

2017:00615 - Unrestricted

Rapport

Sammendrag av gjennomførte forskningsresultater for tining av makrell

Sammendrag av resultater fra tidligere forskningsprosjekter

Forfatter(e)

Tom Ståle Nordtvedt
Kristina Norne Widell



SINTEF Ocean AS

Postadresse:
Postboks 4762 Torgarden
7465 Trondheim

Sentralbord: 464 15 000

ocean@sintef.no
www.sintef.no/ocean
Foretaksregister:
NO 937 357 370 MVA

Rapport

Sammendrag av gjennomførte forskningsresultater for tining av makrell

Sammendrag av resultater fra tidligere forskningsprosjekter

RAPPORTNR	PROSJEKTNR	VERSJON	DATO
2017:00615	6021901	1	2017-11-03

EMNEORD:
Tining
Makrellfilet**FORFATTER(E)**
Tom Ståle Nordtvedt
Kristina Norne Widell**OPPDRAAGSGIVER(E)**
FHF**OPPDRAAGSGIVERS REF.**
Pnr: 901151**ANTALL SIDER OG VEDLEGG:**
20 + vedlegg**GRADERING**
Unrestricted**GRADERING DENNE SIDE**
Unrestricted**ISBN**
978-82-14-06735-4**SAMMENDRAG**

Denne rapporten er en del av prosjektet "#Pelagisk løft-Pilotlinje" og gir først en sammenfatning av tidligere arbeid på tining av makrell, samt resultater fra målinger på pilotlinja. Til slutt gis en konklusjon med anbefalinger av hvilke parametere som kan testes videre med hensyn til tining av makrell.

**UTARBEIDET AV**
Tom Ståle Nordtvedt**KONTROLLERT AV**
Ana Carvajal**GODKJENT AV**
Marit Aursand

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
1	2017-11-03	Utkast

Innholdsfortegnelse

1	Introduksjon.....	4
2	Sammenfatning tidligere arbeid fra SINTEF og NTNU	4
3	Sammenfatning andre rapporter og artikler	6
4	Hva er ikke inkludert i tidligere arbeid?	6
5	Beskrivelse av tinesystemet på Pelagias anlegg i Selje	7
	5.1 Målinger under tining og temperering	7
	5.2 Stikkmålinger temperatur	8
	5.3 Knappeloggere	8
	5.4 Kvalitetsanalyser	9
6	Resultater	11
	6.1 Loggere i tinetank	11
	6.2 Stikkmålinger temperatur før tining	12
	6.3 Stikkmålinger temperatur etter tining	12
	6.4 Knappeloggere	14
	6.5 Kvalitetsanalyser	16
7	Diskusjon	17
	7.1 Tining av makrell og RSW-anlegg	17
	7.2 Fileteringsmaskinen Toyo	17
	7.3 Stålbåndfryser	17
	7.4 Sortering, emballering	17
	7.5 Fryselager	17
	7.6 Restråstoff	18
8	Konklusjon	19
9	Referanser.....	20

BILAG/VEDLEGG

[Skriv inn ønsket bilag/vedlegg]

1 Introduksjon

FHF har sammen med næringen og det øvrige virkemiddelapparatet sett betydningen av å utvikle foredlingsgraden av makrell landet i Norge. Dette fordi en ser et interessant potensiale innen området. Det er enighet i næring og virkemiddelapparat om at utfordringene er betydelige. Det nødvendiggjør en større satsing på området og felles tiltak for å løse de vanskeligste oppgavene. Den store satsingen på området er kommet i gang og fått navnet «Pelagisk løft – økt bearbeiding av makrell». Innenfor denne «paraplyen» er det etablert ulike prosjekter med ulike problemstillinger som må løses før den primære målsettingen kan nås – nemlig at «Norsk pelagisk konsumindustri skal innen 2020 filetere 25 % av landet makrell i Norge». For å nå målet er organisering og samkjøring mellom næring og virkemiddelapparatet viktig. Det er derfor gjennomført en rekke møter mellom partene i prosjektet og det er etablert en egen styringsgruppe for satsingsområdet bestående av representanter fra de største pelagiske aktørene. Disse er Gunnar Domstein og Helge Blålid (Pelagia), Kjetil Sperre (Br. Sperre AS), Tommy Torvanger (Nergård AS) og Ole Andre Nilsen (Grøntvedt Pelagic AS). Styringsgruppen er enig i etablering og utvikling av pilotlinjen. Kunnskap og teknologi i dette prosjektet er også åpent for andre norske aktører.

Proessen så langt har konkludert med at det er nødvendig å få etablert en pilotlinje for filetering av makrell. Pilotlinjen vil være grunnlaget for videre FoU-arbeid knyttet til en rekke ulike prosjekter basert på den overordnede felles målsettingen. Pilotlinjen vil bestå av enkeltoperasjoner som tining, filetering, trimming/glassering og innfrysing av fileter. Utstyret vil bli levert fra ulike leverandører som vil bistå i utvikling slik at linjen kan være i stand til å håndtere både fersk og frosset makrell. Arbeidet vil måtte gjøres i enkeltoperasjonen i første omgang før det hele settes sammen til en komplett linje og utprøves. Basert på tidligere arbeider vil det bli utarbeidet en anbefaling til hvordan man bør tine blokkfrosset makrell. Sentral vil være temperatur og oppholdstid i blokkdelingsfasen og utjevningsfasen. Det vil også bli gitt anbefalinger til slutt-temperatur med hensyn på optimaliseringa av filettutbytte, og best mulig snittflate på filetene. Samtidig må utstyret ivareta kvaliteten på restråstoffet etter filetering på best mulig måte.

Denne rapporten gir først en sammenfatning av tidligere arbeid, for så å ta opp hva som ikke blitt gjort, men som burde undersøkes. Til slutt gis en konklusjon med anbefalinger av hvilke parametere som må testes videre.

2 Sammenfatning tidligere arbeid fra SINTEF og NTNU

Man har hatt flere forskningsprosjekter innenfor tining, både på SINTEF og NTNU. De fiskesorter som har blitt forsket på er fremst makrell, laks, torsk og sei.

Man kan generelt si at selv om man har gjennomført mange forskjellige forsøk så gjenstår mye forskning for å finne den optimale tineprosessen. En av de mer omfattende arbeidene ble gjort av Anders Haugland i forbindelse med hans doktorgrad (2002). Da tok han for seg tining av makrell, laks og torsk. Det ble gjennomført forsøk med tining av makrell i 20 kilos esker. Tineprosessen som ble foreslått var mer automatisert enn det som var vanlig praksis i industrien. To tinekar ble brukt og det var fokus på å få fiskeblokkene splittet så raskt som mulig. I det første karet hadde man omrøring med vannstråler fra bunn og en temperatur på 10 °C. Dette ga en oppsplitting av blokkene etter 40 min. Deretter ble fisken automatisk flyttet til det andre karet, som holdt en temperatur på -2,7 °C og hadde en NaCl-konsentrasjon på 10 %. Resultatene fra forsøkene viste at det var mulig å øke utbytte med 1 %, øke produksjonskapasiteten med 50 %, redusere frysetiden og dessuten øke produktkvaliteten, i forhold til den vanligste tinemetoden i industrien. Man fikk en optimal sluttemperatur før filetering som var -3 til -2 °C. -2 °C ga høyest utbytte mens -3 °C ga høyest produksjonskapasitet. Kapasiteten til filetfryseren økte også med minkende temperatur. Den viktigste faktoren for oppdelingstiden var temperaturen i det første karet. Saltinnholdet i tinevæsken øker i betydning med minkende temperatur. Mengde omrøring blir også mer betydningsfull når temperaturen er lavere. Fettinnhold og porøsitet (mengde luft mellom fiskene) har også betydelse for oppdelingstiden.

Det ble ikke gjort forsøk med andre tineметoder enn vann i doktorgradsarbeidet. Lufttining ble sett som for langsom (tid- eller plasskrevende) og anbefales dermed ikke av kvalitetshensyn. Metoder hvor varme blir generert inne i produktet (f.eks med mikrobølger) ble ikke sett som aktuelle for industriell tining. Med disse metodene er kontroll av temperatur i produktet vanskelig og de kan også gi lokale områder med koking.

I andre rapporter fra SINTEF har man funnet ut at temperaturen på tinevæsken er den som har størst innvirkning for tine-tiden. Det som kan utredes videre er hvor høy temperatur man kan ha uten at det går ut over kvaliteten. Saltinnhold i tinevannet er også en viktig faktor, men her må man også se på hvor mye salt man kan tolerere i sluttproduktet. Videre har man hatt forskjellige resultater fra forsøk med luftinnblåsing, med mer eller mindre effekt på tine-tiden og man anbefaler videre forskning på dette. Andre ting som påvirker tiningen er kvaliteten til produktene før innfrysing, fettinnhold i fisken samt vanninnhold og plassering i esken. En samlet konklusjon er at man må ha kontroll på prosessen og da fremst på temperaturene i tinemedie og fisk.

I tidligere rapporter har man stort sett tint fisk i sjøvann. Sannsynligvis fordi dette ofte er lett tilgjengelig, det gir god varmeledning og ingen uttørking. Vannet bør hentes på et dyp som gir en jevn temperatur over året.

Johansen & Haugland (2004) undersøkte betingelser for sammenfrysing av fiskeblokker under tining i sjøvann. Hensikten var å kunne designe en tineprosess der det var mulig å unngå sammenfrysing av blokkene, som ellers lett skjer under den første delen av tiningen og når det er mange blokker i samme kar. Sammenfrysing av blokker medfører dårligere tineforhold og langsommere og mer ujevn tining. Det ble gjennomført parallelle forsøk av sei og torsk. For å simulere sjøvann bruktes en saltløsning med 3 % NaCl som tinemedie. I resultatene ser man stor forskjell mellom tinevannstemperatur på 4,5 og 10 °C. Ved den første må blokkene ligge alene (singeltiden) i 90 min for å unngå sammenfrysing, ved 10 °C er 10 min singeltid nok for sei og 30 min for torsk. Ved høyere vanntemperatur trengs kortere singeltid, men en høyere temperatur gir økt risiko for redusert kvalitet til sluttproduktet. Forfatterne tror ikke forskjellen mellom torsk og sei avhenger av råvaren men heller av blokkenes beskaffenhet. Torskeblokkene var helt jevne og glatte i overflaten med alle fiskene frosset sammen i et tett parallelt mønster. I seiblokkene lå enkeltfiskene mer tilfeldig plassert og var heller ikke så tett sammenpresset. Dette ga en overflate med dype groper mellom hver fisk. I tillegg ga den ustrukturerte plasseringen av hver enkeltfisk mindre solide blokker både med hensyn til tetthet og mekanisk styrke. Det ble også gjennomført forsøk på effekten av pretemperering av blokkene. De ble lagt i en temperert saltløsning (3 % NaCl) på enten 10 eller 20 °C. Resultatene vises i Tabell 1. I praksis vil det ikke være aktuelt å benytte tine-temperaturer på 15 °C eller høyere for fisk på grunn av risiko for redusert kvalitet på sluttproduktet.

Tabell 1. Nødvendig singeltid i tinevannet ved ulike temperaturer for å unngå at fiskeblokkene fryser sammen ved kontakt i tinekaret.

Tinevannstemperatur	Uten pretemperering		Med pretemperering 10 min 10 °C		Med pretemperering 10 min 20 °C	
	Sei	Torsk	Sei	Torsk	Sei	Torsk
0 °C	90 min	> 90 min	25 min	40 min	> 5 min	10 min
4,5 °C	90 min	90 min	18,5 min	40 min	> 5 min	10 min
10 °C	12,5 min	33,5 min			5 min	10 min

I en annen rapport skriver Magnussen (2009) at en gjennomgang av alle aktuelle tineметoder viser at for tining av råstoff til fiskeindustrien er bruk av sjøvann det best egnede varmeoverføringsmedium. Mesteparten av året er sjøvannstemperaturen bra for tining. Når den er for høy kan eventuelt tinevannet resirkuleres. Ved for lav temperatur kan ev. spillvarme fra kuldeanlegget brukes for oppvarming i

varmeveksler. Saltinnholdet i sjøvannet gir mindre vannopptak i fisken og reduserer sammenfrysing sammenlignet med ferskvann. Temperaturen i første fase av tiningen av torsk bør ikke overstige 10 °C. Dette gir stor drivkraft for varmeoverføringen, men ikke så høy at det går ut over kvaliteten til sluttproduktet. Tinetemperaturen bør senkes før temperaturen i overflaten og i de tynneste delene på fisken nærmer seg 5-8 °C. Resten av tiningen er en langsom prosess (av flere årsaker) som er utfordrende å kontrollere. Dagens tineanlegg er derfor erfaringsstyrt og en krevende oppgave for de ansvarlige. En rekke forsøk dokumenterer optimal kvalitet og maksimalt utbytte ved skjæring/bearbeiding med jevn fisketemperatur nær -1 °C.

3 Sammenfatning andre rapporter og artikler

Det finnes få internasjonale journalartikler om industriell tining i sjøvann. De som handler om tining beskriver ofte (kortfattet) de forskjellige metodene for tining (luft, vann, vakuum, høytrykk, mikrobølger og andre metoder hvor varme genereres inne i produktet), men beskriver ikke de industrielle prosessene detaljert. For å vurdere metodene er ofte kvalitet på fisken brukt som mål. Generelt kan sies at det flere ganger blir nevnt at det som skjer før tiningen (frysing, lagring, transport etc.) også har stor betydning for kvaliteten og må derfor tas hensyn til.

Archer et al (2008) gjorde en sammenfatning av informasjon om tining av sjømat. Den inkluderer en beskrivelse av de viktigste prinsippene, vanlige metoder i Storbritannia og EU, råd om beste fremgangsmåte og mulige problemområder samt nye teknologier. Et viktig poeng som blir nevnt er at overflaten til produktet alltid har høyere temperatur enn resten og man må derfor passe på at denne ikke blir for høy. Anbefalte maksimumstemperaturer varierer fra 0 til 7 °C, avhengig av hvilken standard man følger. Den mengde varme som trengs for å tine et fryst produkt fra -30 °C er omtrent 300 kJ/kg for hvitfisk og 240 kJ/kg for sild. De vanligste metodene for industriell tining er med vann (i tinekar eller med sprinkelanlegg) eller med luft (med eller uten vifte). Damp kan også brukes, spesielt for produkter av høyere verdi. De temperaturer som anbefales for tining i vann er for høye sammenlignet med det som er gjort på SINTEF/NTNU og blir derfor ikke gjengitt her.

4 Hva er ikke inkludert i tidligere arbeid?

Før og under frysing

Muligheter for å endre innhold (vann/lake) og plassering av fisken i esken (porøsitet) før frysing har ikke blitt utredet. Tining av enkeltfisker er raskere og enklere å kontrollere, så man kan derfor undersøke mulighetene for dette tidlig i produksjonsprosessen.

Man bør relatere tineprosessen ikke bare til fiskesort, men også til fettinnhold, siden dette kan variere mye over året. Makrell har lavest fettinnhold i februar (fra 16 %) og høyest i august – oktober (opp til 31 %) (Pelagia 2015). Fisk med høyt fettinnhold tiner fortere enn fisk med lavere fettinnhold. Hvis det er mulig så burde man derfor fremst brukt den fete fisken i videre prosessering og sende den andre til eksport.

Det er forventet at kvaliteten etter tiningen blir undersøkt, men det kan også være viktig å se på kvaliteten under hele prosessen – etter filetering, emballering, frysing og lagring.

Tining

Det har ikke blitt gjort mange forsøk på flere enn to tinekar etter hverandre, men dette kan være aktuelt i videre arbeid. Tinehastigheten øker med økt laketemperatur, men samtidig reduseres kvaliteten. Hvis man kan ha høy temperatur i første karet og lavere i de etterfølgende kan det gi en raskere tining uten at kvaliteten blir dårligere. En annen mulighet er å ha pretemperering av blokkene (ved f.eks. 10 °C) før første tinekaret.

Hvordan blokkene skal deles opp har ikke blitt så nøyaktig beskrevet og det kan finnes flere muligheter her for videre arbeid. Fordeler og ulemper med omrøring i tinekaren burde også testes på en kontrollert måte.

Beregninger

Haugland beskrev beregningsprosedyrer for tining og gjorde også en sammenligning av forskjellige metoder, men ellers er det ikke inkludert i tidligere rapporter. Man kan gjøre litt enklere beregninger med analytiske metoder eller litt mer kompliserte med numeriske metoder. Disse beregningene bør sammenlignes med eksperimentelle resultater for verifisering. Fordelen med gode resultater fra beregninger er at man kan teste flere muligheter og unngå store utgifter med forsøksoppsett. Skal man gjøre en analyse av energibruk så bør man også gjøre mer beregninger av tinetider, varmeoverføring etc.

Annet

Det kan også være andre aspekter bør man inkludere, som gir begrensninger for en industriell prosess, men kanskje ikke i et eksperimentelt oppsett.

5 Beskrivelse av tinesystemet på Pelagias anlegg i Selje

På Pelagias anlegg i Selje har MMC Havyard installert et tempereringsanlegg for tining av makrell. Basert på Pelagias egne tester samt tidligere arbeider ble det bestemt å installere to tine og tempererings- tanker.

I tankene, som er 15 m³ sørger en innvendig agitator for homogen temperatur i hele tanken. Temperaturen reguleres ved tilførsel av temperert RSW vann eller lake. Fersk fisk holdes i tanken til temperaturen er korrekt, og de frosne blokkene tines til korrekt temperatur. Etter kjøle-/tineprosessen blir fisken sugd opp med en vakuum gravitasjonstank og levert til bulkføder som tar den videre til filetlinje. Returvann fra bulkføderer renner tilbake til kjøletank, alternativt. I dette systemet er det mulig å endre på oppholdstid og laketemperatur samt omrøring.

5.1 Målinger under tining og temperering

Det finner to tanker av lik størrelse. Tankene tømmes fra bunn og kjølt RSW-vann kommer inn gjennom rør som finnes litt over midten av tanken. Midt i tanken er det en agitatorskjerm og innenfor den er agitatorene. 5 stykk HOBO-loggere (se 1) ble festet på innsiden av agitatorskjermen. De ble plassert som vist i 1. Disse fikk sitte i tanken hele uken. Dessverre ble en av loggerne revet løs og forsvant. Det var den som var plassert lengst ned.



Figur 1 HOBO temperaturlogger, hvordan den ble festet og hvor de 5 loggerne ble plassert

5.2 Stikkmålinger temperatur

En innstikkstermometer ble brukt for å måle temperaturer i makrellen på flere plasser langs linja. To bilder av instrumentet vises i 2. Her vises hvordan instrumentet ble brukt for å måle på de frosne blokkene, før de gikk til tining. Når det ble målt på hel makrell ble den stukket inn gjennom munnen på fisken og spissen ble holdt i midten av fisken. I filetene ble temperaturen målt mest mulig midt i den tykkeste delen. Disse målinger ble utført på 5 plasser i 5 omganger. I hvert tilfelle ble det målt på minst 10 fisker/fileter.



Figur 2 Innstikkstermometer og hvordan den ble brukt for måling av temperatur i blokkene før tining.



Figur 3 Måling av temperatur i fisk og filet

5.3 Knappeloggere

Det ble skåret et snitt i filetene og knappeloggere ble lagt inn. Filetene ble deretter sendt gjennom stålbandfryseren. Ved noen fileter ble det også lagt knappeloggere på utsiden, for måling av lufttemperatur. Noen av filetene ble også satt inn på lageret og først hentet ut dagen etter.



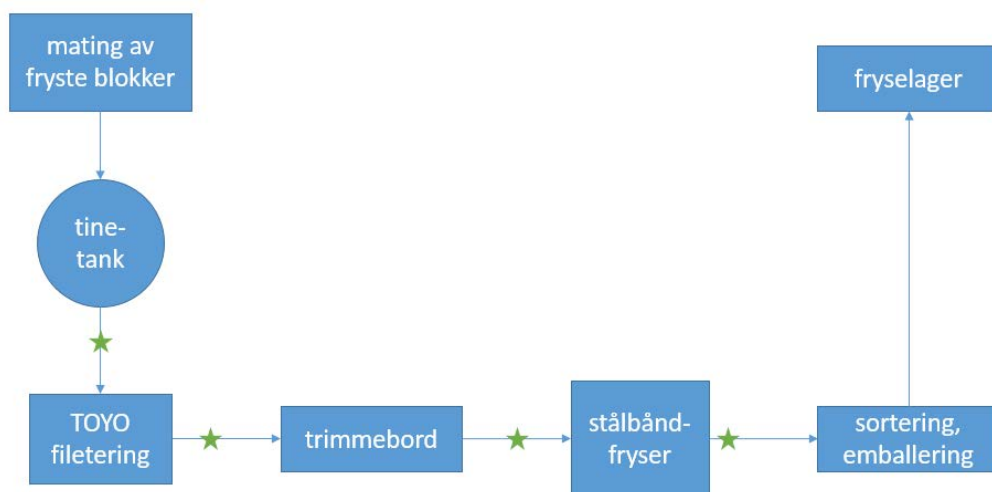
Figur 4 Filetene etter de kommer ut av båndfryseren



Figur 5 Filetene som legges i esken og som ble satt på fryselageret over natten

5.4 Kvalitetsanalyser

På noen plasser (se Figur 6) langs linja ble 10 fisker/fileter tatt ut for en overflatevurdering av kvaliteten. Man så spesielt på hvor mye blodflekker og hvor mye spalting det var hos filetene, samt på formen til fiskene (om de var bøyd eller ikke). Kvaliteten ble målt ut fra graderingskategoriene vist i Tabell 1.



Figur 6 Plasser hvor det ble gjort overflatevurderinger av kvaliteten (merket med grønn stjerne)

Tabell 1 Oversikt over graderingskategorier

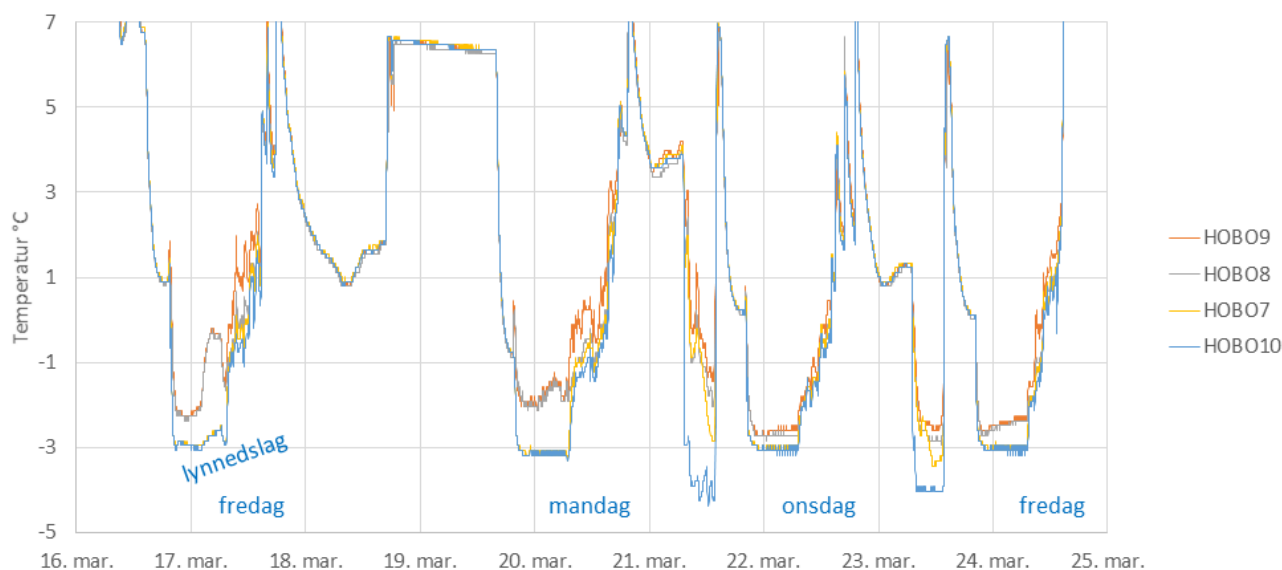
gradering		
0	ingen spalting	ingen blodflekker
1	1-2 spalter	1-2 blodflekker
2	3 eller flere spalter	3 eller flere blodflekker

6 Resultater

Her følger en sammenfatning av resultater.

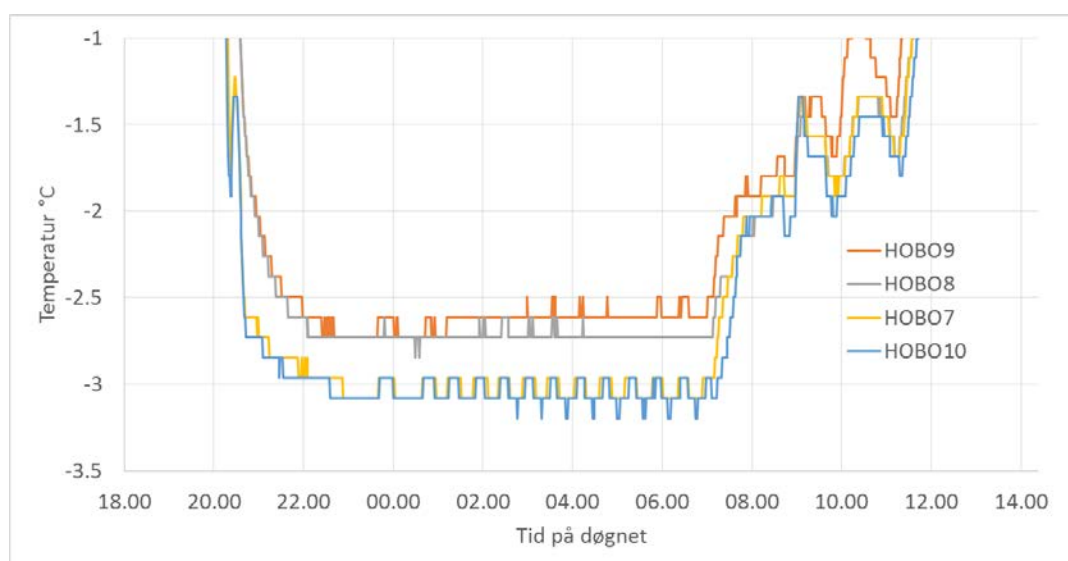
6.1 Loggere i tinetank

Temperaturene som ble målt av loggerne i tinetanken vises i Figur 7. Denne tinetanken ble brukt for tining under fire perioder- markert i figuren med *fredag*, *mandag*, *onsdag* og *fredag*. Tirsdagen og torsdagen ble tinetanken brukt som lager for laken. Første fredagens morgen skjedde et lynnedslag, som slo ut noe av utstyret, derfor gikk temperaturen i tinetanken opp tidligere enn planlagt. Loggerne 8 og 9 viser jevnt over på en høyere temperatur enn loggerne 7 og 10.



Figur 7 Temperaturer i tinetanken under en hel uke

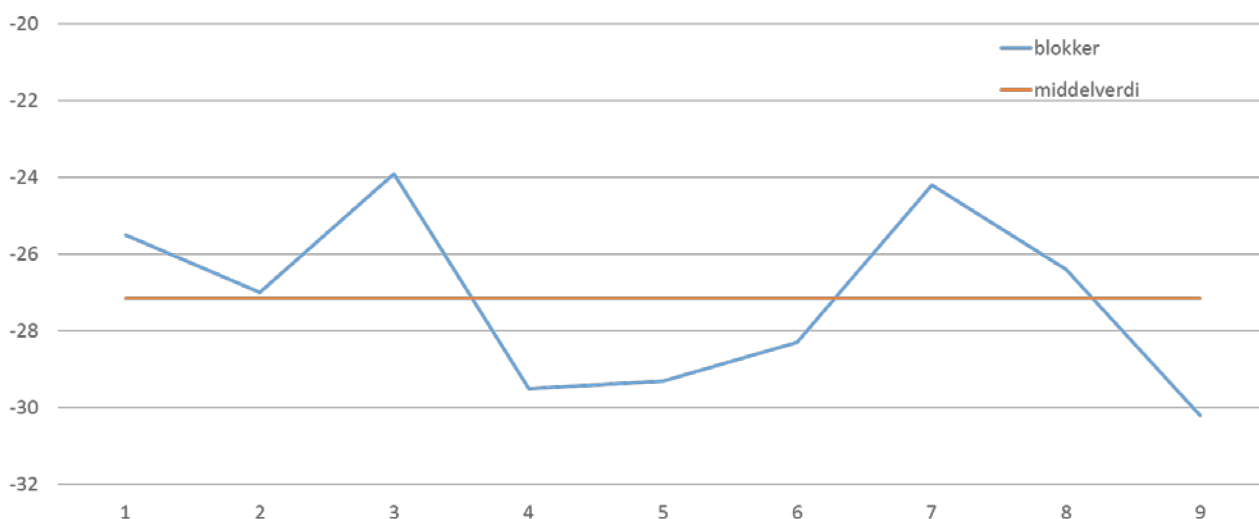
I Figur 8 vises kun temperaturene for onsdagen. Man ser at temperaturen er stabil rundt -3 °C fra kl 22 til kl 7. Det er ca. en grad forskjell mellom loggerne 9/8 og 7/10.



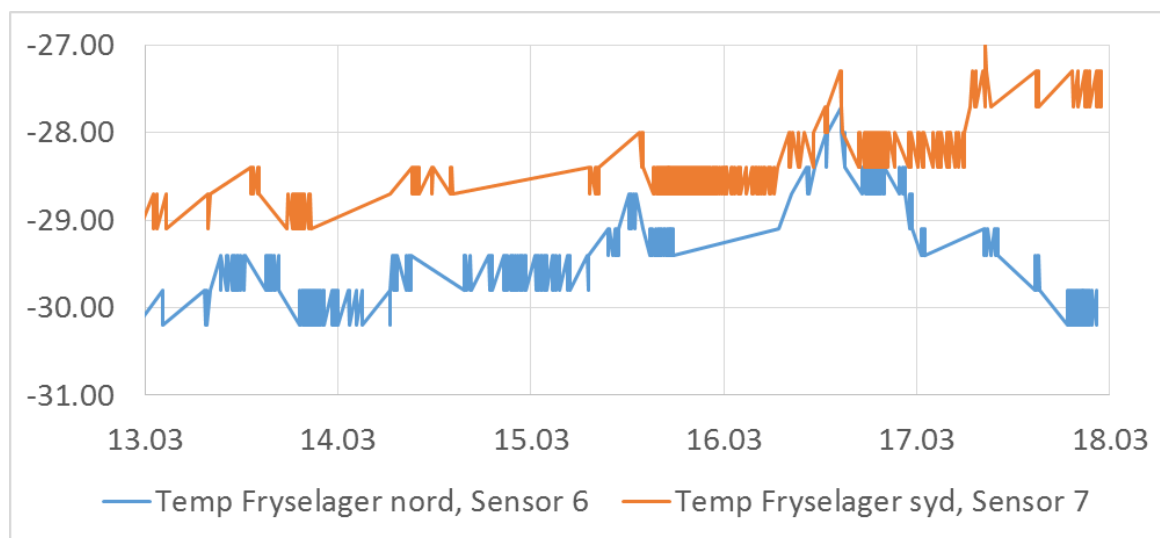
Figur 8 Temperaturer i tinetanken tirsdag 21 mars til onsdag 22 mars

6.2 Stikkmålinger temperatur før tining

Figur 9 viser temperatuene i blokkene før tining. Blokkene hadde vært i romtemperatur en tid før målingen, men det var så kort at det kan ikke ha påvirket temperaturen inne i blokkene. Forskjellen i temperaturer mellom blokkene har sannsynligvis med at blokkene var forskjellig plassert inne på fryselageret. Temperaturer i fryselager logges kontinuerlig og kan hentes ut via innlogging på iwmac.net, se Figur 10.



Figur 9 Temperaturer i blokker før tining, målt torsdag 16 mars

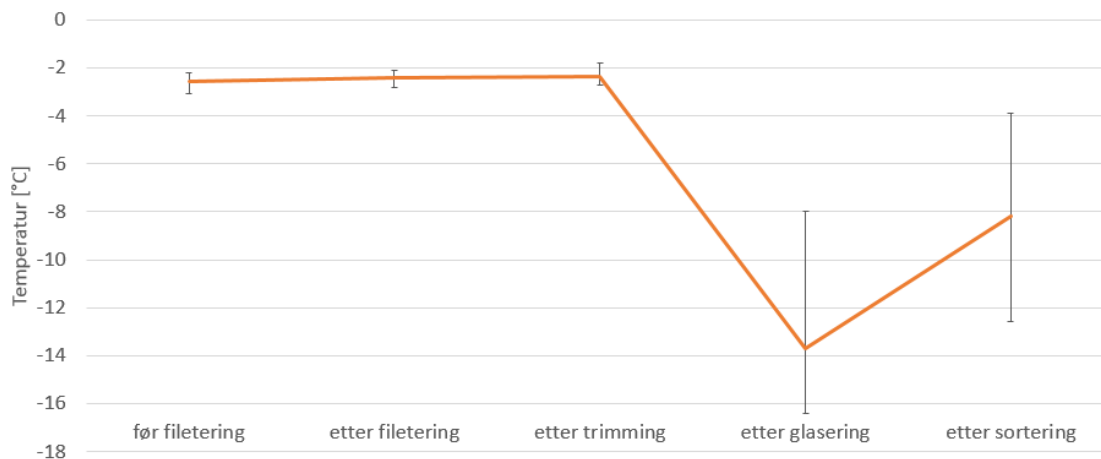


Figur 10 Temperaturer i fryselager

6.3 Stikkmålinger temperatur etter tining

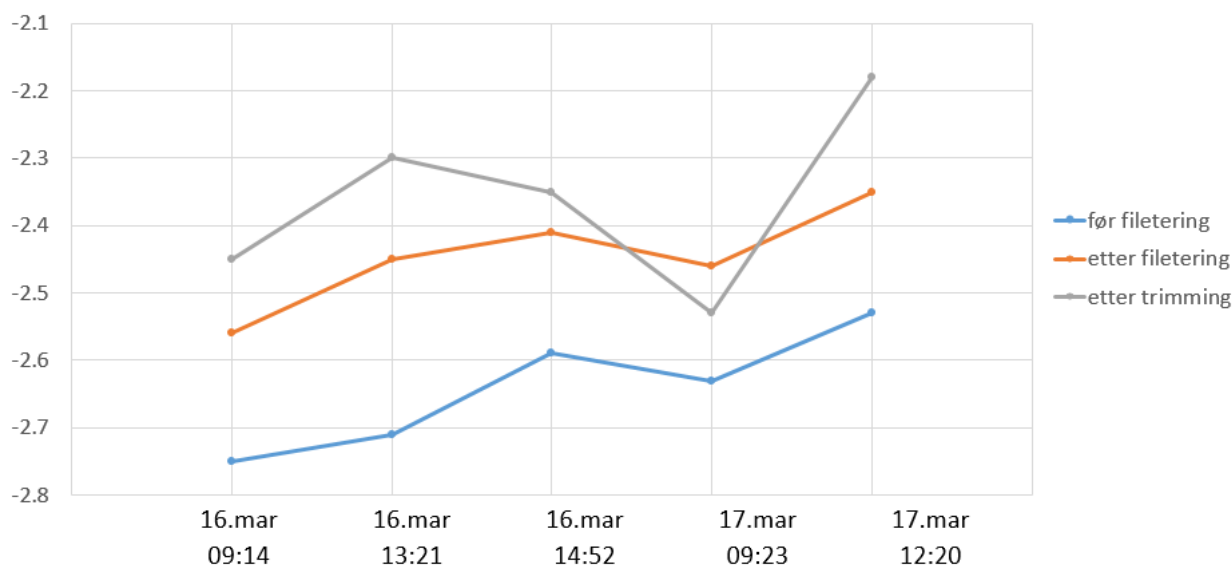
Temperatuene i den tinte fisken var jevne før frysing, men mer varierende etter frysing, hvilket man kan se i Figur 11. En jevn temperatur før filetering viser at man lykkes bra med tineprosessen og at prosessen går raskt nok for at man skal unngå temperatursvingninger. Det var større forskjeller i temperatuene etter fryseren. Dette skyldes hovedsakelig av to årsaker. For det første, fordi temperaturdifferansen (Δt - som gir størrelse på varmeovergang) mellom produkt og rom er større etter frysing. For det andre, fordi

produktene i starten av linjen har en temperatur som ligger rett under initialt frysepunkt, hvor det skal mye mer varme til for å øke temperaturen på produktet (latent varme)¹ enn ved en temperatur på ca. -13 °C. Temperaturer på glaseringsvann ble målt til ca 10 °C.



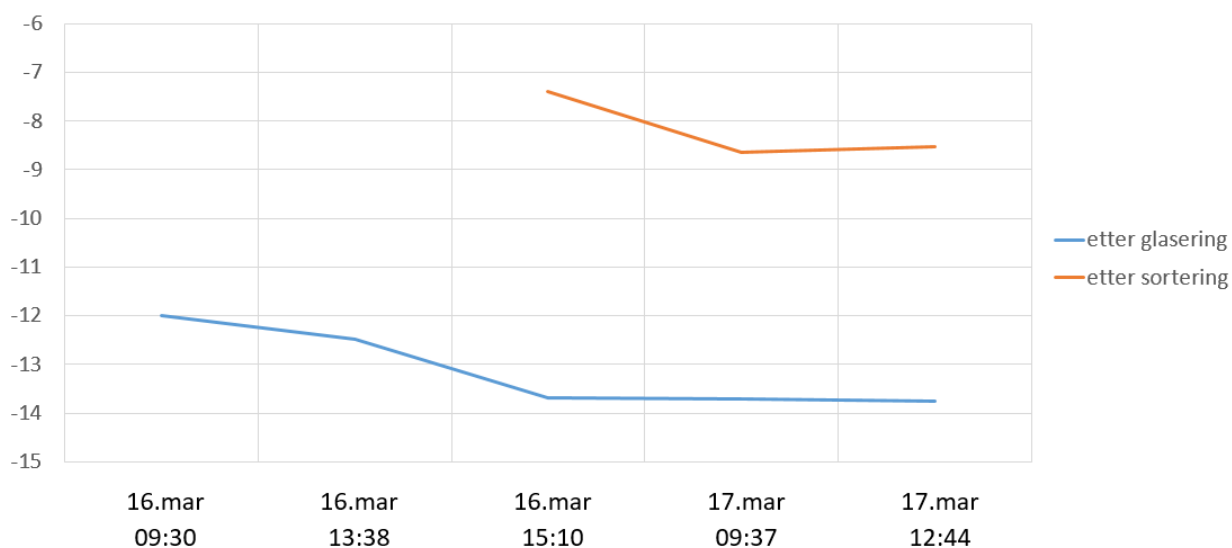
Figur 11 Middeltemperaturer hele pilotlinja

Figur 12 viser middeltemperaturene for hver gruppe av fisk/fileter som ble målt før frysing. Middelerverdier for måleresultatene etter frysing vises i Figur 13.



Figur 12 Middeltemperaturer før frysing

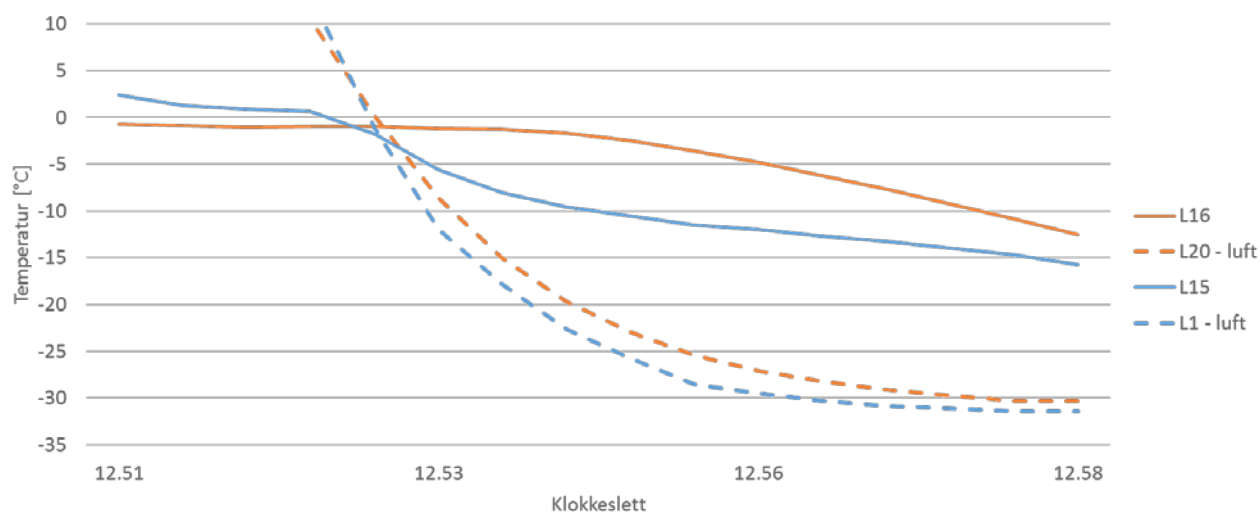
¹ Teoretisk beregnet varme for å øke temperaturen i produktet fra -2°C til -1 °C (faseovergang): 66 kJ/kg; fra -14 °C til -13°C: 0,2 kJ/kg.



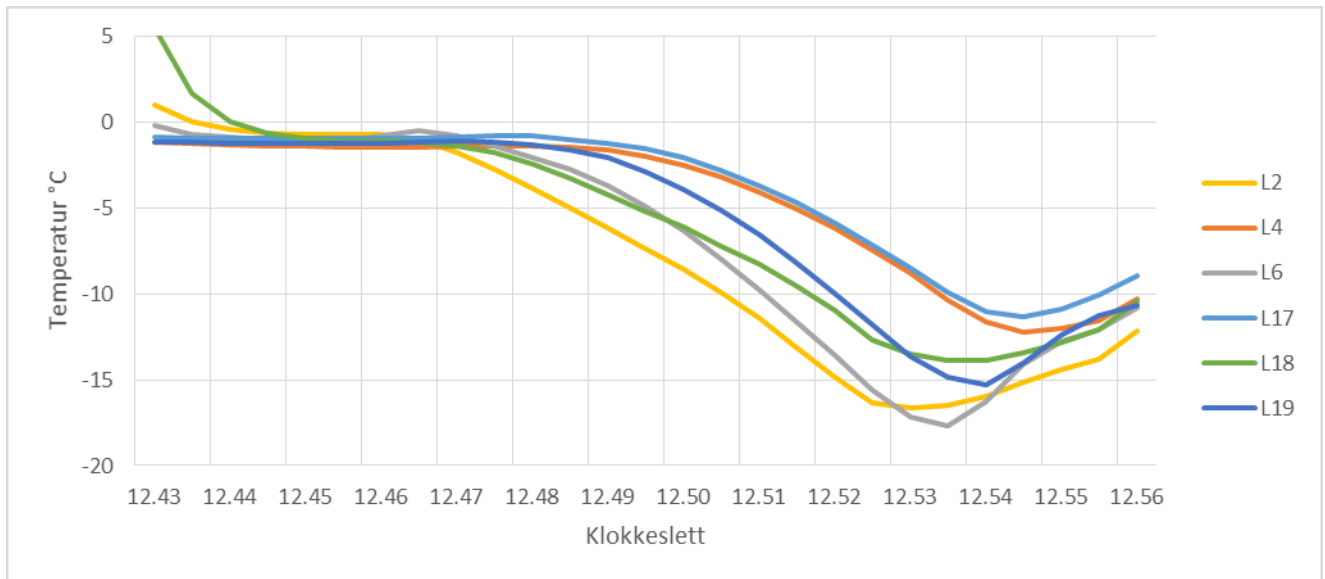
Figur 13 Middeltemperaturer etter frysing

6.4 Knappeloggere

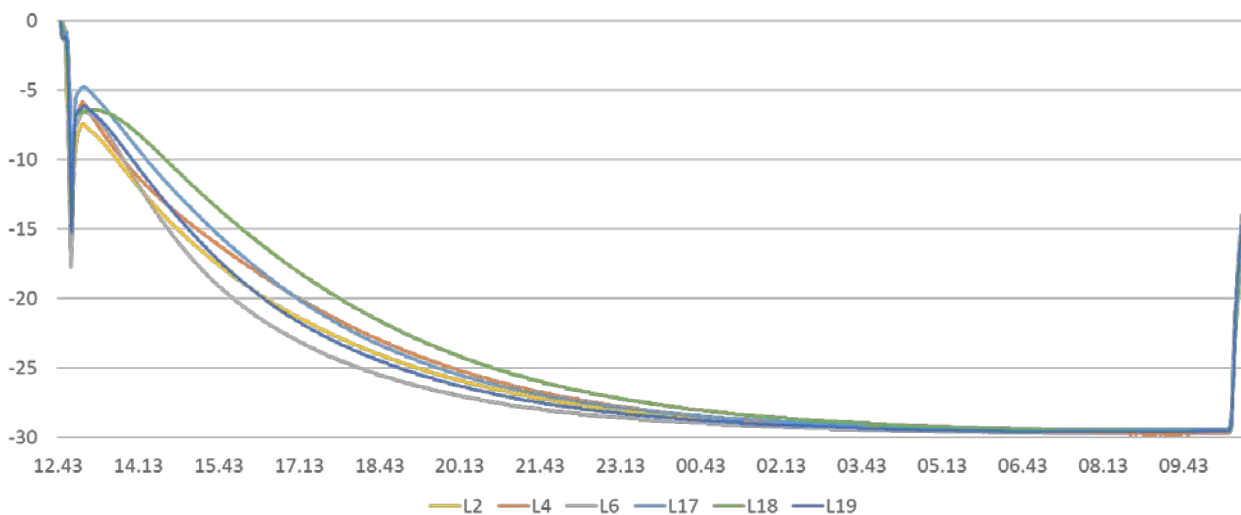
Temperaturene målt i og ved siden av filetene som gikk gjennom stålbåndfryseren vises i Figur 14-16. Filetene gikk gjennom båndfryseren den 16 mars, ble satt på lageret og hentet ut den 17 mars.



Figur 14 Temperaturer i filet og luft når filetetene går gjennom båndfryseren. 16 mars



Figur 15 Temperaturer i filet når filetene går gjennom båndfryseren. 16 mars.



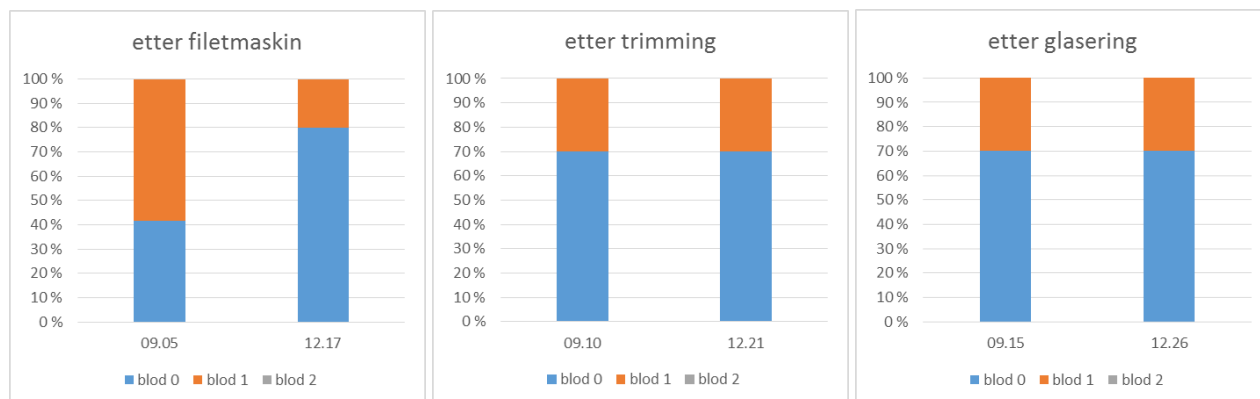
Figur 16 Temperaturforløp i filetene fra før båndfryseren til de blir tatt ut av fryselageret. 16-17 mars.

Det er ganske stor forskjell mellom hvor kald filetene blir når de går gjennom båndfryseren. Dette har dels med størrelse og tykkelse på filetene å gjøre, dels med hvordan knappeloggene er plassert. Målet var å plassere loggerne så mye i midten som mulig.

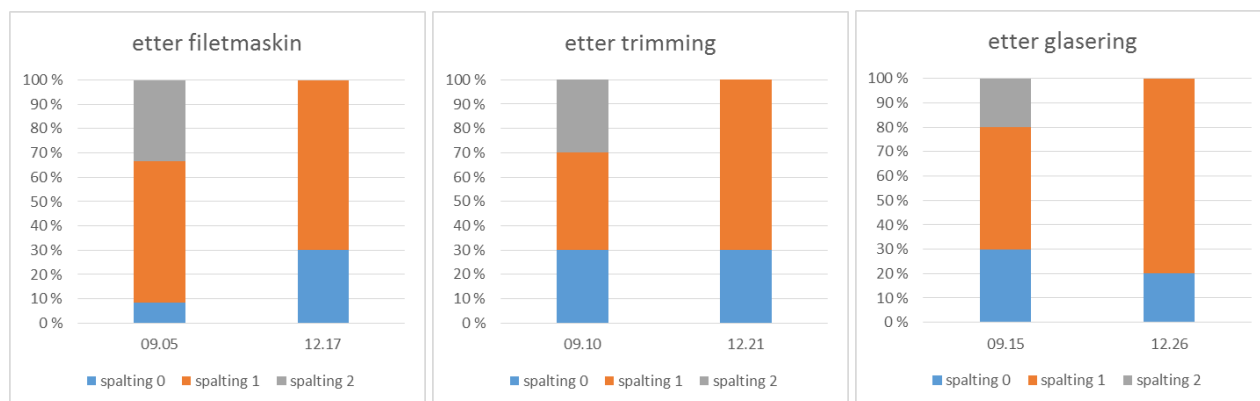
Det er også forskjell på hvor raskt temperaturen i filetene synker når de står på fryselageret. Dette har også med tykkelse og plassering av loggerne å gjøre, men i tillegg har plasseringen i esken betydelse. Nært eskeveggen fryser raskere enn hvis det ligger i eskens sentrum.

6.5 Kvalitetsanalyser

Kvalitetsanalysene viste at kvaliteten stort sett er bra på anlegget. Noen ytre skader ble funnet og litt spalting og blodflekker.



Figur 17 Analyse av blodflekker, ved forskjellige tidspunkt den 17 mars.



Figur 18 Analyse av spalting, ved forskjellige tidspunkt den 17 mars.

7 Diskusjon

Resultatene viser at pilotlinja stort sett går bra, men det er nødvendig (og planlagt) en del forbedringer. Her følger en diskusjon rundt delene av pilotlinja.

7.1 Tining av makrell og RSW-anlegg

Tining av fisk er en mer komplisert prosess enn hva frysing er. Dette fordi varmeoverføring i tint fisk er langsommere enn i fryst, man kan ikke ha like store temperaturdifferanser mellom tinemedia og fisk, samt at sluttemperaturen er mer kritisk. Hvis man fryser en fisk er det ikke så kritisk om sluttemperaturen er $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ eller $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$, som det er med en variasjon i sluttemperatur etter tining på $5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Før filetering ønsker man noen minusgrader i fisken, for å få best utbytte i fileteringsmaskinen. Den metoden man har valgt i pilotlinja gir en målt snittemperatur på $-2.6\text{ }^{\circ}\text{C}$, hvilket er godt nok.

Det finnes flere leverandører av tineutstyr for denne typen av prosesslinje. De utgår alle fra tining i vann. Tining i luft ville gitt uttørking av overflatene, samt en lang og ukontrollert tiningprosess. Tining batchvis fungerer bra i dag, men krever muligens mer utstyr hvis man vil øke kapasiteten. Vi ser en noe økt temperatur i slutten av en batch enn i starten av den. Et eget kuldeanlegg til disse tankene gjør anlegget uavhengig av det store anlegget, men i andre fabrikker kan det finnes kapasitet allerede i installert kuldeanlegg. Dette avhenger av temperaturnivåer, kapasiteter og annet utstyr som er tilkoblet.

7.2 Fileteringsmaskinen Toyo

Toyomaskinen fungerer som den skal. Kapasiteten er 60 fisk/min, som er en del lavere enn fileteringsmaskiner for sild, som ligger rundt 330 fisk/min. Man har også en Baadermaskin, men den er enda ikke satt i drift i pilotlinjen. Denne testes i forbindelse med et FHF-prosjekt-i-bedrift.

7.3 Stålbåndfryser

JBT skal bygge om båndfryseren, slik at det er steam og ikke varmtvann som vasker båndet før filetene legges på. Etter vasking skal båndet kjøles ned med kaldtvann, for å få lavest mulig temperatur på filetene. Fryseren har ikke helt nådd opp i de kapasiteter man ønsker og det er en del ting som har gjort at den ikke helt har fungert som den skal. Dette er noe man prøver å forbedre.

Temperaturen på filetene skal være på $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ når de kommer ut av fryseren, hvilket de ikke er i dag.

7.4 Sortering, emballering

Tiden det tar for en filet gjennom fileteringslinjen skal være 90 sek fra fisken kommer ut fra filetmaskinen, til den går in på fryser.

Dette er raskt og spesielt i starten er temperaturene jevne. I forbindelse med sortering og emballering blir det en del hviletid. Fordi temperaturdifferansen mellom luft og fileter er stor så stiger temperaturen raskt i filetene når de blir liggende. Dette kan påvirke kvaliteten negativt. Man bør få til å fryse filetene til en lavere temperatur, og får til en raskere sortering, emballering og transport inn på fryselageret.

7.5 Fryselager

Som en konsekvens av hvordan ting er bygget i dag tar det en tid før filetene kommer inn på fryselageret. Dette skal det bli en endring på gjennom at man får en mer automatisk transport av eskene fra produksjonslokalet inn i fryselageret. Utfordringen i dette er den store temperaturdifferansen mellom rommene og at det er mye fukt i produksjonslokalene, som blir til is inne på fryselageret. I dag tar man inn eskene gjennom porten. Rett ved siden av fryseromsporten er også en port til kai, som når den står åpen lar fuktig uteluft komme inn. Det var mye is innenfor døren til fryselageret, som vist i Figur 21.

Resultatene viser at temperaturene på filetene etter glasering er mellom $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ og $-16.4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Inne på fryselageret er lufttemperaturen rundt $-29\text{ }^{\circ}\text{C}$. Filetene etterfrysnes derfor på lageret. Vanligvis er ikke lager dimensjonert for dette, uten kun for å holde temperaturen på de varer som er der. Dette kan gi langsom innfrysing av filetene, med kvalitetstap, samtidig som andre varer som står på lageret kan påvirkes. Små temperaturfluktuasjoner, som kan oppstå i de andre varene når nye settes inn, kan gi iskrystallvekst og uttørking.



Figur 19 Isdannelse innenfor port til fryselager

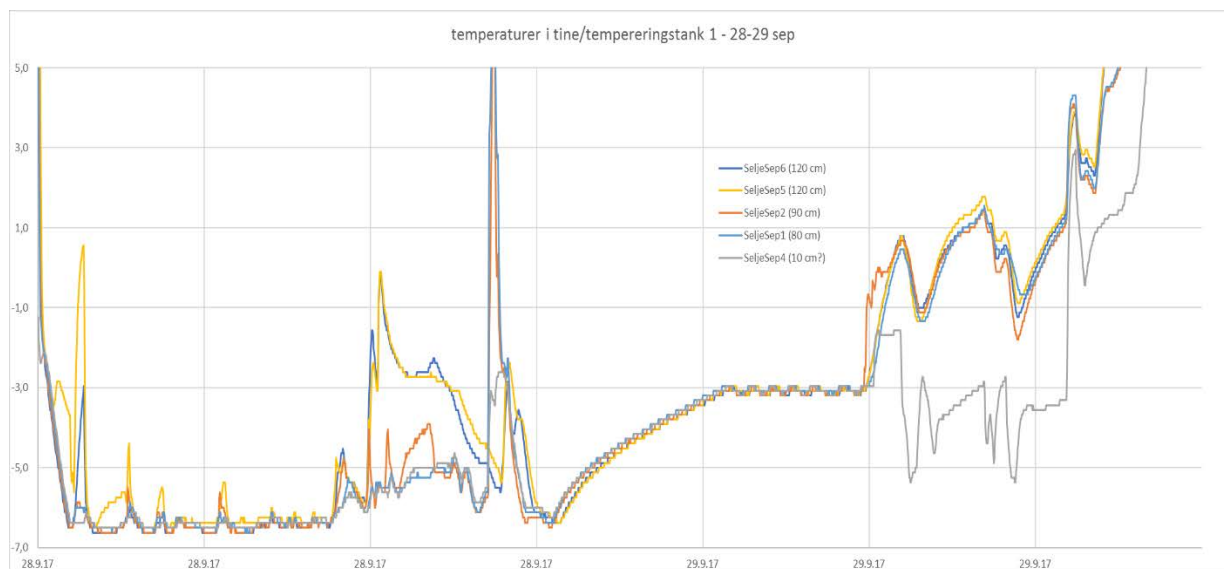
7.6 Restråstoff

Etter fileteringsmaskinen samles hode, innmat og avskjær opp. Med målet om å øke fileteringen av makrell fra ca. 5 % i dag til 25 % innen 2025 følger også et økt behov av å ta vare på restråstoffet. Med en produksjon av makrell på 350 000 tonn per år, filetering av 25 % og restråstoffmengde på 40 % gir dette restråstoff fra makrell på 35 000 tonn per år. Det finnes stort potensiale for god utnyttelse av dette til for eksempel helsekost, oljer, proteiner og laksefor. I 2016 ble det startet et FHF-prosjekt² hvor man skal forske på utnyttelse av restråstoff fra makrell, hvor Møreforskning, Pelagia og Sintef Ocean er deltagere.

² <http://fhf.no/prosjektdetaljer/?projectNumber=901317>

8 Temperering

Det ble gjennomført tilsvarende målinger i september 2017, men nå med fersk makrell. Figur 20 viser temperatuene som ble registrert i tinetanken.



Figur 20 Temperaturer i tempereringstanken 28-29 september

Som vi kan se av figur 20 holder temperatuene seg stabil under produksjonen. Det ble også registrert noe lavere temperaturer på makrellen ut av tankene enn når den fungerte som en tinetank. Tilsvarende registrering som ved tining ble gjennomført. I all hovedsak viste resultatene det samme som for tining.

9 Konklusjon

Det er mange ting som bør undersøkes mer nøyaktig for å få en bra industriell tineprosess. Tabell 2 viser faktorer i tineprosessen som kan varieres og forslag til forskjellige varianter. Hvordan prosessen er før frysing kan også påvirke tiningen, derfor er dette også tatt med. Et forsøksoppsett med alle varianter inkludert er sannsynligvis ikke mulig å gjennomføre, så det må gjøres en kvalitativ vurdering på forhånd. Kriterier som skal brukes for å velge de beste variantene er forskjellige for de ulike faktorene, men generelt er kvalitet, temperatur i fisken, tid, praktisk gjennomføring, energibruk og kontrollerbarhet viktige parametere.

Sluttemperaturen er en viktig parameter i forhold til kvalitet og videre bearbeiding. Som nevnt tidligere er det gjennom en rekke forsøk dokumentert optimal kvalitet og maksimalt utbytte ved skjæring/bearbeiding med jevn fisketemperatur nær -3°C . Utfordringen når det gjelder temperaturendring i matvarer (både frysing og tining) er at det ofte er ujevn temperatur i produktet. I mindre produkter er det lettere å ha jevn temperatur enn i større, derfor er oppdeling av blokker tidlig i tineprosessen viktig. Sluttemperaturen etter tining har betydning for den videre prosesseringen og dette må derfor tas hensyn til.

Tabell 2 Parametere som kan undersøkes for å få mer kunnskap om en tineprosess

	Faktor	Varianter	
Før frysing	Produkt	Lavere fettinnhold	Høyere fettinnhold
	Pakking	Singelfryst	Eske 20 kg

	Pakking	Tettpakket fisk i eske	Større rom mellom fisk i esken	
	Lake	Forskjellige varianter av lake i esken	Variierende mengde lake i esken	
	Emballasje	Ingen	Plast	
Tining	Antall tinekar	Ett	To	Tre
	Temperatur tinevann	5 – 10 °C i tempereringskar (eller høyere hvis tiden er kort?)	5 – 10 °C i første tinekar	-3 – -1 °C i siste tinekaret (-2,7 °C)
	NaCl-konsentrasjonen	0 %	3 % (sjøvann)	Høyere enn 3 %
	Omrøring	I et kar	I flere kar	
	Omrøringsmetode	Forskjellige varianter		
	Tid i de ulike tinekaren			

10 Referanser

Archer, M., M. Edmonds and M. George (2008). Seafood thawing, Report SR 598, Seafish, www.seafish.org.

Haugland, A. (2002). Industrial thawing of fish - to improve quality, yield and capacity. PhD, Norwegian University of Science and Technology.

Johansen, S. and A. Haugland (2004). Tining - sammenstøping av fiskeblokker, SINTEF Report TRA6075.

Magnussen, O. M. (2009). Tining av råstoff for flekking - forprosjekt, SINTEF TR A6800.

Pelagia. (2015). Retrieved Oct 13, 2015, from <http://pelagia.com/products/mackerel/>.