnet (maskin 5, se Tabell 3) og at filetproduktet har 80 % loins (beregnet ut fra gjennomsnittlig forhold ved bruk av røntgenbilder fra Valkamaskina, se Bilde 1 senere i kapittelet), vil den sammenliknbare loinsandelen på *Valkalinja* bli endret. Dette er vist i Tabell 5.

Tabell 5: Loinsutbytte Valkalinja

| År | 2017 | 2018 |
|----------------|----------------|----------------|
| Ukenr. (dager) | 8,9,12,38 (12) | 8,9,10,11 (20) |
| Råstoff (kg) | 285 590 | 355 867 |
| Loins (kg)* | 86 814 | 112 126 |
| Utbytte (%) | 30,4 | 31,5 |

*Teoretisk loinsmengde

Ved å gjennomføre den samme analysen, men nå med justert loinsmengde, så viser beregningene at *Valkalinja* ikke var bedre enn *Hovedlinja* i 2017 ($P > 0,05$), men i 2018 er *Valkalinja* signifikant bedre ($P < 0,05$). Merk at Tabell 4 viser at loinsandelen for *Hovedlinja* har gått ned fra 30,2 % i 2017 til 27,6 i 2018, men det er ikke en signifikant nedgang basert på analyse av variasjonen mellom de daglige produksjonene.

Tabell 6 viser beregnede utbytter for maskinene i skjærehallen ved bruk av fem-fisk prøver utført av bedriften i 2018. I Vedlegg 1 er det vist de samme beregningene for 2017, med den forskjellen at det da ikke ble skilt mellom høyre og venstrefileter. Denne rutinen har bedriften innarbeidet etter sesongen 2017 for å identifisere behov for justeringer på filet- og skinnemaskinenes høyre og venstre løp. Hvilket ikke er mulig når begge blir veid sammen.

Tabell 6: Måling av utbytte ved nakking, filetering, skinning og beregning av filetutbytte i 2018.

| Maskin 1 | Rygg | | | | Skinn | | | Filet utbytte | |
|--------------|--------|---------|--------|------------|---------|--------|-------------|---------------|----|
| | Øreben | Venstre | Høyre | Total Rygg | Venstre | Høyre | Total Skinn | | |
| Gjennomsnitt | 8,5 % | 10,2 % | 10,4 % | 20,7 % | 2,5 % | 2,8 % | 5,3 % | 65,5 % | US |
| St. - Avvik | 1,2 % | 0,6 % | 1,2 % | 1,5 % | 0,3 % | 0,4 % | 0,7 % | 1,9 % | US |
| n= | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | US |
| Maskin 2 | Rygg | | | | Skinn | | | Filet utbytte | |
| | Øreben | Venstre | Høyre | Total Rygg | Venstre | Høyre | Total Skinn | | |
| Gjennomsnitt | 9,5 % | 10,8 % | 9,7 % | 20,6 % | 2,6 % | 2,9 % | 5,5 % | 64,4 % | US |
| St. - Avvik | 1,0 % | 0,9 % | 1,0 % | 1,6 % | 0,4 % | 0,6 % | 0,8 % | 2,2 % | US |
| n= | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | US |
| Maskin 3 | Rygg | | | | Skinn | | | Filet utbytte | |
| | Øreben | Venstre | Høyre | Total Rygg | Venstre | Høyre | Total Skinn | | |
| Gjennomsnitt | 8,4 % | 9,9 % | 9,9 % | 19,8 % | 2,3 % | 2,5 % | 4,9 % | 67,0 % | US |
| St. - Avvik | 1,0 % | 0,7 % | 0,6 % | 1,0 % | 0,2 % | 0,3 % | 0,4 % | 1,3 % | US |
| n= | 35 | 36 | 36 | 36 | 29 | 29 | 29 | 29 | US |
| Gjennomsnitt | | | | | | | | 70,1 % | MS |
| St. - Avvik | | | | | | | | 2,5 % | MS |
| n= | | | | | | | | 7 | MS |
| Maskin 4 | Rygg | | | | Skinn | | | Filet utbytte | |
| | Øreben | Venstre | Høyre | Total Rygg | Venstre | Høyre | Total Skinn | | |
| Gjennomsnitt | 9,8 % | 9,7 % | 9,7 % | 19,4 % | 2,3 % | 2,3 % | 4,6 % | 66,5 % | US |
| St. - Avvik | 1,0 % | 0,7 % | 0,7 % | 1,1 % | 0,2 % | 0,2 % | 0,3 % | 1,5 % | US |
| n= | 41 | 41 | 41 | 41 | 34 | 34 | 34 | 34 | US |
| Gjennomsnitt | | | | | | | | 69,7 % | MS |
| St. - Avvik | | | | | | | | 1,5 % | MS |
| n= | | | | | | | | 7 | MS |
| Gjennomsnitt | 9,07 % | 10,15 % | 9,95 % | 20,10 % | 2,45 % | 2,64 % | 5,09 % | 65,83 % | US |
| Gjennomsnitt | | | | | | | | 69,9 % | MS |
| Maskin 5 | Rygg | | | | Skinn | | | Filet utbytte | |
| | Øreben | Venstre | Høyre | Total Rygg | Venstre | Høyre | Total Skinn | | |
| Gjennomsnitt | 10,3 % | 9,3 % | 9,8 % | 19,0 % | 2,6 % | 2,7 % | 5,3 % | 64,9 % | US |
| St. - Avvik | 1,0 % | 0,5 % | 0,7 % | 0,9 % | 0,3 % | 0,2 % | 0,4 % | 1,6 % | US |
| n= | 56 | 55 | 55 | 55 | 37 | 37 | 37 | 37 | US |
| Gjennomsnitt | | | | | | | | 71,7 % | MS |
| St. - Avvik | | | | | | | | 1,3 % | MS |
| n= | | | | | | | | 17 | MS |

Analysen av gjennomsnittsverdiene mellom 2017 og 2018 viser ingen signifikante forskjeller i filetutbyttet for maskin 1-4. For maskin 5 er det et forbedret filetutbytte fra 2017 (63,6 % u/skinn, 68,7 % m/skinn) til 2018 (64,9 % u/skinn, 71,7 % m/skinn). Denne forbedringen er signifikant og skyldes redusert utbyttetap ved nakkekutting fra 11,9 % til 10,3 % i 2018.

Det ble utført test av Valkamaskina med hensyn til utbyttetap for bein på pre-trimmet filet. Filetene ble veid og kjørt gjennom Valkamaskina og kuttet etter dagens kuttemønster. Etter porsjonering ble hver bit med bein (tykkfiskbein og spåmannsbein) veid og vekt summert. Tabell 7 viser resultatene fra en test som ble gjort i mars 2018. Samtidig ble røntgenbildene fra de samme filetene tatt ut fra Valkamaskina og de estimerte vektene ble satt inn i Tabell 8.

Tabell 7: Analyse av kutting i Valkamaskina ved fysisk veiing av filetene og bitene.

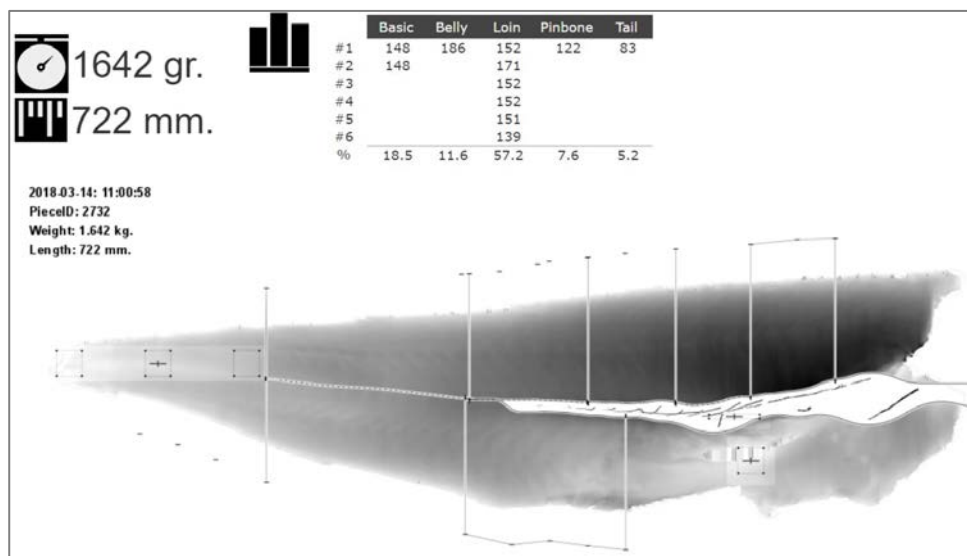
| Filetnr | Vekt før | Vekt etter | Bellybone | Pinbone | | Kuttap | % Pinbone | % sum bein |
|------------|--------------|--------------|------------|------------|------------------|--------------|--------------|--------------|
| 1 | 1645 | 1625 | 25 | 105 | | 1,2 % | 6,4 % | 7,9 % |
| 2 | 1225 | 1205 | 25 | 85 | | 1,6 % | 6,9 % | 9,0 % |
| 3 | 1260 | 1250 | | 90 | | 0,8 % | 7,1 % | 7,1 % |
| 4 | 1305 | 1290 | | 85 | | 1,1 % | 6,5 % | 6,5 % |
| 5 | 1615 | 1595 | 25 | 90 | | 1,2 % | 5,6 % | 7,1 % |
| 6 | 1130 | 1125 | 20 | 90 | | 0,4 % | 8,0 % | 9,7 % |
| 7 | 1275 | 1250 | 20 | 100 | | 2,0 % | 7,8 % | 9,4 % |
| 8 | 1075 | 1065 | 45 | 75 | | 0,9 % | 7,0 % | 11,2 % |
| 9 | 1415 | 1400 | 15 | 120 | | 1,1 % | 8,5 % | 9,5 % |
| 10 | 1485 | 1475 | 25 | 130 | | 0,7 % | 8,8 % | 10,4 % |
| Sum | 13430 | 13280 | 200 | 970 | Gj. sn. | 1,1 % | 7,3 % | 8,8 % |
| | | | | | St. avvik | 0,4 % | 1,0 % | 1,6 % |

Tabell 8: Analyse basert på Valkamaskinas estimering.

| Filetnr | Vekt før | Vekt etter | Bellybone | Pinbone | | Kuttap | %Pinbone | % Bein |
|------------|--------------|--------------|------------|------------|------------------|--------------|--------------|--------------|
| 1 | 1642 | 1604 | | 122 | | 2,3 % | 7,4 % | 7,4 % |
| 2 | 1232 | 1208 | 26 | 80 | | 1,9 % | 6,5 % | 8,6 % |
| 3 | 1250 | 1227 | | 77 | | 1,8 % | 6,2 % | 6,2 % |
| 4 | 1322 | 1300 | | 73 | | 1,7 % | 5,5 % | 5,5 % |
| 5 | 1612 | 1579 | | 106 | | 2,0 % | 6,6 % | 6,6 % |
| 6 | 1139 | 1118 | 26 | 75 | | 1,8 % | 6,6 % | 8,9 % |
| 7 | 1272 | 1247 | 23 | 84 | | 2,0 % | 6,6 % | 8,4 % |
| 8 | 1058 | 1038 | 52 | 61 | | 1,9 % | 5,8 % | 10,7 % |
| 9 | 1398 | 1368 | 18 | 95 | | 2,1 % | 6,8 % | 8,1 % |
| 10 | 1492 | 1458 | 35 | 114 | | 2,3 % | 7,6 % | 10,0 % |
| Sum | 13417 | 13147 | 180 | 887 | Gj. sn. | 2,0 % | 6,6 % | 8,0 % |
| | | | | | St. avvik | 0,2 % | 0,7 % | 1,6 % |

De blanke feltene i tabellene for bellybone (spåmannsbein) og pinbone (tykkfiskbein) skyldes at disse ikke er funnet etter kutting eller at Valkamaskina har ikke identifisert beina. Som tabellene viser, estimerer Valkamaskina et større gjennomsnittlig kuttap enn det som blir beregnet ved veiing (2,0 % mot 1,1 %). Beregning av utbyttetap ved utskjæring av bein viser at veid andel er noe større enn det Valkamaskina beregner. Men dette er ikke en signifikant forskjell ($P > 0,05$). Det vil være slik at jo flere kutt det blir i fileten, jo høyere blir utbyttetapet. I denne testen var antall stykker per filet 10,4 i gjennomsnitt.

Det er gjort en sammenlikning mellom veid vekt av pre-trimmet filet inn til Valkamaskina og estimert filetvikt. Et eksempel er Bilde 1 nedenfor av filet nr. 1 i Tabell 7 og Tabell 8.



Bilde 1: Røntgenbilde av filet nr. 1.

Estimatet er -3 g (-0,2 %) i forhold til det fileten ble veid til. Dette avviket varierer og spørsmålet er om hvor nøyaktig estimatet er. Gjennom en analyse av 48 prøver ga det et gjennomsnittlig avvik på -1,2 %. Det vil si at i gjennomsnitt estimer Valkamaskina vekta til å være 1,2 % lettere enn veid vekt. I et konfidensintervall på 95 % ligger det gjennomsnittlige avviket et sted mellom 0,6 og 1,7 %. I filet 1 utgjør pinbone 7,6 % av stykket filet (i Tabell 8 er andelen regnet av opprinnelig estimert vekt). Det tilsvarende tallet for veid vekt (Tabell 7) er 6,4 %. Altså er estimert vekt høyere i dette tilfellet. I et prøveutvalg på $n = 27$, ble det gjennomsnittlige vektavviket -9,2 %. Det vil si at den estimerte vekta for avskjæret er i snitt 9,2 % lettere. Beregnet konfidensintervall var mellom -14,0 og -4,4 %. Når bitene blir mindre så er det forventet at avviket mellom veid vekt og estimert vekt blir større. Da kan det antas at for en beregning av utbytte for større biter ved hjelp av estimerte vekter, vil avviket i forhold til virkelig verdi bli mindre. I Bilde 1, hvor estimert andel av loins av pre-trimmet filet er 57,2%, kan vi anta at denne loinsandelen ikke er langt unna virkelig verdi og vil gi et godt bilde av loinsutbytte av en pre-trimmet filet.

5.1.2 Kapasitet

Effektiv produksjonstid er beregnet ut fra registrert brukt tid for operatørene på trimmebordet til *Hovedlinja* og driftstid på Valkamaskina i *Valkalinja*. Det vil si når linjene går og produserer. Det betyr at pauser og stopptider ikke er inkludert. Feilkilden kan være at maskintakten er satt ned på grunn av ulike årsaker. En annen typisk effekt er at ved mange produksjonsproblemer/stopper vil effektiviteten når linja går også bli redusert. Av og til kan det bli nødvendig å utvide produksjonstiden (overtid med endret bemanning), for å produsere opp alt råstoffet for å sikre fiskekvaliteten. Mellom enkeltdager kan resultatene derfor variere stort. Derfor vil den totale effektiviteten målt over en lengere periode gi et mer riktig bilde av den virkelige kapasiteten på linjene.

Grunnlaget for Tabell 9 og Tabell 10, som viser et sammendrag av kapasiteten på de to linjene i 2017 og 2018, er beregninger som viser den effektive tiden linjene har vært i drift. Operatørtimene er produktet av bemanning og effektiv drift. Imidlertid kan det være en feilkilde ved at for eksempel medarbeidere forlater linja i en periode uten å bli erstattet med andre og dette ikke blir registrert.

Tabell 9: Produksjonskapasitet *Valkalinja*.

| År | 2017 | 2018 |
|---------------------------|----------------|----------------|
| Ukenr. (dager) | 8,9,12,38 (12) | 8,9,10,11 (20) |
| Råstoff (kg) | 285 590 | 355 867 |
| Effektiv drift (timer) | 109 | 125 |
| Linje (Kg/time) | 2 623 | 2 857 |
| Operatørtimer (timer) | 2 035 | 2 012 |
| Operatør (Kg/time) | 140 | 177 |

Tabell 10: Produksjonskapasitet *Hovedlinja*.

| År | 2017 | 2018 |
|---------------------------|----------------|----------------|
| Ukenr. (dager) | 8,9,12,38 (13) | 8,9,10,11 (18) |
| Råstoff (kg) | 312 575 | 433 643 |
| Effektiv drift (timer) | 89 | 114 |
| Linje (Kg/time) | 3 506 | 3 805 |
| Operatørtimer (timer) | 1 964 | 2 478 |
| Operatør (Kg/time) | 159 | 175 |

Resultatene viser at det produseres av mer råstoff på *Hovedlinja* i forhold til *Valkalinja* per time, både i 2017 og 2018. Den statistiske analysen viser at *Hovedlinja* produserer signifikant mer per time ($P < 0,05$) begge årene. Dette er ikke tilfelle når man ser på effektiviteten på operatørnivå, men forskjellen er liten. Det er ikke signifikant forskjell ($P > 0,05$), verken i 2017 eller i 2018, mellom de to linjene. En annen interessant analyse er å se om *Valkalinja* har økt kapasiteten fra 2017 til 2018. Begge linjene har økt gjennomsnitt i 2018 i forhold til 2017 med 9%, men det er kun *Valkalinja* som har hatt en signifikant økning i kg/operatørtime fra 140 til 177, som tilsvarer en økning på 26 % mot 10 % for *Hovedlinja*. Det er nærliggende å anta at økningen hos *Valkalinja* skyldes oppgraderingen på linja før sesongen 2018.

De målinger som er gjort på ulike maskiners kapasitet og båndhastigheter er ikke tatt med i resultatkapittelet. Dette er fordi kapasiteten hele tiden blir justert for å sikre god flyt i produksjonslinjene og har derfor begrenset informasjonsverdi. En begrensende faktor er antall fileter per tidsenhet ved vannjetskjæring. Jo større fileter og antall kutt, jo lavere blir kapasiteten. Det som har vært den kapasitetsbegrensende faktoren i *Valkalinja* er pre-trimningen av fileten til Valkamaskina. For å avhjelpe kapasitetsbehovet ble det i 2017 benyttet et ekstrabord (se Figur 1, 11B) til trimming. Konsekvensen ved å bruke dette bordet er at den manuelle håndteringen øker og derved reduseres kg/operatørtime.

5.1.3 Kvalitet

Generelt for alle uttak kan man si at kvaliteten på råstoffet inn i produksjonen har størst betydning for kvaliteten på sluttproduktet, uansett hvilken produksjonsteknologi som blir brukt. Gjennom de fire bedriftsbesøkene i 2017 og 2018 har råstoffet har vært varierende i opprinnelse og i kvalitet. Det kan derfor være noe utfordrende å skulle sammenligne hvert enkelt forsøk med de andre uttakene. Uttaket i februar 2017 var ferskt råstoff fra kystflåten og var fra ulike fartøy og derved fanget med ulik fangstredskap uten at disse var spesifisert. Det kunne derfor være råstoff som var fanget med garn, snurrevad eller line. Uttaket i juni og september 2017 var fra frosset trålfanget råstoff og uttaket i mars 2018 var kystfanget ferskt råstoff fra snurrevad og garn.

Til tross for ulik opprinnelse på råstoffet inn i produksjonen, kan man likevel se trender. Uavhengig av ny eller gammel linje, vil den opprinnelige kvaliteten på råstoffet ha størst betydning for sluttkvaliteten. Den nye teknologien kan resultere i redusert kvalitetstap på grunn av mindre håndtering av fileten, færre kast, færre fall og derved mindre mekanisk håndtering og svinn.

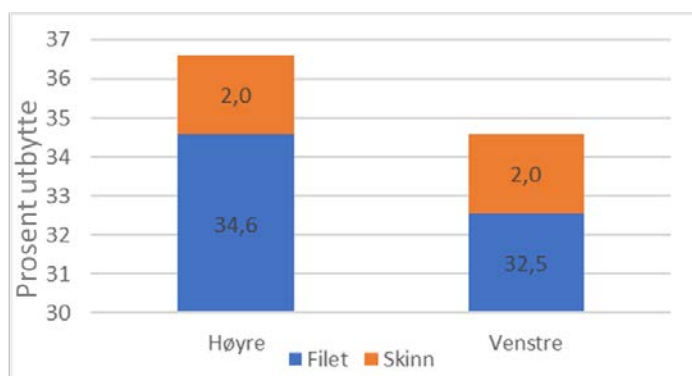
23. – 24. februar 2017

Det ble benyttet sløyd hodekappet råstoff fra Myre Fiskemottak AS. Fangst dato var 22 februar 2017. Fangst var blandet fra flere fartøy med ulike brukstyper og kunne derfor ikke relateres til fangstredskap. Fangsten ble transportert i kar, i en blanding av is og vann dekket med plast. Fangsten ble sortert over grader og den største fisken (4-6 kg) ble skjært i den nye fileteringsmaskinen BA 582 (Maskin 5B, Figur 1), mens den mindre fisken i den gamle, BA 184 (Maskin 1B). Filetene produsert i BA 582 sendes videre til den integrerte Valka vannjetkutteren, mens filetene produsert med Maskin 1B sendes videre til den tradisjonelle trimmelinjen, *Hovedlinja*. Før skjæring i Maskin 1B ble temperaturen i vannet i container målt til 4,3 OC. Bedriften hadde en avtale om ferskhetskrav, dvs. at de utelukkende produserer på så ferskt råstoff som mulig og at fisken ikke skal være frosset. Noe av råstoffet var i eller i påbegynnende rigor. Dette medførte at fisken fikk bueform og operatørene måtte rette den ut for hand før filetering. Bedriften tok interne fem-fisk prøver for å følge med filettutbytte 3 ganger daglig av alle maskiner i skjæreavdeling, fra nakkekuter frem til etter skinnemaskin. Imidlertid, de skilte ikke mellom høyre og venstre filet slik at vekten på begge fileter ble slått sammen.

Kvalitetsvurdering:

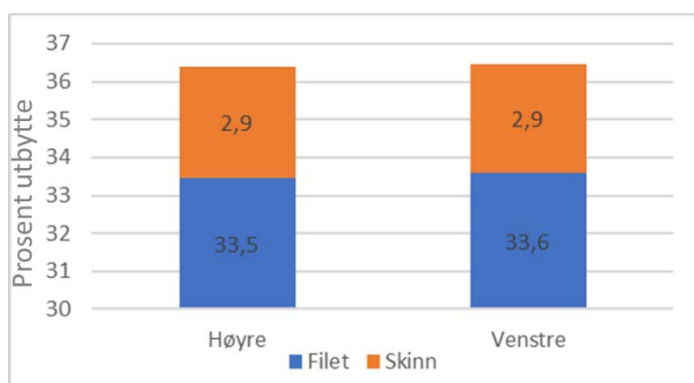
Råstoffet var av grei kvalitet, men flere fisker hadde noe blod i buken som kan være et resultat av at fisken var stresset under fangst og/eller grov behandling om bord på båten og manglende utblødning. Det ble gjennomført kvalitetsvurderinger av filet etter skjæremaskin, skinnemaskin og av ferdig produkt etter kutting, hovedsakelig loins. Fem fisk ble benyttet for vurdering av forskjell mellom Maskin 1 og Maskin 5.

I forsøket ble det oppdaget at det var en tendens til ulik vekt mellom høyre og venstre filet produsert med Maskin 1B. Se Figur 3 som viser en forskjell på 2 % mellom høyre og venstre filet.



Figur 3: Test av utbytte på høyre og venstre filet etter skjæring i Maskin 1B.

Etter en justering i to omganger, ble resultatet som vist i Figur 4.



Figur 4: Test av utbytte etter andre gangs justering av filetmaskin 1B.

Bedriften har nå innført standard måling av vekt mellom høyre og venstre filet som en del av den daglige interne kvalitetskontrollen.

Det er imidlertid verd å merke seg at selve prosessen med nakking av fisk kan ha stor påvirkning for utbytte på filetene. Dette illustreres veldig godt på de påfølgende bildene.



Bilde 2: Fisk nakket på BA 417 (Maskin 5A).

Disse to bildene viser forskjell mellom høyre og venstre filet etter nakking i Maskin 5A. En slik forskjell i utgangspunktet vil påvirke det totale utbytte videre i produksjonen. Det ble sagt at maskinen var justert med et ekstra stort kutt for at rester av nakkebein ikke skal skape problemer i filetmaskinen (Maskin 5B). Forskjell mellom fileter av fisk som er skåret på to forskjellige nakkemaskiner er vist i Bilde 3.



Bilde 3: Bildeserie som viser forskjell i nakkekutting mellom Maskin 5A (øverst) og Maskin 1A.

Etter hver kvalitetsvurdering ble det tatt bilder av filetene. Flere fileter hadde en markant blodflekk i sentrum av fileten og rosa skjær i buk (Bilde 4).



Bilde 4: Høyre filet fra fisk 2 (H2) etter Maskin 1B.

Fileten har noe spalting i bakre delen av loins, en markant flekk i sentrum av loins og noe mindre blodflekk i nakken, samt rosa skjær i buken og finnebein. Fileten er noe revet i buken ved nakkeområde. Denne blodflekken kan være et resultat av at ryggraden ble knekt før eller under maskinell filetering, eller fisken var rettet ut for hånd. Slike blodflekker kan man ofte skylle bort med vann. Imidlertid, hvis blodet blir i kontakt med muskel over lengre tid, kan det gi misfarging på fileten. Rosa skjær i buk kan man imidlertid ikke gjøre noe med, siden det er konsekvenser fra behandling av fisk under fangst og ombord.

Under (Bilde 5) kan man se bilder av høyre filet produsert fra fisk nr. 2 som et eksempel på kvalitetsendring gjennom produksjon.



Bilde 5: Filet H2 med skinn opp og ned etter skinnemaskin.

Fileten er skinnet med BA 51 (Maskin 1C). Spalting som var synlig allerede etter skjæremaskin ble forverret.



Bilde 6: Loins fra filet H2.

Loins H2 har fortsatt en svak blodflekk i nakkeområde samt noe spalting både i nakkeområde og i bakre delen. I følge bedriften er kvaliteten på sluttproduktet ok. For samtlige fileter økte grad av spalting etter skinning, spesielt i buk og i spor stykket. Siden loins delen er den delen av fileten som har størst verdi, er denne det viktigste sluttproduktet.

6. – 7. juni 2017

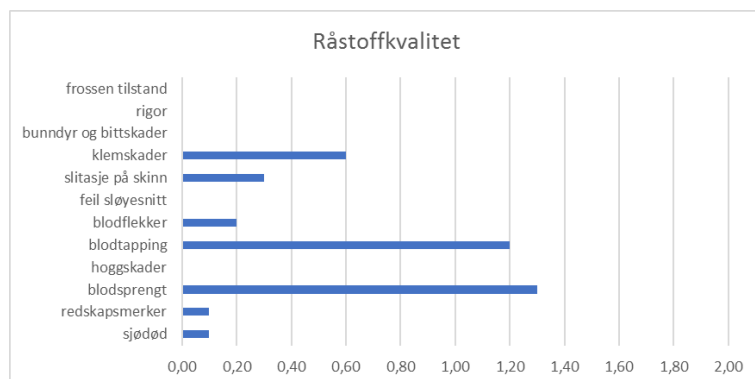
Råstoffet var frosset trålfisk, fanget i januar 2017. Fisken ble tint i Stamsund 4-5 dager før filetering 6. juni.

Kvalitetsvurdering:

Under kvalitetsvurdering ble det tydelig at kvaliteten på torsken var preget av fangstmetoden. Trålfanget fisk kan være av varierende kvalitet som følge av stress under fangst og dårlig utblødning. I noen tilfeller blir bearbeidingen postmortal grov, og mest sannsynlig blir fangsten direkte sløyd før frysing. Nakkeområdet i fisken i vårt forsøk (Bilde 7) var av rødlig/brun farge, 6 av 10 fisk hadde klemskader, 8 av 10 var blodsprenget og alle hadde blod i buken som tyder på dårlig blodtapping (Figur 5).



Bilde 7: Trålfanget råstoff.

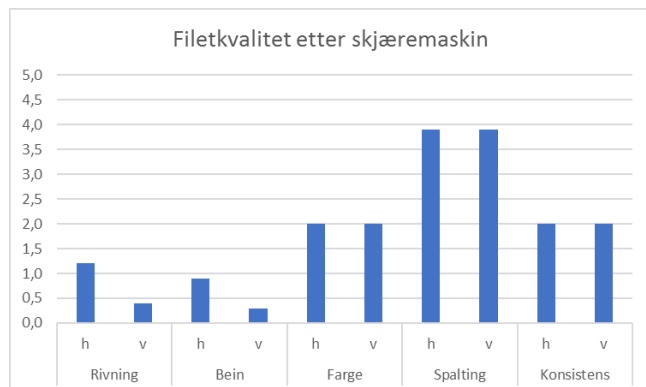


Figur 5: Vurdering av råstoffkvalitet på tint, trålfanget h/g torsk.

Kvaliteten på fisken gjennom hele linjen frem til ferdig produkt ble vurdert. Den tinte torsken ble filetert på BA 184 (Maskin 4B) og et utvalg er vist i Bilde 8 og vurderingen av filetene er vist i Figur 6.



Bilde 8: Torskefileter av tint råstoff etter skjæremaskin 4B.



Figur 6: Filetkvalitet etter skjæremaskin Maskin 4B, h: høyre- og v: venstrefileter.

Som Figur 6 viser var det større andel av høyre filetene som hadde rivning og rest bein igjen, mens det for farge, spalting og konsistens ikke var noen forskjell mellom høyre og venstre filet etter skjæringen. Imidlertid økte spaltingen og rivningen av filetene videre utover med skinning og dypskinning før filetene ble trimmet og porsjonert i loins, biter og tails på *Hovedlinja*. Det presenteres bilder av sluttprodukt for to fiskeprøver, 1 og 10, som representerer ytterpunktene i prøveutvalget med hensyn på kvalitet (Bilde 9 og Bilde 10).



Bilde 9: Trimmet og stykket filet, prøve nr. 1.



Bilde 10: Trimmet og stykket filet, prøve nr. 10.

Begge filetene er frynsete, men prøve nr. 1 har et vesentlig dårligere utseende.

Det var planlagt å gjennomføre filetering av det samme råstoffet på *Valkalinja* dagen etter den 7. juni. På grunn av at bedriften kjørte et internt forsøksprosjekt samtidig som gjorde at råstoffet bare kunne kjøres på *Hovedlinja*, ble det ikke mulig å sammenlikne de to filetlinjene og de planlagte aktivitetene kunne derfor ikke gjennomføres.

20. – 21. september 2017

Råstoffet begge dagene var frosset trålfisk. Fisken ble tint i tinetank på Melbu. Råstoffkvaliteten ble evaluert før fisken ble nakket, skjært og skinnnet. Filetene ble kvalitetsvurdert etter hvert trinn. Fileten ble så manuelt trimmet og skjært (dag 1), mens fileten ble pre-trimmet dag 2 før vannjetskjæring.

Kvalitetsvurdering:

Generelt var råstoffet av forventet trålkvalitet (Bilde 11). Den største kvalitetsfeilen var dårlig utblødning i buk samt en del slag og klemskader, se eksempel i Bilde 12. Likevel var fisken ganske fast og i godt hold. Kun en fisk var ufullstendig tint av de 30 som ble analysert. Det var en nokså stor differanse i skjæreskader mellom gammel (BA 185) og ny (BA 582) filetmaskin som er godt synlig (Bilde 13 og Bilde 14), hvor den gamle maskinen laget en rift ned mot spordstykket etter skjæring mens Maskin 5B hadde penere kuttflate. Imidlertid var det en god del av filetene fra Maskin 5B som hadde rester av nakkebein, ryggbein, bukbein og hel spord igjen på filetene etter filetering. I en telling over 10 minutter hvor det ble kjørt gjennom 83 fisk (4 – 6 kg) ble det registrert 2 stopp på grunn av filet som hang fast i maskina og måtte fjernes, 3 fileter hadde nakkebein, 14 hadde deler av ryggbein igjen på fileten, 23 hadde flere bukbein igjen, hovedsakelig i fremre

del og 23 fileter hadde hele sporden på fileten i behold. Det var planlagt forbedringer på maskina før sesongen 2018, blant annet ombygging av innmatingen.



Bilde 11: Tint trålråstoff.



Bilde 12: Råstoffet nakket, filetert og skinnnet.

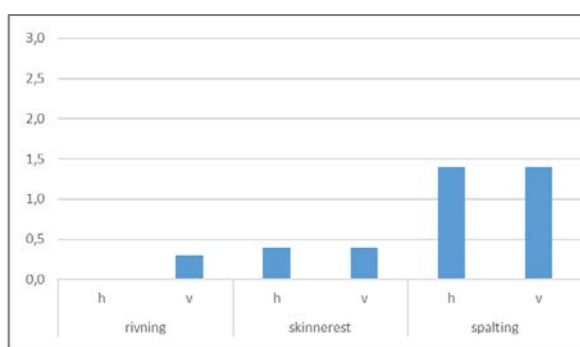


Bilde 13: Fileter fra Maskin 3B (BA 185)

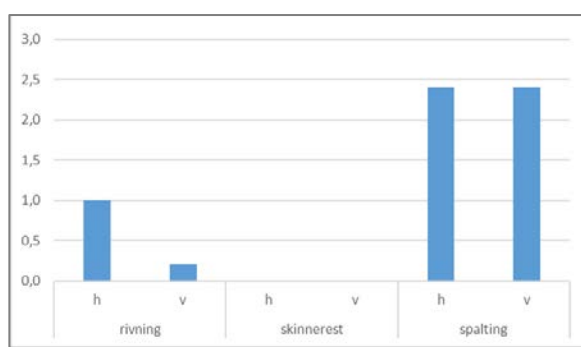


Bilde 14: Fileter fra Maskin 5B (BA 582)

Det tyder på at den nye skinnemaskinen (BA 59) er mer skånsom med fileten da andel rivninger og muskelspaltning er lavere i disse filetene (Figur 7 og Figur 8). Score for registrert spalting i filet er for ny skinnemaskin 1,4 i forhold til 2,4.



Figur 7: Filet etter skinning på Maskin 5C (BA 59).



Figur 8: Filet etter skinning på Maskin 3C (BA 51).

I en test med 20 fileter (10 – fiskprøve) for å beregne pinboneandelen av uttrimmet filet, ved manuell utskjæring av en operatør på *Hovedlinja*, ble resultatet 2,6 % (Tabell 11). Til sammenlikning ble resultatet 6,2 % (beregnet teoretisk med utgangspunkt i pre-trimmet filet) for 20 fileter prosessert av Valkamaskina. Det må bemerkes at operatøren er en dyktig og øvet medarbeider som ble tatt ut av linja for å få tid til å utføre trimmingen. Sannsynligvis er resultatet av den manuelle trimmingen i nærheten av det som er mulig å oppnå ved manuell utskjæring av tykkfiskbein.

Tabell 11: Andel pinbone av filet kuttet i Valkamaskina basert på 10-fisk prøve.

| Pinbone, andel av trimmet filet | % andel |
|---------------------------------|---------|
| Veid etter kutting i Valka | 6,6 % |
| Valka estimerer | 6,0 % |
| Beregnet ut fra utrimmet filet* | 6,2 % |
| En trimmer på Hovedlinja | 2,6 % |

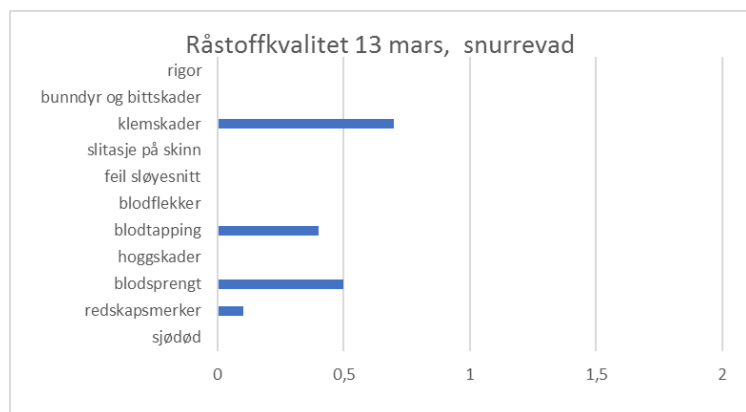
* Teoretisk beregnet utrimmet filetvekt.

13. – 14. mars 2018

I dette uttaket skulle *Hovedlinja* vurderes opp mot *Valkalinja* med oppgradert innføring til BA 582 og den nye pre-trimmelinjen før Valkamaskina. Det ble benyttet sløyd hodekappet råstoff og fangstdato var 10-11 mars. Fangst var blandet fra flere fartøy med ulike brukstyper (garn og snurrevad) og evt. forskjeller i kvalitet og utbytte kunne derfor ikke relateres til fangstredskap alene. Fangsten ble transportert i kar, i en blanding av is og vann, dekket med plast. Fangsten ble sortert over grader.

Kvalitetsvurdering:

Generelt var råstoffet prosessert 13. mars av grei kvalitet, men flere fisker hadde noe blod i buken som kan være resultat fra at fisken var stresset under fangst og/eller som følge av grov behandling om bord på båten og manglende utblødning (Figur 9). Videre ble det registrert en del klemskader, noe som er ganske vanlig ved bruk av snurrevad. Bilde 15 viser en snurrevadfanget torsk.



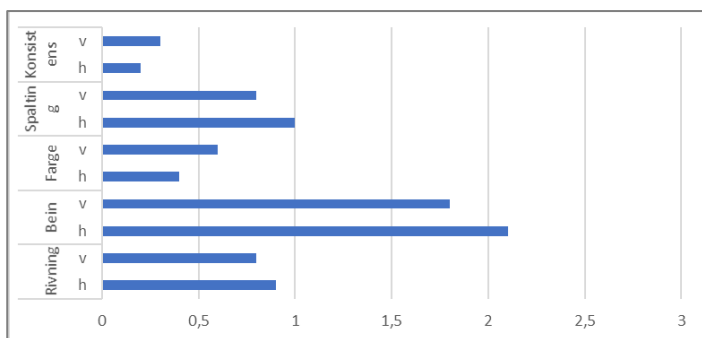
Figur 9: Vurdering av råstoffkvalitet 13 mars. Fangstredskap var snurrevad.



Bilde 15: Torsk fanget med snurrevad.

Torsken ble skjært i Maskin 3B og som det fremkommer fra Figur 10, hadde høyre filet mest restbein og større grad av rivning og spalting. Det var også en del blodrester i filet som vist i Bilde 16. Det ble

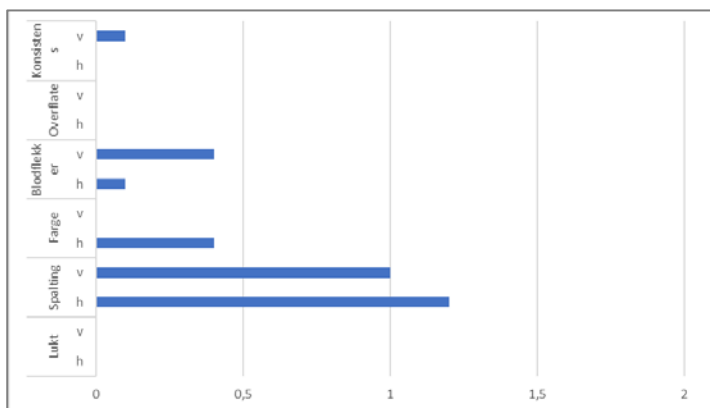
produsert loins med skinn og kvalitetsvurderingen viste at det var mest spalting i høyrefileten (Figur 11). Stykket filet er vist i Bilde 17.



Figur 10: Kvalitetsvurdering av fileten etter skjæring i BA 185 (Maskin 3B).



Bilde 16: Torskefilet etter skjæring i Maskin 3B.



Figur 11: Vurdering av kvalitet på loins med skinn



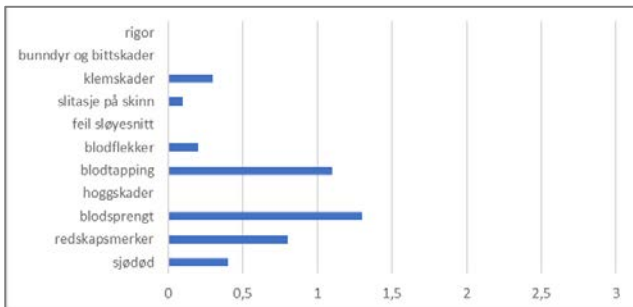
Bilde 17: Loins, bukstykke, bit og tail med skinn.

14. mars ble det produsert med garnfisk som råstoff til *Valkalinja* (Bilde 18).



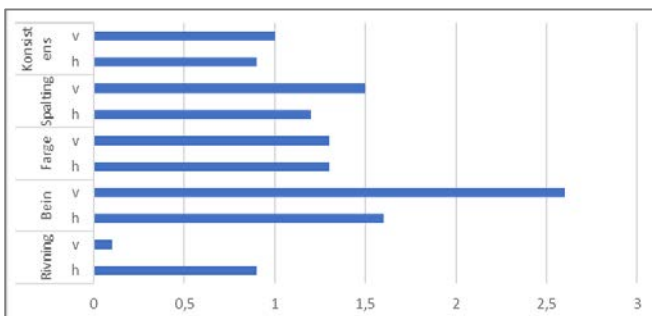
Bilde 18: Torsk fanget med garn

Det ble benyttet samme målemetodikk som dagen før. Generelt var råstoffet av grei kvalitet, men flere fisker hadde noe blod i buken som kan være resultat fra at fisken var stresset under fangst, og/eller grov behandling om bord på båten og manglende utblødning (Figur 12). To fisk ble vurdert som sjødød. Videre var fisken noe bløtere noe som også resulterte i mer spalting utover i produksjonsprosessen.



Figur 12: Vurdering av råstoffkvalitet av torsk fanget med garn.

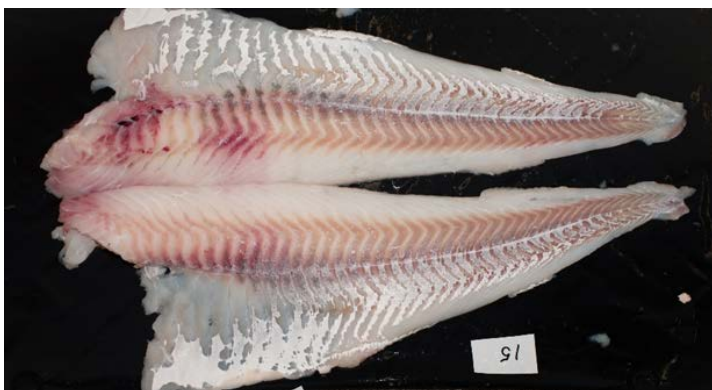
Maskin 5A (BA 417) har blitt renovert med bl. annet nye og strammere fremføringsbånd. Dette har ført til at maskina har gitt et bedre utbytte ved nakking (ref. kapittel 5.1.1 Utbytte). Etter noen innkjøringsproblemer med BA 582, hadde det vært foretatt justeringer på innførsel mekanismen. Fra tidligere forsøk så vi at de gamle Baadermaskinene (BA 184/185) var noe mer «tilpasningsdyktige» når fisk var i rigor. Med den nye Baadermaskinen hadde det imidlertid vært en del problemer med gjenstående ryggbein og dårligere filetutbytte. Etter ombyggingen har dette blitt bedre, selv om det fremdeles er noe utfordring med gjenstående bein, som det fremgår av Figur 13.



Figur 13: Vurdering av filet kvalitet etter skjæring i Maskin 5B.

En optelling i løpet av 10 minutter med 119 fisk ble antall fileter med feil registrert som; 10 med nakkebein, 13 med deler av bukbein og 3 fileter med spord. Ingen stopp. Dette var bedre enn den samme målingen som ble gjort i september 2017. Det ble også observert at resultatet er avhengig av hvor trente operatørene er. Trente og dyktige operatører har mindre stopp i maskina og færre fileter med feil.

På grunn av feil med den nye skinnemaskina 5C (BA 59), ble ikke den testet fullt ut. Videre er grad av spalting høy etter dypskinning, Bilde 20 og Bilde 21.



Bilde 19: Filet etter første skimming, med blod på skinnsiden.



Bilde 20: Torskefilet etter dypskinning.

Store blodutredelser i nakke og loins lot seg ikke fjerne, selv med dypskinning. Dypskinning er også en belastning på fileten, noe som er tydelig når man sammenligner de to bildene før og etter dypskinning. Blodutredelsene er fremdeles der, om enn noe mindre fremtredende.



Bilde 21: Ferdig trimmet og porsjonert produkt med alle bestanddelene.

5.1.4 Ferdig film

Filmen til prosjektet ble ferdig produsert og publisert 26.1.2018 på Nofimas hjemmeside med tittelen "Ny teknologi tar arbeidsplassene hjem" sammen med en statusbeskrivelse av prosjektet. Link til video og statusbeskrivelse: <https://nofima.no/nyhet/2018/01/ny-teknologi-tar-arbeidsplassene-hjem/>

5.2 Diskusjon

Prosjektet skal dokumentere ytelsen hos en "state of the art" filetlinje, *Valkalinja*, i forhold til en standard filetlinje, *Hovedlinja*. Dokumentasjon av ytelsen, eller kapabiliteten, omfatter statistisk analyse av utbytte, kapasitet og produsert kvalitet. For å trekke konklusjoner med rimelig grad av sikkerhet kreves det at testutvalget er representativt og stort nok til at målingene kan antas å være normalfordelt. Ved sammenligning mellom grupper må grunnlaget være sammenliknbart. Antall målinger (produksjonsdager) var 14 i 2017 og 20 i 2018. Dette utgjør om lag mellom 30 og 50 % av antall produksjonsdager i sesongene og antas å være tilstrekkelig. En statistisk sammenlikning mellom to grupper vil kunne si noe om de er forskjellige og sannsynligheten for det. Det vil si om den ene er bedre/større enn den andre, men det sier ingen ting om årsaken til forskjellen. Dette krever en inngående kunnskap om og forståelse av de faktorer som påvirker resultatene som måles.

Total massebalanse er en grei måte å kontrollere om mesteparten av tallmaterialet er tilstede. Å finne massebalansen for linjene hver for seg er annen og vanskeligere sak, selv om vi kjenner mengden råstoff som går inn til hver linjene. Å regne på utbytte for dyrefôr, ørebein, farse og bitblokk, gir liten mening fordi det er ingen vektregistrering før produktstrømmene går sammen fra begge linjene. Siden vi kjenner hvilke produktvarianter av hovedproduktene loins og porsjoner/tails som produseres på begge linjene, er det mulig å skille disse. Eventuelt å gjøre en kvalifisert vurdering og fordeling om like produkter produseres samme dag på begge linjene. Oppdeling av filetene går ut på å få størst mulig andel av de best betalte bitene. Derfor er det mest relevant å regne på loinsutbyttet fremfor utbytte av porsjoner/tails.

Utbytte:

For å kunne sammenlikne loinsutbyttet mellom linjene var det nødvendig å gjøre en teoretisk beregning av mengden skinnfri loins i et av *Valkalinjas* hovedprodukt i sesongen; trimmet hel filet med skinn uten buk og bein. Ved å sammenlikne de to linjenes loinsutbytte statistisk var det ikke forskjell i 2017, men i 2018 er *Valkalinja* signifikant bedre med mer enn 95 % sannsynlighet. Mindre feilproduksjon, skader og utkast innen flere prosessledd har sannsynligvis bidratt til øket utbytte. Det ble observert at *Hovedlinja* hadde en nedgang i loinsutbyttet i 2018 i forhold til året før. Men på grunn av de daglige variasjonene er det ikke hold i å si at denne nedgangen er signifikant.

Et av de viktigste bidragene til lønnsomhet er å utnytte råstoffet i best mulig grad til de best betalte produktene. Derfor er det viktig å ha kontroll på enhetsoperasjonene gjennom hele prosessen fra nakking til og med trimming og optimal oppdeling av filetene. Ved stort produksjonsvolum vil selv små prosentavvik utgjøre store verdier. Vi har sett at utbyttekontrollen internt i fabrikken ikke har vært god nok til å avsløre feil ved nakking og fileteringen. Rutinen er nå endret slik at begge filetene, høyre og venstre, blir veid og kontrollert. De daglige målingene gjennom produksjonsdagen må evalueres og tiltak gjennomføres om det oppstår avvik. Hvis ikke det gjøres, er det bortkastet ressursbruk å gjennomføre målingene. Når tiltak må gjennomføres, for eksempel utskifting av en maskindel og innjustering og trimming av maskin, må dette gjøres fagmessig godt. Dette kan være en utfordring når produksjonen står. I Figur 1 er det vist en bypass mellom skjærehallen og filethallen fra *Hovedlinja* til *Valkalinja*. Denne er fjernet i nåværende fabrikklayout, Figur 2, og vil redusere muligheten til å opprettholde produksjonen i resten av linja ved en uplanlagt stopp.

Kapasitet:

Kapasiteten på linjene er beregnet ut fra effektiv produksjonstid, ikke tilgjengelig tid, og mengde råstoff som er prosessert. Potensialet som er 100 % av tilgjengelig tid, oppnås ved å kjøre uten pauser (krever pauserulling av operatørene med fordelen å oppnå jevnere produksjonsflyt og å unngå stopp og start i forbindelse med hver pause) og uten planlagt/uplanlagt stopp. Rullerende pauser er en organisatorisk sak sett opp mot effektivitet som må vurderes av hver enkelt bedrift. Planlagt stopp i produksjonstiden er et bevisst valg, mens uplanlagt stopp er den største utfordringen som krever en systematisk tilnærming og gjennomføring av tiltak for å øke andelen produktiv tid.

Produksjonsdataene viste at *Hovedlinja* produserer signifikant mere kg/time råstoff enn *Valkalinja*. Begge linjene har hatt en kapasitetsøkning fra 2017 til 2018 (9 %), men økningen er ikke signifikant for noen av linjene. Med hensyn på kg/operatørtime er gjennomsnittet større i 2017 for *Hovedlinja*, mens det er motsatt forhold i 2018, men forskjellene er ikke signifikante mellom de to linjene. *Hovedlinja* har hatt en økning på 10 %, men det er ikke signifikant. *Valkalinja* har i skreisesongen 2018 hatt 26 % høyere kapasitet enn 2017 og økningen er signifikant. Det er nærliggende å anta at dette skyldes installasjon av nytt trimmebord. Sannsynligvis vil også ombyggingen av den nye filetmaskinen, som produserer fileter med mindre feil, føre til redusert håndtering under pre-trimming og økt kapasitet. Et bidrag til *Valkalinjas* kapasitet, på både linje- og operatørnivå i 2018, er at det kjøres tilnærmet 100 % av vektclassen 4 – 6 kg, mot 30 % av denne klassen og 70 % mindre fisk på *Hovedlinja*. Vannjetskjæring har en fordel ved kutting av produkter med skinn, som er en vesentlig tyngre arbeidsoppgave å utføre manuelt i forhold til å gjøre det på skinnfrie fileter. På den andre siden er *Hovedlinja* bemannet med faste vante operatører med akkord, mens *Valkalinja* har sesongansatte, uten akkord, som trekker kapasiteten ned.

Det er vist at manuell utskjæring av tykkfiskbein gir mindre utbyttetap enn ved vannjetskjæring. Selv om det enkle måleresultatet i prosjektet av manuell skjæring er urealistisk lavt i forhold til virkelig produksjon, vil manuell bearbeiding fortsatt gi bedre resultat med dyktige operatører. Dette må vurderes opp mot at arbeidsoperasjonene med manuell pre-trimming av fileten er færre og enklere enn ved fulltrimming og manuell porsjonering. I tillegg må fleksibiliteten med vannjetskjæring ved oppdelingen av fileten for optimalisering og kundetilpasset produksjon også tas med i vurderingen.

Kvalitet:

Råstoffkvaliteten har vært varierende under de fire besøkene som er gjennomført, men stort sett akseptabel. Det kan fastslås at ingen teknologi kan reparere dårlig fiskeråstoff. Da er spørsmålet om teknologiens evne til å bevare kvaliteten gjennom produksjonsprosessene frem til ferdig produkt. Maskinskjæring og kutting, fall fra ulike trinn fra maskiner og i transportbånd og hardhendt behandling på grunn av manglende kunnskap og forståelse om effekter hos de som er i kontakt med råstoffet, er alle prosesser som er med på å degradere kvaliteten på fiskekjøttet.

Det er ikke identifisert forskjell på kvaliteten hos hovedproduktene fra de to filetlinjene. Det er råstoffets kvalitet inn til fabrikken som er den aller viktigste faktoren for den kvaliteten som konsumentene vil oppleve. Slik sett kan nesten ikke fokuset på råstoffkvaliteten bli for stort. Dårlig råstoffkvalitet vil ikke bare ha en negativ konsekvens for kvaliteten på sluttproduktene, men vil også påvirke utbytte og kapasiteten negativt, altså linjenes kapabilitet. Det skal nevnes at det ble observert at filetmaskinen BA 582 har et renere snitt i fileter enn de eldre filetmaskinene som av og til har revet i filetene, spesielt ved bløt fisk, og at den nye skinnmaskinen BA 59 er mer skånsom, som er tydelig ved prosessering av bløt fisk.

Generelt:

Gjennomgangen viser at det er svært mange faktorer som påvirker ytelsen på filetlinjene. Selv om sammenlikningen mellom de to linjene er en vanskelig oppgave, antas det at de viktigste momentene er kommet frem i prosjektet. Det er mulig å filosofere om hva ytelsen vil bli på *Valkalinja* dersom alle maskinene er topptrimmet, med motiverte medarbeidere og ikke minst at kvaliteten på råstoffet er det beste som kan skaffes. Det er i alle fall en interessant tanke.

Det er fortsatt planer om forbedringer i *Valkalinja* som vil øke kapasiteten og utbyttet, slik at det fulle potensialet ennå ikke er tatt ut. Det er flere momenter og forhold som kan nevnes rundt prosessen med å implementere ny teknologi, især teknologi som ikke er moden og må videreutvikles. Det er ikke uvanlig å oppleve i mange bransjer at teknologien utvikles videre hos kunden. I fiskerinæringen mangler det en arena hvor utstyr i fullskala kan utvikles ferdig uten å ta kapasitet, tid og kostnader fra ordinær produksjon. Det er under oppbygging et testsenter i området Frøya/Hitra/Trondheim for fiskeri og havbruk. Senteret skal være et bidrag til mer effektiv teknologiutvikling i et samarbeid mellom teknologileverandører, brukere og forskningsmiljøer, helt frem til realisering. Det er betegnende at hos Lerøy Norway Seafoods AS, Melbu, har de nye teknologiene vært installert i 1,5 – 2,5 år og ennå er ikke hele potensialet tatt ut. Det kan gjøres

forbedringer i alle faser av teknologianskaffelsen hos brukerbedriften i samarbeid med teknologileverandørene. Kalkylen for investeringen vil bli helt annerledes når flaskehalsproblematikken er løst slik at kapasiteten kan utnyttes 100 % fra dag 1. Mulige flaskehals må analyseres, løsninger planlegges og implementeres før igangsettelse av anskaffelsene. Noen faktorer som kan nevnes er;

- Produksjonsutstyr forårsaker fisk med feil som deretter ikke håndteres av neste ledd på grunn av feilene, det vil si at fisken er utenfor kravspesifikasjon og forårsaker følgefeil. Eksempler kan være leveranser av h/g fisk med nakkebein og fisk i rigor som skaper problemer i filetmaskinene.
- Det er ikke tatt tilstrekkelig hensyn til at i de fleste tilfeller krever ny teknologi interaksjon med folk som trenger nødvendig opplæring og at det blir lagt opp til et effektivt læringssystem med god feedback når det utføres feil. Dette gjelder både linjeoperatører, teknisk personell, vedlikeholds-personell og hos leverandørens eget servicepersonell.
- Det bør legges opp til reserveløsninger slik at det ved stopp på utstyr kan kjøres bypass for å opprettholde produksjonen og tilstrekkelig tid til permanent retting av feil kan utføres.
- Det må hurtig etableres gode vedlikeholdsrutiner og reservedelslager for kritiske maskinkomponenter. Organisasjonen må bli kjent med og lære seg den nye teknologien. Det er viktig å hurtig bruke den erfaringen som opparbeides etter hvert slik at feil som oppstår ikke gjentar seg, samtidig som hygiene og risiko ivaretas. Det er mange gode systemer for dette som kan være nyttig å ta i bruk og informasjon om dette kan finnes, eksempler kan være OEE², EHEDG³ og utstyrproducentenes kvalitetssikringssystem som følge av Maskinforskriften⁴.

Det er verd å nevne at det var planlagt en to-dagers gjennomgang av produksjonen på Melbu i juni 2017. Samtidig gjennomførte bedriften et internt forsøk med råstoffet som skulle brukes i produksjonen. Forsøket gikk ikke så bra og det ble derfor ikke mulig å gjennomføre de planlagte aktivitetene i prosjektet. Sett i ettertid så er det det teknologi- og prosessutvikling handler om, det er ikke alltid det lykkes første gang. Det er svært viktig og positivt at bedriften har kapasitet til å prøve nye veier for å øke kvaliteten, effektiviteten og lønnsomheten i produksjonen.

5.3 Konklusjon

Det er vist at *Valkalinja* har bedre loinsutbytte i 2018 i forhold til *Hovedlinja*. *Hovedlinja* har størst produksjonskapasitet, men i forhold til kg prosessert råstoff per operatørtid er det ikke forskjell mellom de to linjene. Dette til tross for at pre-trimming utføres hovedsakelig av sesongansatte uten akkord. *Valkalinja* har hatt 26 % kapasitetsøkning på operatørnivå i 2018 i forhold til 2017. Hovedsakelig skyldes dette installasjon av nytt trimmebord og ombygging av filetmaskina som har ført til mindre feilskjæring. Det er ikke funnet forskjell i produsert kvalitet mellom de to filetlinjene, men det er heller ingen teknologi som er i stand til å reparere dårlig råstoffkvalitet. Derfor er råstoffkvaliteten den absolutt viktigste faktoren for kvaliteten til sluttproduktene. Råstoffkvaliteten vil også kunne påvirke både utbytte og linjenes produksjonskapasitet. Manuell utskjæring av tykkfiskbein gir mindre utbyttetap i forhold til vannjetskjæring. Dette må sees i forhold til fordelene med enklere trimmeoperasjon, høy hastighet og større fleksibilitet og nøyaktighet i oppdeling av filetene. Totalt sett så viser dette at *Valkalinja* har en bedre ytelse enn *Hovedlinja*, til tross for at hele potensialet fortsatt ikke er tatt ut.

Nyere resultater:

Etter at den praktiske delen med prosjektet var avsluttet og mens rapporten var under utarbeidelse har det vært gjennomført ytterligere forbedringer på *Valkalinja*. Resultater vil være tilgjengelig hos Lerøy Norway Seafoods, Melbu.

² Overall Equipment Effectiveness.

³ The European Hygienic Engineering & Design Group

⁴ Maskindirektivet (2006/42/EF) og Forskrift om maskiner (<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2009-05-20-544>)

6 Leveranser

- Referat fra 5 styringsgruppemøter
- Administrativ sluttrapport i tråd med FHF's retningslinjer
- Faglig sluttrapport i tråd med FHF's retningslinjer
- Film av et "state of the art" filétanlegg for hvitfisk
- Populærvitenskapelig sammendrag
- Det skal gjennomføres en presentasjon av prosjektresultatene under FHF's hvitfisksamling

Vedlegg

Vedlegg 1: Måling av utbytte ved nakking, filetering, skinning og beregning av filetutbytte i 2017

| Maskin 1 | Øreben | Ryggbein | Skinn | Filet utbytte | |
|-----------------|---------------|-----------------|--------------|----------------------|----|
| Gjennomsnitt | 8,9 % | 20,6 % | 5,5 % | 65,1 % | US |
| St. Avvik | 1,2 % | 1,6 % | 1,4 % | 2,3 % | US |
| n= | 79 | 79 | 79 | 79 | US |
| | | | | | |
| Maskin 2 | Øreben | Ryggbein | Skinn | Filet utbytte | |
| Gjennomsnitt | 9,9 % | 20,3 % | 5,4 % | 64,4 % | US |
| St. Avvik | 1,2 % | 1,5 % | 0,6 % | 1,5 % | US |
| n= | 76 | 76 | 68 | 76 | US |
| Gjennomsnitt | | | | 70,6 % | MS |
| St. Avvik | | | | 1,8 % | MS |
| n= | | | | 8 | MS |
| | | | | | |
| Maskin 3 | Øreben | Ryggbein | Skinn | Filet utbytte | |
| Gjennomsnitt | 9,1 % | 20,5 % | 5,0 % | 65,7 % | US |
| St. Avvik | 1,7 % | 1,5 % | 0,5 % | 2,1 % | US |
| n= | 182 | 186 | 157 | 186 | US |
| Gjennomsnitt | | | | 70,2 % | MS |
| St. Avvik | | | | 1,6 % | MS |
| n= | | | | 29 | MS |
| | | | | | |
| Maskin 4 | Øreben | Ryggbein | Skinn | Filet utbytte | |
| Gjennomsnitt | 9,9 % | 19,5 % | 4,9 % | 66,0 % | US |
| St. Avvik | 1,7 % | 1,3 % | 0,6 % | 1,9 % | US |
| n= | 189 | 193 | 163 | 193 | US |
| Gjennomsnitt | | | | 70,2 % | MS |
| St. Avvik | | | | 1,7 % | MS |
| n= | | | | 30 | MS |
| | | | | | |
| Maskin 5 | Øreben | Ryggbein | Skinn | Filet utbytte | |
| Gjennomsnitt | 11,9 % | 19,4 % | 5,5 % | 63,6 % | US |
| St. Avvik | 1,4 % | 1,5 % | 0,7 % | 2,0 % | US |
| n= | 94 | 94 | 50 | 94 | US |
| Gjennomsnitt | | | | 68,7 % | MS |
| St. Avvik | | | | 1,1 % | MS |
| n= | | | | 44 | MS |