

Kvalitet på filetprodukter av kvalitetsmerket skrei

Grete Lorentzen, Morten Heide, Torbjørn Tobiassen & Tatiana Ageeva





Nofima er et næringsrettet forskningsinstitutt som driver forskning og utvikling for akvakulturnæringen, fiskerinæringen og matindustrien.

Nofima har om lag 350 ansatte.

Hovedkontoret er i Tromsø, og forskningsvirksomheten foregår på fem ulike steder: Ås, Stavanger, Bergen, Sunndalsøra og Tromsø

Hovedkontor Tromsø:

Muninbakken 9–13
Postboks 6122 Langnes
NO-9291 Tromsø

Ås:

Osloveien 1
Postboks 210
NO-1431 ÅS

Stavanger:

Måltidets hus, Richard Johnsgate 4
Postboks 8034
NO-4068 Stavanger

Bergen:

Kjerreidviken 16
Postboks 1425 Oasen
NO-5844 Bergen

Sunnalsøra:

Sjølseng
NO-6600 Sunndalsøra

Felles kontaktinformasjon:

Tlf: 02140
E-post: post@nofima.no
Internett: www.nofima.no

Foretaksnr.:

NO 989 278 835 MVA

Rapport

	ISBN: 978-82-8296-397-8 (trykt) ISBN: 978-82-8296-398-5 (pdf) ISSN 1890-579X
<i>Tittel:</i> Kvalitet på filetprodukter av kvalitetsmerket skrei	<i>Rapportnr.:</i> 28/2016
	<i>Tilgjengelighet:</i> Åpen
<i>Forfatter(e)/Prosjektleder:</i> Grete Lorentzen, Morten Heide, Torbjørn Tobiassen & Tatiana Ageeva	<i>Dato:</i> 21 juni 2016
<i>Avdeling:</i> Sjømatindustri, og Forbruker & Marked	<i>Ant. sider og vedlegg:</i> 29+10
<i>Oppdragsgiver:</i> FHF, Råfisklaget, Sjømatrådet	<i>Oppdragsgivers ref.:</i> FHF 901238
<i>Stikkord:</i> Skreifilet, temperatur, holdbarhet, TVN, distribusjon	<i>Prosjektnr.:</i> 11624
<i>Sammendrag/anbefalinger:</i> Målet med dette prosjektet er å fremskaffe vitenskapelig dokumentasjon på holdbarhet på skreifileter lagret kjølt. Prosjektet har bestått av to deler; i den første delen ble temperatur i skrei målt fra landing av fangst til og med ankomst grossist i Bremerhaven, Tyskland. Dette ble gjort for å få et realistisk bilde på temperaturforløpet gjennom kjeden. I del to av prosjektet ble det kjørt et kontrollert lagringsforsøk med skreifileter på Nofima. I det kontrollerte lagringsforsøket ble filetene vurdert med hensyn på lukt og totalt flyktig nitrogen (TVN). I tillegg deltok næringsaktører i vurdering av filetene ved avslutningen av det kontrollerte lagringsforsøket. Hovedtrekkene i resultatene er at skreifileten har god kvalitet ved ankomst grossist. Gjennom en stikkprøve er det vist at gjennomsnittlig kjernetemperatur i filet kjøpt hos detaljister i Hamburg og Tromsø var på henholdsvis 3,9 og 6,8 °C. Alle innkjøpte fileter i Hamburg var uemballerte og lagret på is i fiskedisk, mens 3 av 4 skreifileter kjøpt inn i Tromsø var lagret i kjøledisk, uten is. Filetene lagret i kjøledisk var vakuumpakket, mens fileten som var lagret på is var uemballert. Resultatene fra det kontrollerte lagringsforsøket viser at holdbarheten på skreifilet kan settes til 12 døgn (det vil si ett døgn som hel fisk, +11 døgn som filet med skinn) forutsatt at filetene lagres på is, det vil si ved 0 °C gjennom <i>hele</i> lagringsperioden. Dersom en slik temperatur ikke er oppnåelig, er holdbarheten kortere enn 12 døgn.	
<i>English summary/recommendation:</i> Shelf life of cod fillets have been studied in this project. Initially, temperature of the fish was studied during processing, distribution and display in supermarkets in Hamburg, Germany and in Tromsø, Norway. Secondly, shelf life experiments were performed imitating temperature profiles observed in the first step. In addition, shelf life at other relevant temperature profiles were studied. To have a shelf life of 12 days, storage at maximum 0 °C is required. In case of temperatures above 0 °C, the shelf life is less. Parameters defining the shelf life limit in this study have been off-odour using a trained panel and level of totale volatile basic nitrogen (TVN).	

Innhold

1	Sammendrag	1
2	Innledning	2
3	Problemstilling og formål	3
4	Prosjektgjennomføring	4
4.1	Måling av temperatur gjennom prosess i bedrift.....	4
4.1.1	Mottaksrommet	4
4.1.2	Filetering, trimming og pakking.....	4
4.1.3	Pakking og logging av temperatur	5
4.2	Skreifilet i Tyskland.....	7
4.2.1	Innhenting av temperaturloggere hos grossist i Bremerhaven, Tyskland	7
4.2.2	Måling av temperatur i skreifilet i detaljvarehandel i Hamburg, Tyskland	7
4.3	Skreifilet i detaljvarehandel i Tromsø, Norge.....	7
4.4	Kontrollert lagringsforsøk ved Nofima Tromsø	8
4.4.1	Vurdering av lukt	9
4.4.2	Sensorisk vurdering utført av næringsaktører	10
4.5	TVN analyser.....	11
5	Resultater, diskusjon og konklusjon	12
5.1	Råstoff til bedrift	12
5.2	Temperaturstudier i bedrift.....	12
5.3	Temperaturprofil fra bedrift i Norge til grossist i Bremerhaven	13
5.4	Temperatur i skreifilet etter ankomst Bremerhaven, Tyskland	14
5.5	Temperatur i skreifilet hos detaljister i Hamburg	15
5.6	Temperatur i skreifilet hos detaljister i Tromsø	16
5.7	Kontrollert lagringsforsøk.....	18
5.7.1	Temperatur.....	18
5.7.2	Mellomlagring	18
5.7.3	Trente dommere – vurdering av lukt på skreifilet	18
5.7.4	Næringsaktører – vurdering av skreifilet.....	19
5.7.5	TVN i skreifileter (gjennom distribusjon, hos detaljister og fra kontrollert lagringsforsøk)	22
5.7.6	Oppsummering av resultater fra kontrollert lagringsforsøk	24
5.8	Konklusjon	26
5.8.1	Kartlegging av tid- og temperatur	26
5.8.2	Kontrollert lagringsforsøk.....	26
5.9	Implikasjoner	27
6	Leveranser	28
7	Referanser	29
8	Vedlegg	i

1 Sammendrag

Sjømatrådet skal utvikle en standard for skreifilet, der blant annet holdbarhet skal defineres. I den forbindelse ble Nofima kontaktet høsten 2015. I fellesskap med Sjømatrådet, FHF, Råfisklaget og Nofima ble det utarbeidet en prosjektbeskrivelse der målet var å fremskaffe vitenskapelig dokumentasjon på holdbarhet av filetprodukter av skrei.

Prosjektet har bestått av to deler; i den første delen ble temperatur i skrei målt fra landing av fangst til og med ankomst grossist i Bremerhaven, Tyskland. Dette ble gjort for å få et realistisk bilde på temperaturforløpet gjennom hele kjeden. I del to av prosjektet ble det gjennomført kontrollerte lagringsforsøk med skreifileter på Nofima. Del to av prosjektet ble planlagt ut i fra tid- og temperatur-betingelser fra observasjonene i del en.

I det kontrollerte lagringsforsøket ble filetene vurdert med hensyn på lukt og totalt flyktig nitrogen (TVN). I tillegg var næringsaktører med på en totalvurdering av filetene ved avslutning av det kontrollerte lagringsforsøket.

Hovedtrekkene i resultatene er at de negative konsekvensene av en kort periode med opp mot 5–6 °C i filetene i forbindelse med prosessering er minimale målt ut i fra lukt og TVN innhold 4 døgn senere (etter ankomst hos grossist). Etter filetering ble skreifiletene pakket i esker med is. Ved distribusjon til grossist skjedde det en issmelting i eskene. Plassering av eske på palle påvirket grad av issmelting, det vil si det var mer issmelting når kassen hadde flere sider eksponert overfor omgivelsene sammenlignet med kasser med kun en eksponeringsside. Likevel, varierende grad av issmelting ga ingen forskjeller i TVN nivå.

Gjennom en stikkprøve viste vi at gjennomsnittlig kjernetemperatur i filet kjøpt hos detaljister i Hamburg og Tromsø var på henholdsvis 3,9 og 6,8 °C. Alle innkjøpte fileter i Hamburg var uemballerte og lagret på is i fiskedisk, mens 3 av 4 skreifileter kjøpt inn i Tromsø var vakuumpakket, lagret i kjøledisk, uten is.

Resultatene fra det kontrollerte lagringsforsøket viser at holdbarheten på skreifilet kan settes til 12 døgn (det vil si ett døgn som hel fisk, + 11 døgn som filet med skinn) *forutsatt* at filetene lagres på is, det vil si ved 0 °C gjennom *hele* lagringsperioden. Dersom en slik temperatur ikke er oppnåelig, er holdbarheten kortere. Holdbarhet på skreifilet kan settes til 10 døgn dersom filetene først lagres 5 døgn på is, og deretter ikke overstiger 4 °C i den resterende lagringsperioden. Holdbarheten på skreifilet vil være kortere enn 10 døgn dersom temperaturen overstiger 4 °C, etter de første 5 døgn på is.

Dersom en holdbarhet på 12 døgn skal brukes, forutsettes det en ubrutt kjølekjede på 0 °C gjennom hele lagringsperioden. Med bakgrunn i observasjoner i dette prosjektet, ser det ut som at den største utfordringen er å holde 0 °C når produktet legges ut for salg i butikk. Dette krever større fokus på opplæring av personell i butikk og utvikling av kjøleløsninger som sikrer en tilstrekkelig lav temperatur på produktet.

2 Innledning

Norges sjømatråd har sammen med næringen definert en Norsk Standard (NS 9406:2013) som er knyttet opp til et kvalitetsmerke for skrei. Kvalitetsmerket er en lovnad til kjøper om at skreien oppfyller de kvalitetskrav som standarden setter. Kvalitetskravene i standarden omhandler blankiset hel skrei. Høsten 2015 fikk Nofima en forespørsel fra Sjømatrådet vedrørende holdbarhet på skreifilet i forbindelse med utarbeiding av en ny standard for skreifilet.

Næringen har et ønske om at holdbarheten på filetprodukter av skrei skal være 12 dager. Tidligere forskning har vist at selv ved optimale lagringsforhold på is, det vil si ved 0 °C, er holdbarheten på torskefilet 11–12 dager. Det er videre vist at forbrukere vurderer fileten som uakseptabel med hensyn på lukt, utseende, smak og tekstur etter 12 dager på is (Esaiassen *et al.*, 2006; Østli *et al.*, 2013).

Når fisk lagres, gjennomgår den naturlige biokjemiske og mikrobielle nedbrytningsprosesser. Slike prosesser kan blant annet registreres som avvikende lukt. Avvikende lukt har en klar sammenheng med økt nivå flyktige nitrogenforbindelser (TVN). TVN verdien er derfor et nyttig mål for å måle stadiet på nedbrytningsprosessen i fersk fisk, spesielt i hvitfisk. I følge animaliehygieneforskriften er øvre grenseverdi for TVN i torskefisk er 35 mg nitrogen per 100 g prøve (Anon, 2010) og det er generelt ansett blant forbrukere at grensen for aksept passerer idet TVN verdien overstiger 30–35 mg nitrogen per 100 g fiskekjøtt (Castro *et al.*, 2006).

Etter en gjennomgang av litteraturen er det ikke funnet studier som viser hva holdbarheten på skreifilet produkter er. Derfor ble Nofima engasjert til å gjennomføre et holdbarhetsstudium av skreifilet under kontrollerte temperaturbetingelser. En viktig problemstilling var blant annet å undersøke holdbarheten ved tid- og temperatur-betingelser som er relevante.

Prosjektet har bestått av to deler; i første delen ble temperatur i skrei målt fra landing av fangst til og med ankomst grossist i Bremerhaven, Tyskland. Dette ble gjort for å få vite faktisk temperaturforløp i en distribusjonsskjede for eksport av skreifilet. I del to av prosjektet ble det gjennomført kontrollerte lagringsforsøk med skreifileter på Nofima basert på temperaturdataene fra den første delen. Ved avslutningen av lagringsforsøket ble filetene vurdert av næringsaktører.

Formålet med prosjektet har vært å fremskaffe vitenskapelig dokumentasjon på holdbarhet av filetprodukter av skrei. Dette er dokumentasjon næringen kan bruke som grunnlag for å sette en holdbarhetsgrense.

I forbindelse med prosjektet ble det opprettet en styringsgruppe med følgende deltakere: Jonette Braathen, Norges sjømatråd; Lillian Hansen, Norges Råfisklag; Renate Birgitte Pedersen, Norway Seafoods AS; Vårinn Lassessen, Myremar AS og Frank Jakobsen, FHF.

Prosjektet er i sin helhet gjennomført av Nofima i skreisesongen 2016. Silje Kristoffersen, Tina Thesslund, Stein Harris Olsen, Torbjørn Tobiassen, Amalie Røhme, Tatiana Ageeva, Morten Heide og Grete Lorentzen har alle bidratt til at prosjektet er gjennomført.

3 Problemstilling og formål

Målsettingen med dette prosjektet har vært å fremskaffe vitenskapelig dokumentasjon på holdbarhet av filetprodukter av skrei.

Prosjektet er gjennomført i to deler;

Del 1: Temperaturlogging av skrei og skreifilet; fra landing, prosessering, pakking, forsendelse til grossist i Bremerhaven, Tyskland, inkl. uttak av filetprodukter på supermarkeder i Hamburg og Tromsø.

Del 2: Lagringsforsøk av skreifilet gjennom kontrollerte forsøk ved Nofima. Evaluering av filetkvalitet av næringsaktører.

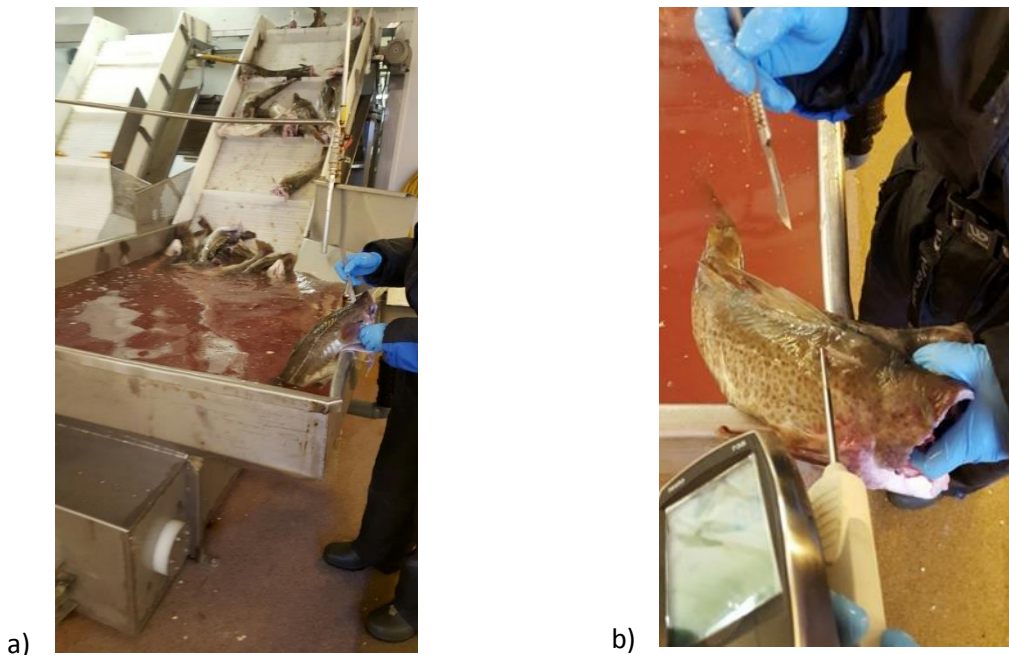
4 Prosjektgjennomføring

4.1 Måling av temperatur gjennom prosess i bedrift

I det følgende beskrives hvordan råstoffet håndteres og prosesseres i bedriften.

4.1.1 Mottaksrommet

Før filetering ble fisk overført til container fylt med ferskvann (5,1 °C) med transportør knyttet til skjæreavdeling (Bilde 1, a). Transportøren var styrt av skjæremaskinens operatør og fiskens oppholdstid i vannet varierte avhengig av både opptakstid til transportøren og skjæremaskin. Bedriften benytter ikke ambulerende pauser og fisken ble liggende både i vannet og på transportørbandet i pausene. Temperaturmålinger ble gjennomført på 6 individer samlet fra ulike plasser i tanken. Et lite snitt langs første ryggfinne (1,5 cm langt og 1 cm dypt) hvor termometeret ble plassert for temperaturavlesning (Bilde 1, b). Temperatur ble målt både i det øverste muskellaget langs fiskeskinnet (overflatetemperatur) og i kjernen (loins) (Vedlegg 1). Lufttemperaturen i rommet der målingene ble utført var på cirka 9 °C. Alle temperaturmålinger ble gjort ved bruk av en digital termometer (Testo 735, Testo AG, Tyskland).



Bilde 1 Transport av fisk fra container med transportbånd (a). Måling av temperatur under skinn (b).

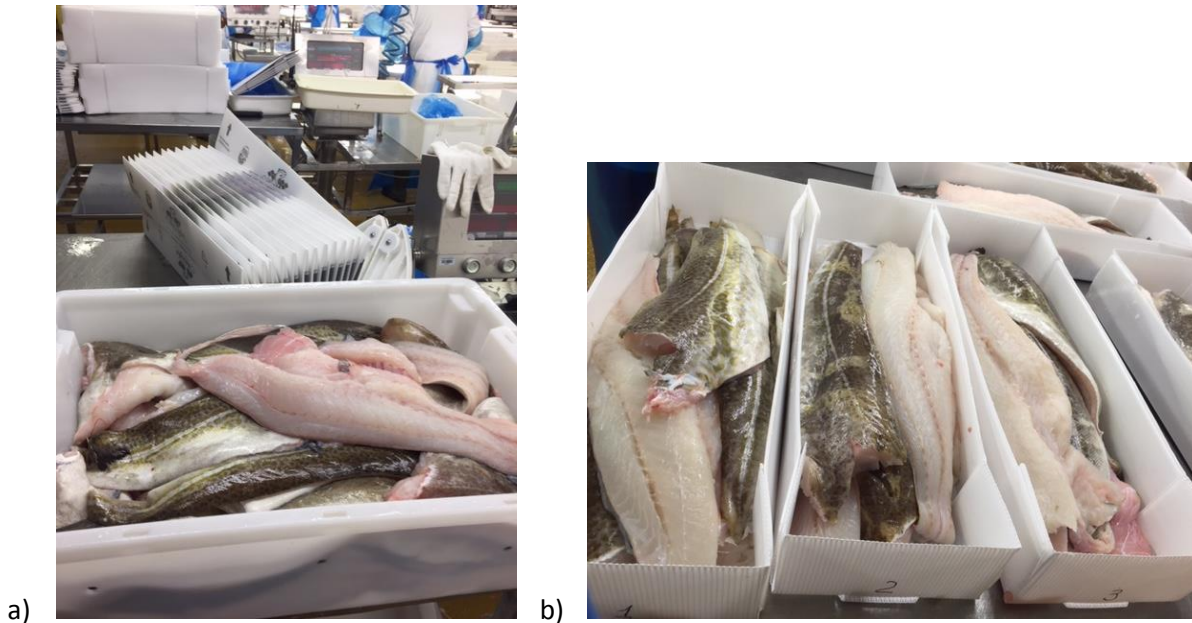
4.1.2 Filetering, trimming og pakking

Fisken ble skåret ved bruk av Baader maskiner under kontinuerlig spyling med ferskvann på cirka 4 °C. På grunn av rask overføring av fisk fra transportør til skjæremaskin, ble neste temperaturregistrering gjennomført på nylig skåret fileter med skinn (Bilde 2, a). Lufttemperaturen i skjæreavdelingen varierte avhengig av hvor i rommet en befant seg, men i gjennomsnitt var den på cirka 11 °C.

To operatører trimmet filetene, og filetene ble deretter fordelt mellom tre hvite plastesker, til en totalvekt på cirka 5 kg pr eske (Bilde 2, b). Temperaturmåling ble gjennomført på de to øverste filetene

i hver plasteske. Tidsforløpet fra temperaturregistrering i skjæreavdeling til temperaturavlesning i filetavdeling var på 8 minutter.

Ferdigtrimmede fileter ble deretter pakket i esker (Bilde 2, b) (570 x 200 x 95 mm) til en total vekt på cirka 5 kg. Deretter ble filetene dekket med plastfilm og tilsatt cirka 30 % is (Vedlegg 2).

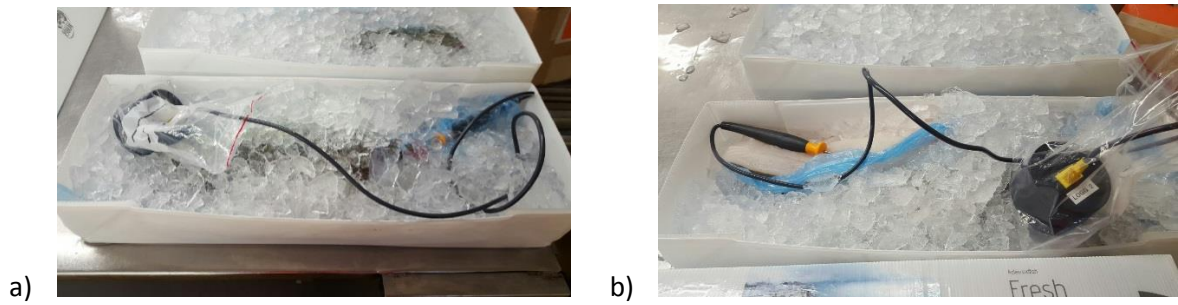


Bilde 2 Fileter rett etter filetering (a) og etter trimming (b).

Temperaturen ble målt på to fileter i hver eske (en fra det øverste og en fra det midterste lagene). Lufttemperaturen i filetavdelingen var i gjennomsnitt på 18,6 °C. I tillegg til temperaturavlesning ble nærliggende fileter i plasteskene brukt for muskelprøvesamling til TVN analyse. Prøvene (n=3) ble pakket inn i zip-lock poser og fryst ned (-18 °C) før videre analyse.

4.1.3 Pakking og logging av temperatur

Temperaturen i filetene ble målt gjennom transporten fra bedriften til grossist i Bremerhaven i Tyskland. Dette ble gjort ved hjelp av temperaturloggere (DICKSON Process Logger HT350, Dickson, Illinois, USA) (Bilde 3). Temperaturen ble målt i loinsdelen på en filet i tre forskjellige esker. I eske 1 og 3 ble temperaturen logget i fileter som lå midt i eskene, mens det i eske nr. 2 ble målt temperatur i en filet som lå øverst, det vil si rett under laget med is. Temperaturloggerne ble støttet mot veggen inni esken for å oppnå best mulig stabilitet gjennom transporten. Loggerne ble slått på kl 12:30 torsdag 3. mars, og temperaturen ble målt og registrert hver andre time. Første måling ble imidlertid registrert kl 14:30.



Bilde 3 Temperaturloggere plassert i eske 1 (a) og i eske 2 (b).

Eskene ble deretter palletert (Bilde 4). For å avdekke eventuelle temperaturvariasjoner ut i fra plasseringen på pallen, ble eske nr. 1, 2 og 3 plassert med ulike grad av eksponering overfor omgivelsene (Bilde 4). Eske nr. 1 og 2 ble plassert i hjørnene av pallen i henholdsvis lag 8 og 13, mens eske nr. 3 ble plassert i det midterste laget, lag 7.



Bilde 4 Plassering av esker i palle. Eske nr. 1: 2 eksponeringssider (a), Eske nr. 2: 3 eksponeringssider (a), Eske nr. 3: 1 eksponeringsside (b).

4.2 Skreifilet i Tyskland

4.2.1 Innhenting av temperaturlogger hos grossist i Bremerhaven, Tyskland

Temperaturloggerne ble plukket ut av eskene klokken 08:15 mandag 7. mars (Bilde 9). Etter uttak av temperaturloggerne, ble det samtidig tatt ut prøver til TVN analyse fra de samme filetene som ble temperaturlogget.

4.2.2 Måling av temperatur i skreifilet i detaljvarehandel i Hamburg, Tyskland

For å få mer informasjon om temperatur i skreifilet ute thos detaljistene i Hamburg, ble det kjøpt inn fileter fra 5 ulike butikker i Hamburg. Detaljistene var en supermarkedskjede (en enkelt butikk) og 4 fiskehandlere. En av detaljistene ble besøkt 2 ganger for å undersøke eventuelle forskjeller på ulike dager. Alle skreifiletene ble solgt i fiskedisker med is. Butikkene ble plukket ut av Norges Sjømatråd.

Temperaturmålingene ble gjennomført ved at det først ble kjøpt inn 100–150 gram skreifilet. Skreifiletene ble solgt både med og uten skinn. Deretter ble kjernetemperaturen i hver skreifilet målt i løpet av 90–210 sekunder etter innkjøp. Det ble deretter gjort en enkel kvalitetsvurdering av filetene, før de ble lagt i en kjølebag. Filetene ble oppbevart i kjølebag med fryseelementer i inntil 1,5 timer, før kjernetemperatur igjen ble målt. Deretter ble filetene fryst inn og fraktet til Norge for TVN analyser.

4.3 Skreifilet i detaljvarehandel i Tromsø, Norge

For å få mer informasjon om hvilken temperatur skreifilet har gjennom verdikjeden i Norge ble det foretatt målinger av kjernetemperatur i skreifilet som ble kjøpt inn fra 4 ulike detaljister i Tromsø fredag 18. mars 2016. Detaljistene var tre supermarkedskjeder og 1 fiskehandler. Butikkene ble plukket ut av Nofima. Skreifiletene fra fiskehandleren ble solgt uemballert i fiskedisk med is, mens skreifiletene i supermarkedene var vakuumpakket og lagret i kjøledisk. Kjølediskene holdt ifølge display mellom 1 og 4 °C (Bilde 5).



a)



b)

Bilde 5 Temperaturdisplay i fiskedisker i butikker i Tromsø. Displayene viser 4°C (a) og 1°C (b). Bilde a er fra butikk nr. 4, mens bilde b er fra butikk nr. 3.

Temperaturmålingene ble gjennomført ved at det først ble kjøpt inn 100–150 gram skreifilet, eller hele vakuumpakkede skreifileter. Deretter ble kjernetemperaturen i skreifiletet målt 90–150 sekunder etter innkjøp. Skreifiletet ble så lagt i en kasse med is. Filetene ble oppbevart i kassen i opptil 65 minutter, før kjernetemperatur ble målt på nytt. Deretter ble det foretatt en enkel kvalitetsvurdering av filetene. Filetene ble fryst inn på -18 °C til TVN analyser.

4.4 Kontrollert lagringsforsøk ved Nofima Tromsø

Basert på tid- og temperatur- historikken fra prosjektets første del, det vil si gjennom prosessering, distribusjon og temperatur i skreifilet kjøpt i butikk, ble et kontrollert lagringsforsøk planlagt og gjennomført ved Nofima. Etter en samlet vurdering av betingelser i verdikjeden ble det besluttet å gjennomføre fem kontrollerte lagringsforsøk (Tabell 1).

Tabell 1 Oppsett kontrollert lagringsforsøk av skrei.

Forsøk/gruppe	Døgn etter fangst (timer)			
	0–1 døgn (0–26)	*1 døgn (26:00–26:40)	1–5 døgn (26:40– 119:30)	5–12 døgn (119:30– 293:00) ****
«K» (kontroll)	Is	Is	Is	Is
«F» (Fakta temp forløp: 5 døgn på is, deretter 4 °C)	Is	4–6,5 °C	Is	4 °C***
«S1» (5 døgn på is, deretter 2 °C)	Is	4–6,5 °C	Is	2 °C
«S2» (5 døgn på is, deretter 6 °C)	Is	4–6,5 °C	Is	6 °C
«S3» (8 døgn på is, deretter 4 °C)	Is	4–6,5 °C	Is**	4 °C**

*Fileteringstidspunkt

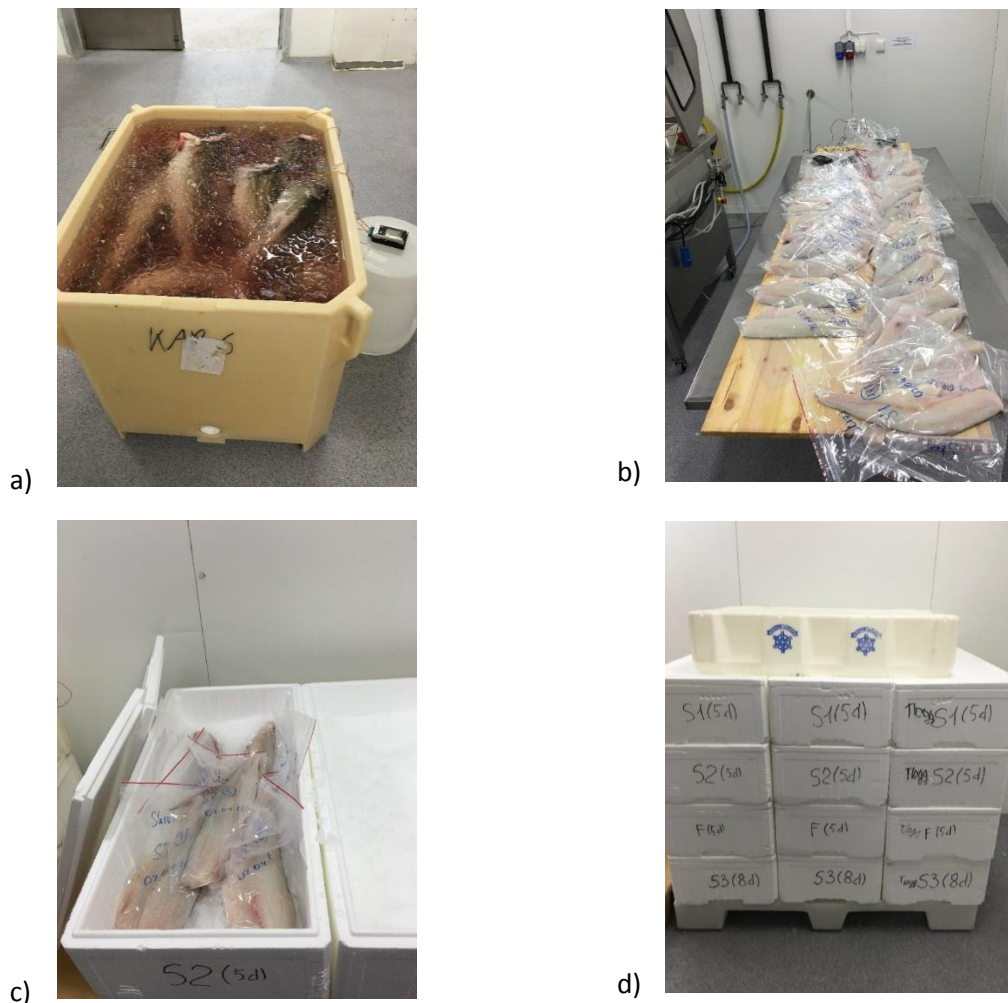
** Lagres i 8 døgn på is, deretter 4 døgn på 4 °C

*** Basert på temperatur måling i supermarkeder i Tyskland

**** 293 timer tilsvarer 12 døgn

Fredag 1. april 2016, ble det hentet skrei fra Kvaløyvågen fiskemottak på Kvaløya. Fisken var fangstet med snurrevad på Malangsgrunnen kl. 09:00 og 12:00. Fangsten var på cirka 9 tonn, og fisken ble lagret i is og vann. Fisken ble landet kl. 15:00, og det ble tatt ut 50 skrei på 2–3 kg fra begge fangstene. Skreien var bløgget og hodekappet. Den generelle kvaliteten på fisken ble vurdert å være god. Ved henting ble temperaturen målt ved ryggbeinet (i kjernemuskel) og rett under skinnet (Vedlegg 3). I gjennomsnitt var temperaturen ved ryggbeinet og rett under skinnet henholdsvis 1,03 og 1,33 °C. Skreien ble deretter lagt i fiskekasser og iset. Kassene ble pakket i plast for ekstra beskyttelse under transporten til Nofima. Total transporttid var på cirka 45 minutter. Etter ankomst Nofima, ble fisken overført til kar med isvann (Bilde 6, a). Temperaturen ble logget etter at den ble overført til karet. Etter 24 timers lagring i karet ble fisken filetert, pakket i plastposer (m/zip lock) (Bilde 6, b) og fordelt i de ulike gruppene (Tabell 1), lagret ved 5–6 °C i 40 minutter (for å gjenta observert temperaturøkning under prosessering), og iset i kasser (Bilde 6, c). Alle filetene var med skinn. For hver gruppe ble temperaturen i 2 fileter logget hver 30 minutt gjennom hele lagringsperioden på 11 døgn (det vil si totalt 12 døgn, der skreien var hel det første lagringsdøgnet, og den resterende lagringstiden på 11 døgn som fileten). To temperaturfølere ble plassert rett under skinnet, mens to temperaturfølere ble plassert i senter av loinsen. For å sikre god kontakt mellom kjølemediet og filetene, ble luften i posene klemt ut før de ble lukket. I isoporkassene ble det først lagt et lag med is i bunnen, deretter ble 5 fileter fordelt utover

dette laget. Filetene ble deretter dekket av is, før lokket ble satt på. Kassene ble lagret på kjølerom i islagringsperioden som varte i 5 og 8 døgn.



Bilde 6 Lagring av skrei i kar med isvann (a), fileter i poser rett etter filetering (b), fileter fordelt i kasse med is (c) og isoporkasser med islagret fileter (d).

Etter 5 døgn islagring ble gruppene «F», «S1» og «S2» overført til klimaskap (Binder, GmbH, Tuttlingen, Tyskland) og lagret ved hhv 4,2 og 6 °C (Tabell 1) for de resterende 6 lagringsdøgnene. Dette for å simulere transporttid til kontinentet og ulike lagringsvilkår i butikkenes kjøledisker. Gruppe «S3» ble lagret 8 døgn på is før lagring ved 4°C i de resterende 3 døgn. Dette er for å simulere de tilfeller der eskene med fileter blir stående 3 døgn ekstra hos grossist før salg i butikk.

Gjennom lagringsperioden ble det observert væskeansamling i posene. Væsken ble fjernet regelmessig for å unngå en eventuell negativ innvirkning på filetkvaliteten. Ved pakking av skreifileter for eksport legges et lag med plast mellom filetene og isen. Væskeansamling er derfor ikke en relevant problemstilling for disse produktene.

4.4.1 Vurdering av lukt

Filetkvaliteten ble vurdert med hovedvekt på lukt (Bilde 7). Begrunnelsen for dette er at lukt og luktutvikling har en klar sammenheng med temperaturhistorikk. Lukt kan knyttes direkte til

forringelsesprosesser i fiskemuskelen da det i hovedsak er flyktige nitrogenforbindelser som frigis gjennom lagring. Lukten ble vurdert etter en skala fra 0 til 3:

0 = Frisk lukt av sjø, blodfersk
1 = Nøytral
2 = Fiskelukt
3 = Ammoniakk, sur

Den endelige verdien ble beregnet som et gjennomsnitt av karakterene gitt av tre dommere for hver gruppe med fileter.



Bilde 7 Vurdering av lukt på skreifileter som er lagret under kontrollerte betingelser ved Nofima.

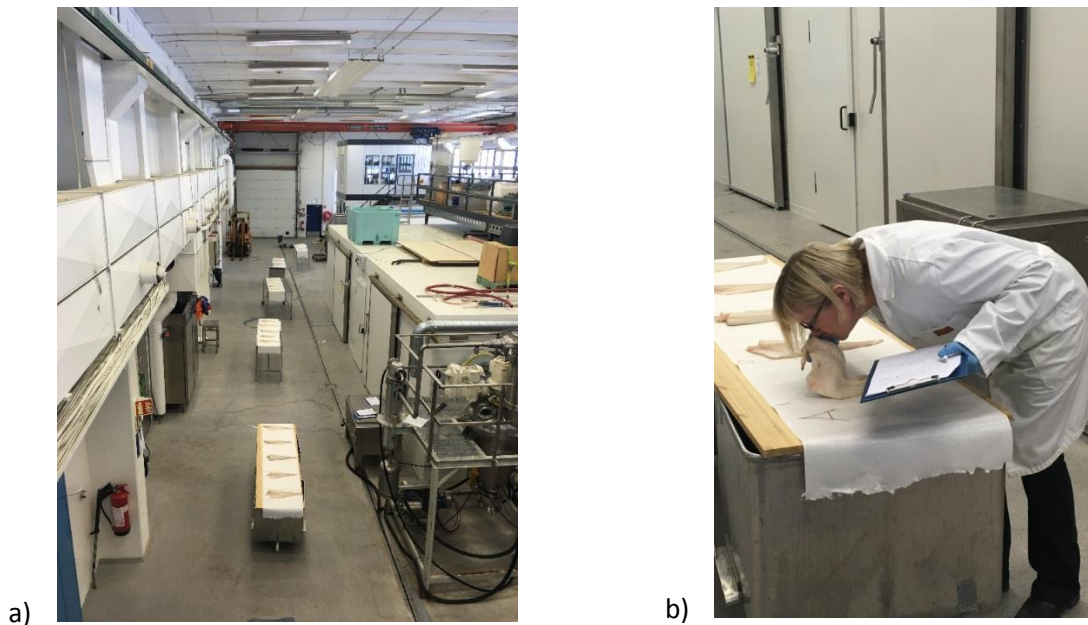
Vurdering av lukt ble gjennomført etter 7, 10 og 12 lagringsdøgn etter fangst (det vil si 6, 9 og 11 dager etter filetering) av tre uavhengige trente dommere. Før hver sensorisk vurdering ble filetene temperert til cirka 6–7 °C, det vil si filetene ble tatt ut av posene, lagt på bord i romtemperatur i cirka 20 minutter. før vurdering. Dommerne ble ikke gitt informasjon om verken lagringsbetingelser eller lagringstid. Til sammen 5 fileter fra hver gruppe ble vurdert hver gang. Etter vurderingen ble filetene tatt ut av forsøket, og nye fileter ble vurdert etter henholdsvis 10 og 12 lagringsdøgn.

4.4.2 Sensorisk vurdering utført av næringsaktører

Etter lagring i 12 døgn (1 døgn som hel, og 11 døgn som filet) ble filetene fra alle lagringsbetingelsene vurdert av næringsaktører (Bilde 8). Før vurderingen ble filetene fordelt på 5 bord (Bilde 8, a), tilsvarende antall lagringsforsøk (Tabell 1). Filetene ble vurdert uten at det ble gitt noe informasjon om verken tid eller temperatur på forhånd.

For hver gruppe fileter (bord) ble næringsaktørene bedt om å foreta en helhetsvurdering av filetene der karakteren 7 tilsvarte meget dårlig kvalitet, og karakteren 1 tilsvarte meget god kvalitet. Det ble ellers ikke gitt noen føringer på hvordan filetene skulle vurderes.

Vurderingene ble gjort individuelt, det vil si filetene på hvert bord ble vurdert av en og en næringsaktør om gangen (Bilde 8, b). Dette ble gjort for å unngå en eventuell påvirkning i vurderingen.



Bilde 8 Vurdering av skreifilet. Fordeling av fileter på bord (a), vurdering av skreifileter (b).

I tillegg til å vurdere skreikvaliteten fikk næringsaktørene 2 spørsmål de skulle besvare. For hver gruppe med fileter, ble de bedt om å svare «ja» eller «nei» på følgende spørsmål:

Spørsmål 1: «Synes du filetene har en akseptabel kvalitet for salg i butikk?»

Spørsmål 2: «Ville du spist denne fileten selv?»

4.5 TVN analyser

I lagringsforsøket ble prøver til TVN analyse tatt ut etter 7, 10 og 12 lagringsdøgn for alle gruppene (Tabell 1) og frosset ned til $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ fortløpende. Deretter ble alle prøvene tint samtidig for TVN analyse. TVN innholdet ble bestemt ved å bruke en mikrodifusjonsmetode (Conway og Byrne, 1933). Prinsippet for metoden er å ekstrahere de flyktige nitrogenforbindelsene fra prøvematerialet med en sur deproteiniseringsreagens, trikloreddiksyre. Deretter tilsettes en base for å frigjøre de flyktige forbindelsene til en $\text{pH} > 12$. De flyktige nitrogenforbindelsene diffunderes så over i en borsyreløsning som deretter tilbaketitreres til opprinnelig pH med svovelsyre av lav konsentrasjon.

5 Resultater, diskusjon og konklusjon

5.1 Råstoff til bedrift

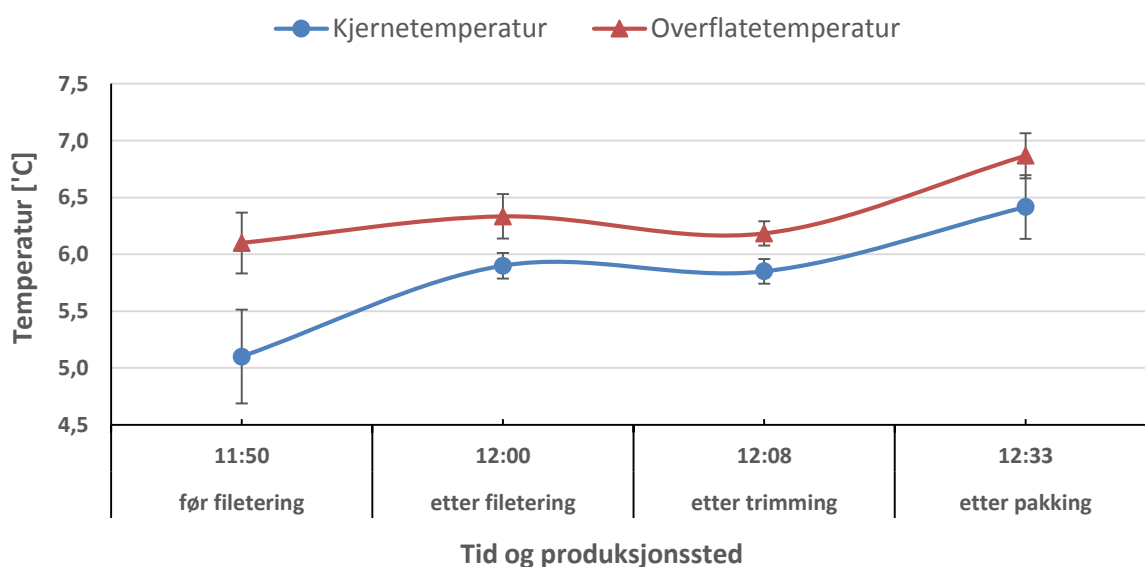
Båtene som gikk ut på feltet dagen før forsøket, hadde ikke is med om bord. Dette skyldtes at ismaskinen var i ustand. På selve fangstdagen varierte lufttemperaturen mellom 2 og 5 °C.

På bedriften ble fangstene fra 3 ulike redskap (snurrevad, line og juksa) blandet, antatt alder på fisken ved landing er 4 timer. Temperaturen i fisken rett etter landing var 4,6 °C. Denne målingen ble gjort av bedriften. Sløyd fisk (med hode) ble lagret i 500 L kar med RSW vann (0–2 °C) på kjølerom. Fisken ble vurdert å være av en generell god kvalitet og den kan betegnes som en normalfangst.

Tiden fra landing til prosessering var på cirka 18 timer. Før skjæring i filetmaskin ble fisken oppbevart i bulk tank med ferskvann, temperaturen i ferskvannet var på cirka 5 °C.

5.2 Temperaturstudier i bedrift

Det ble målt temperatur både i overflate og i kjerne på fisken før filetering, etter filetering, etter trimming og rett etter pakking (Figur 1).



Figur 1 Temperaturutvikling i kjerne og på overflate av skrei fra før filetering til etter pakking. Temperaturen viser gjennomsnittet av 6 målinger. Vertikale barer i hvert målepunkt viser \pm standardfeil(variasjonen).

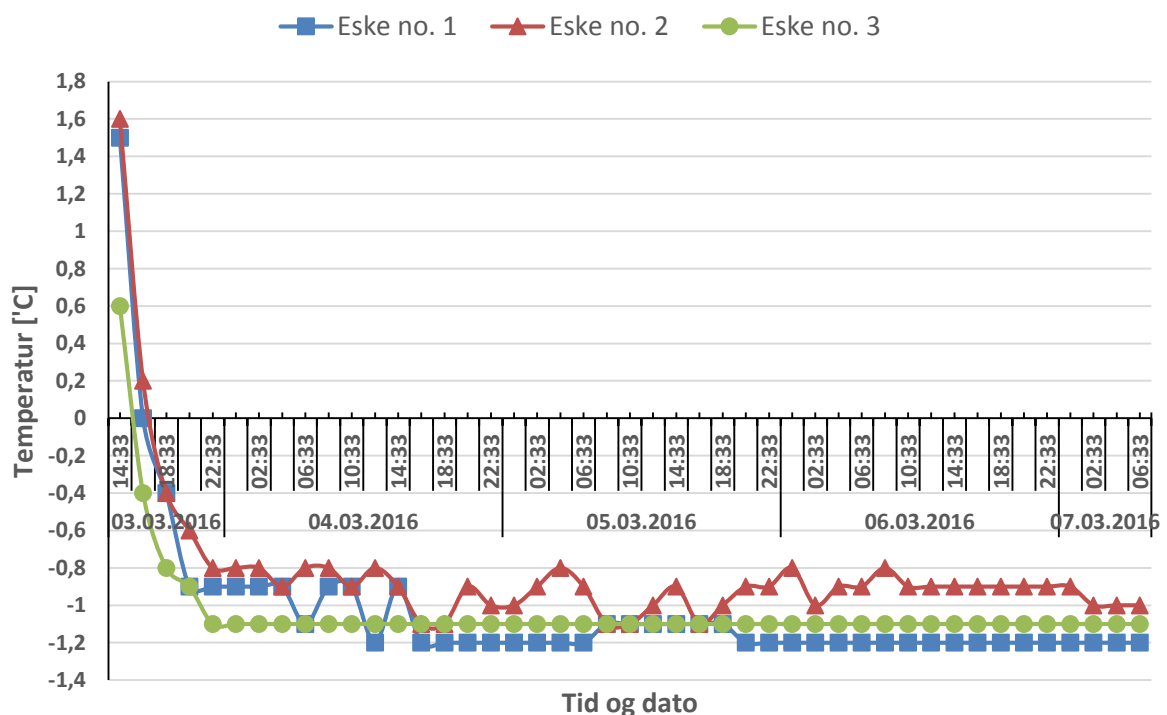
Kjernetemperatur ble målt ved å stikke måleren inn i tykkfisken, mens overflatetemperaturen ble målt ved å plassere temperaturmåleren like under skinnen på fisken. For å kunne måle temperaturen under skinnen før filetering, ble det på forhånd laget et lite snitt i skinnen med en steril skalpell. Det ble tilsammen målt temperatur i 6 fisk før filetering. Overflatetemperaturen før filetering varierte mellom 5,1 og 6,9 °C mens kjernetemperatur var fra 3,1 til 5,7 °C (Vedlegg 1). Etter filetering varierte kjernetemperaturen fra 5,6 til 6,3 °C og overflatetemperaturen varierte mellom 5,6 til 7,0 °C. Filetene ble plukket ut fra ulike lag i kassen; øverst, i midten og nederst. Etter trimming varierte

kjernetemperaturen i filetene mellom 5,4 og 6,1 °C, mens overflatetemperaturen varierte mellom 5,8 og 6,5 °C. Rett etter pakking varierte kjernetemperaturen mellom 5,7 og 6,4 °C, mens overflate temperaturen varierte mellom 6,5 og 7,4 °C.

Figur 1 viser at temperaturen stiger gjennom prosesseringen. Siden fisken ikke var kjølt i is etter landing frem til prosessering var temperaturen i overflaten på fisken cirka 6 °C før filetering. På dette tidspunktet var temperaturen i kjernen cirka 1 °C lavere. Men rett etter filetering (cirka 10 minutter senere) hadde temperaturen i kjernen steget med cirka 1 °C til rett i underkant av 6 °C. Etter trimming ble det registrert at temperaturen hadde sunket noe, men rett etter pakking var gjennomsnittlig overflatetemperatur på cirka 6,9 °C, mens kjernetemperaturen var noe lavere. Dette viser at starttemperaturen i fisken før prosessering legger klare premisser for slutttemperaturen etter endt prosessering.

5.3 Temperaturprofil fra bedrift i Norge til grossist i Bremerhaven

Temperaturen i filetene i eske 1, 2 og 3 ble målt fra pakking på bedrift i Norge til ankomst grossist i Bremerhaven (Figur 2).



Figur 2 Kjernetemperatur i skreifilet i eske 1, 2 og 3 gjennom transport fra bedrift i Norge til grossist i Bremerhaven. Eske nr. 1 hadde 2 eksponeringssider, Eske nr. 2: 3 eksponeringssider, Eske nr. 3: 1 eksponeringsside.

Registrert temperatur ved oppstart var cirka 1 °C, dette skyldes at temperaturloggerne ikke målte temperaturen de to første timene etter at de ble slått på. Likevel viser dette at temperaturen sank fra en kjernetemperatur på cirka 6,5 °C (Figur 1) til cirka 1 °C i løpet av 2 timer. I løpet av transportperioden var temperaturen under 0 °C for filetene i alle tre eskene, men det var forskjeller i temperatur mellom eskene.

Eske nr. 2 hadde tre eksponerings sider og kjernetemperaturen i skreien fra denne esken hadde den høyeste temperaturen gjennomsnittstemperaturen på $-0,92$ °C (standardavvik på 0,09). Figuren viser at kjernetemperaturen i fileten fra denne esken også varierte mest sammenlignet med temperaturene i fileter lagret i eske 1 og 3. Eske nr. 3 hadde kun 1 eksponeringsside og gjennomsnittstemperaturen i denne fileten var på $-1,10$ °C (standardavvik på 0), og hadde dermed den laveste og mest stabile temperaturen gjennom transporten. Eske nr. 1 hadde 2 eksponeringssider, og hadde en gjennomsnittstemperatur på $-1,13$ °C (standardavvik på 0,11). Dette viser at eskene med 2 og 3 eksponeringssider hadde større variasjon i filetenes kjernetemperatur sammenlignet med fileter som lå i esken som kun hadde en eksponeringsside i pallen. Likevel, så lenge filetenes kjernetemperatur var lavere enn 0 °C er det tilfredsstillende.

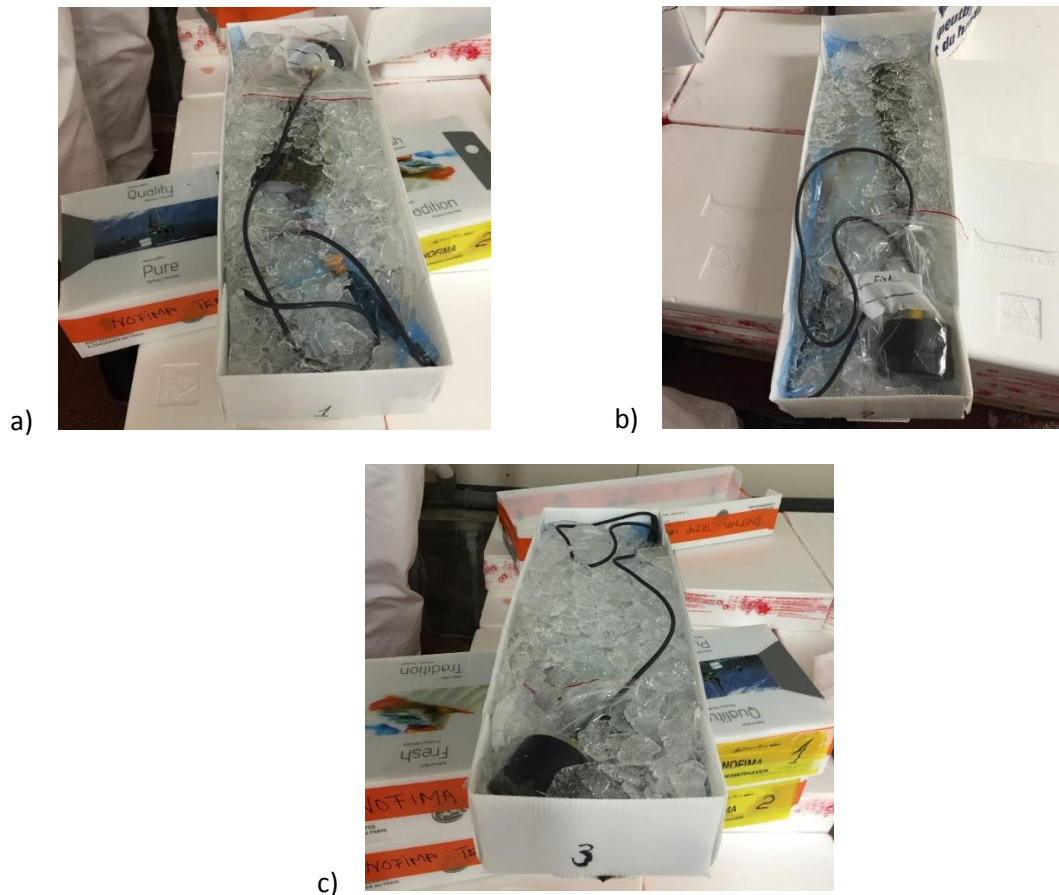
Ved å sammenligne grad av ismelting i eskene etter ankomst grossist i Bremerhaven (Bilde 9), vises det en klar sammenheng mellom plassering på pallen, det vil si grad av eksponering og ismelting. Eske nr. 2 med tre eksponerings sider hadde minst is igjen, mens eske nr. 3 med kun en eksponeringsside hadde mest is igjen. Generelt så er det slik at så lenge det er is igjen i esken, er produktet tilstrekkelig nedkjølt.

Alle tre eskene hadde tilnærmet lik andel is ved pakking (Vedlegg 2). Under transporten ble pallene med skreifilet oppbevart i kjølecontainer som holdt $3-4$ °C.

5.4 Temperatur i skreifilet etter ankomst Bremerhaven, Tyskland

Eskene med skreifilet ble vurdert like etter ankomst grossist i Bremerhaven. I eske nr. 1 var en del av isen smeltet (Bilde 9) a) og det var tilsynelatende mindre is sammenlignet med eske nr. 3 (Bilde 5, c). Imidlertid, mengden is var fortsatt tilstrekkelig. Dette kan forklares med at eske nr. 1 var plassert midt i pallen, med en kortside og en langside eksponert (Bilde 4). Eske nr. 2 hadde minst is, og deler av skreifilet var uten is (Bilde 9, b). Denne esken var plassert øverst på pallen og hadde dermed tre eksponerings sider (Bilde 4). Plasseringen på pallen medførte derfor en betydelig ismelting i eske nr. 2.

Eske nr. 3 inneholdt mest is ved ankomst til grossisten (Bilde 9, c). Den store mengden is kan forklares ved at denne esken var plassert midt i pallen (Bilde 4) der kun den ene kortsidan av esken ble eksponert overfor omgivelsene.



Bilde 9 Eske nr. 1 (a), 2 (b) og 3 (c) etter ankomst grossist i Bremerhaven (4 døgn etter pakking på bedrift i Norge).

5.5 Temperatur i skreifilet hos detaljister i Hamburg

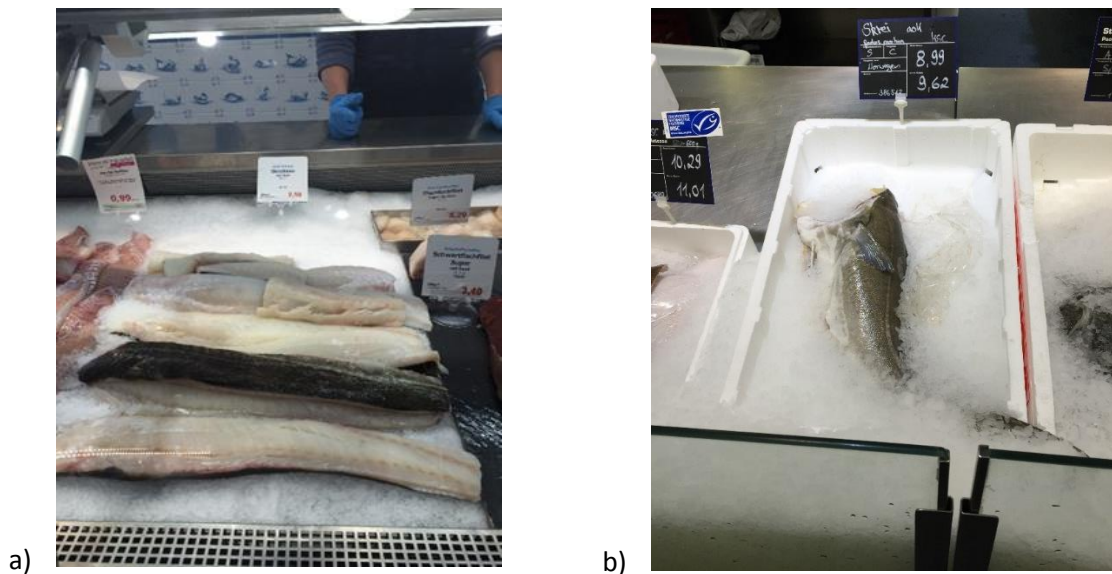
Skreifileter ble kjøpt inn fra detaljister i Hamburg. Rett etter innkjøp ble filetens kjernetemperatur målt, og det ble i tillegg foretatt en enkel kvalitetsvurdering ved innkjøpstidspunktet (Tabell 2).

Tabell 2 Skreifilet med kvalitetsmerke kjøpt hos detaljist i Hamburg. Kjernetemperatur i skreifilet rett etter innkjøp, rett før infrysing og kvalitetsvurdering.

	Kjernetemperatur ved innkjøp (°C)	Kjernetemperatur ved infrysing (°C)	Kvalitet ved innkjøpstidspunktet
Butikk 1 (dag 1)	5,4	-0,5	En del fiskelukt, litt bløt konsistens
Butikk 1 (dag 2)	3,3	-0,9	En del fiskelukt, litt bløt konsistens
Butikk 2	2,0	-0,9	Nøytral lukt, fast konsistens
Butikk 3	4,2	1,3	Litt fiskelukt, fast konsistens
Butikk 4	1,6	-0,3	Litt fiskelukt, ganske fast
Butikk 5	7,0	0,5	Ganske nøytral lukt, fast konsistens
Gjennomsnitt	3,9	-0,1	

Resultatene viste at kjernetemperaturen i filetene i kjøpsøyeblikket varierte mellom 1,6 og 7,0 °C, med en gjennomsnittstemperatur på 3,9 °C. Siden alle filetene lå på is i kjøpsøyeblikket, kan utforming av

fiskedisk være en mulig forklaring på den store temperaturvariasjon. Noen fiskedisker hadde glassvegg i front, mens andre diskere hadde en glassvegg fremfor og over fisken (Bilde 10).



Bilde 10 En fiskedisk med glassvegg foran og over fisken (a), og en fiskedisk med lav glassvegg foran fisken (b). Bildet til venstre er også et eksempel på hvordan filetene presenteres i fiskedisken.

Et annet moment som kan ha påvirket temperaturen var at i enkelte fiskedisker var filetene stablet i flere lag (Bilde 10, a). Dette medførte en avstand mellom kjølemediet, isen og den øverste fiskefileten, og dermed en langt lavere kjøleeffekt av isen. Etter hvert som filetene ble kjøpt inn, ble de lagret i en kjølebag med fryseelementer i opptil 1,5 timer. Rett før innfrysing var gjennomsnittstemperaturen på filetene $-0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Tabell 2), noe som viser at det var en tilfredsstillende kjøling fra filetene ble kjøpt inn, til de ble fryst inn. Kvalitetsvurderingen av skreifiletene viste at kvaliteten generelt var god, med et mulig unntak for butikk 1.

5.6 Temperatur i skreifilet hos detaljister i Tromsø

Skreifileter ble kjøpt inn fra detaljister i Tromsø. Rett etter innkjøp ble filetenes kjernetemperatur målt, og det ble i tillegg foretatt en enkel kvalitetsvurdering ved innkjøpstidspunktet (Tabell 3).

Tabell 3 Kjernetemperatur i skreifilet hos detaljist i Tromsø rett etter innkjøp og rett før innfrysing. Det ble foretatt en enkel kvalitetsvurdering av filetene like før innfrysing. Fiske fra butikk 1, 3 og 4 var vakuumpakket, mens fisk fra butikk 2 var uemballert. Fileter i butikk 2 var stablet i en pyramide.

	Kjernetemperatur ved innkjøp (°C)	Kjernetemperatur ved innfrysing (°C)	Kvalitet ved innkjøpstidspunktet
Butikk 1	6,7	1,2	Kraftig fiskelukt, fin konsistens, hvit farge. Merket med 11 dager holdbarhet, kjøpt dagen før siste forbruksdag.
Butikk 2	9,1	3,0	Litt fiskelukt/ganske nøytral lukt, fin konsistens, hvit farge. Ukjent holdbarhet og alder.
Butikk 3	2,1	0,8	Litt fiskelukt/sjøluk, fin konsistens, hvit farge. Merket med 10 dager holdbarhet, kjøpt 2 dager før sist forbruksdag.
Butikk 4	9,3	4,1	Sterk lukt av ammoniakk/kloakk, kraftig spalting, gulhvitt farge. Råtten. 11 dager holdbarhet. Kjøpt siste forbruksdag.
Gjennomsnitt	6,8	2,3	

Resultatene viste at kjernetemperatur ved innkjøp varierte mellom 2,1 og 9,3 °C, med en gjennomsnittstemperatur på 6,8 °C (Tabell 3). En mulig forklaring på den store temperaturvariasjonen er ulik utforming av kjølediskene. Kjøledisker som var åpen i front hadde en høyere kjernetemperatur i fisken (Bilde 11, a) sammenlignet med fisk i fiskedisker som hadde kanter av glass (Bilde 11, b).



Bilde 11 Skreifilet i «åpen» fiskedisk (a) (butikk 4) og fiskedisk med glassvegg foran skreifiletene (b) (butikk 1).

Fiskedisken i butikk nr. 4 viste 4 °C i displayet og skreifiletene fra denne disken var på 9,3 °C. Skreifilet som var kjøpt inn fra butikk nr. 3 var på 2,1 °C, mens displayet viste 1 °C. Dette kan tyde på at temperaturdisplay i butikk nr. 4 ikke var korrekt. Det presiseres at dette kun er punktobservasjoner, og at disse observasjonene ikke nødvendigvis gir et korrekt bilde av temperaturbetingelsene i fiskediskene i Tromsø gjennom hele skreisesongen. For å få et mere helhetlig bilde av temperaturbetingelsene bør det derfor foretas observasjoner i flere fiskedisker over en lengre periode i skreisesongen. Filetene var merket med at de skulle oppbevares enten ved 0–2 °C eller 0–4 °C.

De innkjøpte skreifiletene ble lagret i opptil 65 minutter på is. Da var gjennomsnittstemperaturen i filetene på 2,3 °C, noe som viser at det var en rask og effektiv kjøling ved å legge filetene på is.

Kvalitetsvurderingen av skreifiletene viste at kvaliteten var svært varierende (Tabell 3). To av filetene hadde en god kvalitet, mens de to øvrige filetene ble vurdert å være av dårlig eller svært dårlig kvalitet. Den dårligste skreifiletene hadde svært dårlig kvalitet og må betegnes som uegnet som menneskemat. Det ble tatt ut prøver til TVN analyse av alle filetene.

5.7 Kontrollert lagringsforsøk

5.7.1 Temperatur

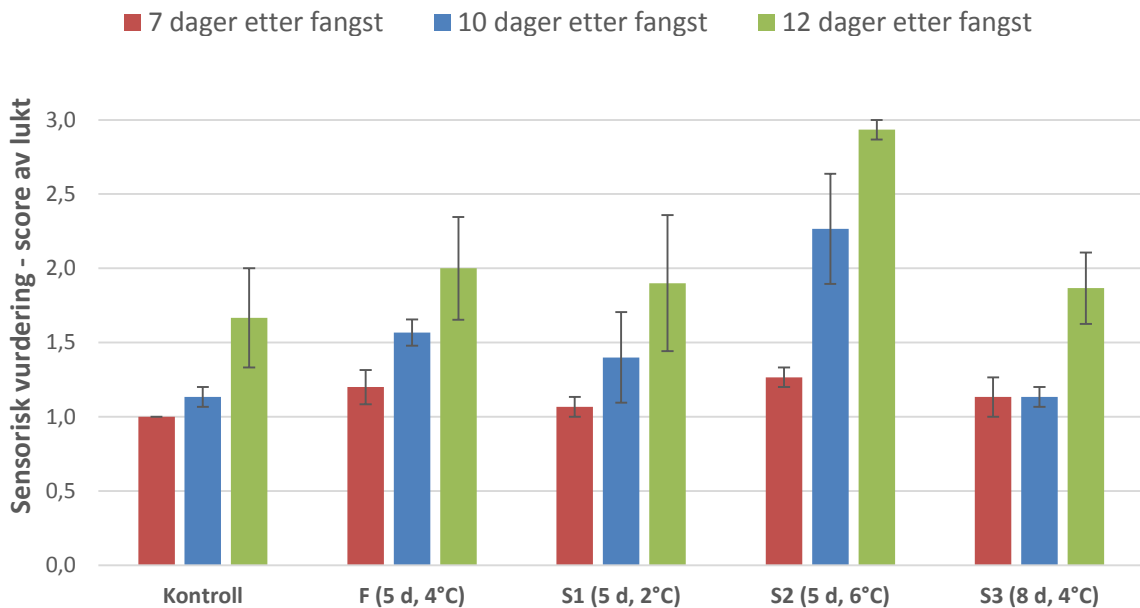
I det kontrollerte lagringsforsøket ble det kjørt 5 forsøk med ulike tid- og temperaturkombinasjoner. Temperaturen ble logget både i produktet og i luften (omgivelsene). Temperaturen i hel sløyd skrei ble målt ved henting av fisken i Kvaløyvågen (Vedlegg 3). Temperaturforløpet i det første døgnet som hel sløyd skrei ble målt (Vedlegg 4), før fisken ble filetert og lagret ved ulike tid- og temperaturkombinasjoner. Temperaturforløpet for fisk i forsøk «K», «F», «S1», «S2» og «S3» (Tabell 1) er vist i vedleggene 5, 6, 7, 8 og 9. Ingen vesentlige temperaturavvik ble observert i lagringsperioden.

5.7.2 Mellomlagring

Bilde 1a og 6a viser at fisken ble mellomlagret i vann med blod. Mellomlagringen varte i 1 døgn. Det er i tidligere forsøk ved Nofima undersøkt hvilken betydning lagring av sløyd hodekappet torsk i forurenset vann har sammenlignet med lagring i rent vann (Tobiassen et al., 2016). Sløyd hodekappet torsk ble lagret i henholdsvis forurenset og rent vann i 24 timer ved 4 °C, deretter ble fisken lagret på is i 10 døgn. Mikrobiologiske resultater viser at det ikke var noen forskjell mellom gruppene etter denne lagringsperioden. Det ble imidlertid observert sensoriske forskjeller der snittflatene til fisk lagret i forurenset vann var misfarget mens fisk lagret i rent vann ikke hadde en tilsvarende misfarging. I dette forsøket ble det for øvrig undersøkt betydningen av lagringstemperatur i forhold til forurenset / rent vann. Konklusjonen er at temperaturen i vannet har større betydning for holdbarheten på fisken enn om vannet er forurenset eller ikke. Fisken som ble brukt i dette prosjektet ble vurdert å være av god kvalitet, dvs. fisken var fra en normalfangst. Derfor er råstoffet som ble brukt i dette forsøket å anse som representativ for kvaliteten en kan forvente seg ved produksjon av skreifilet. Fisk fra prosjektets første del ble for øvrig eksportert til Tyskland under kvalitetsmerket Skreifilet.

5.7.3 Trente dommere – vurdering av lukt på skreifilet

I det kontrollerte lagringsforsøket ble filetene vurdert på lukt etter 7, 10 og 12 dager, det vil si etter 6, 9 og 11 dager som filet (Figur 3). Filetene fra alle gruppene ble vurdert hver gang.

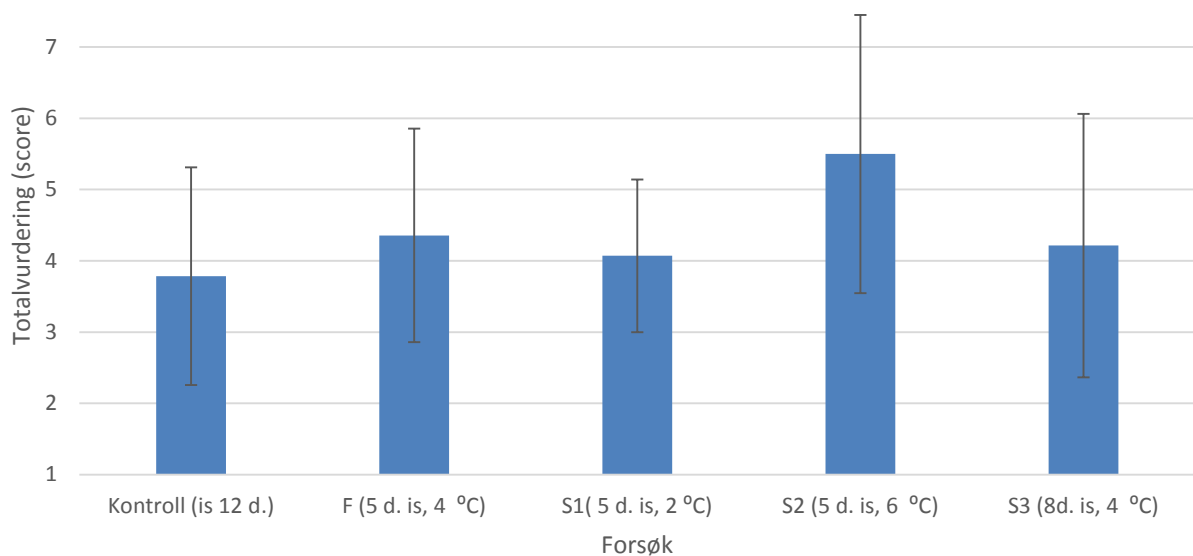


Figur 3 Vurdering av lukt på fileter 7, 10 og 12 dager etter fangst (tilsvarende 6, 9 og 11 dager etter filetering). Alle filetene var med skinn. Karakteren «0» er frisk lukt av sjø, blodfersk, «1» er nøytral, «2» er fiskelukt og «3» er ammoniakk/sur. Score for lukt er et gjennomsnitt fra 3 dommere. Vertikale strek viser variasjonen (standardavvik).

Det er ikke definert noen eksakt forkastningsgrense for avvikende lukt på fileten, men når fisken begynner å bli sur og får ammoniakk lukt er produktet å anse som ikke akseptabelt. Kontrollfiletene («Kontroll») var lagret på is gjennom hele lagringsperioden, og hadde dermed de beste lagringsbetingelsene sammenlignet med de øvrige gruppene. Selv ved optimale lagringsbetingelser stiger karakteren til 1,7 etter 12 døgn. Filetene i de øvrige gruppene hadde ulike grad av forhøyet temperatur etter 5 og 8 døgn på is (Tabell 1). Sammenlignet med kontrollgruppen hadde de andre gruppene en høyere gjennomsnittlig score på lukt ved alle prøvetidspunktene med unntak av «S3». Dette er som forventet siden «S3» fremdeles var lagret på is ved den første vurderingen på dag 7. På dag 10 var den en klar sammenheng mellom lagringstemperatur og score for lukt. På dag 12 var score for lukt enda høyere, men forskjellene mellom «F», «S1» og «S3» var noe mindre på dette tidspunktet sammenlignet med vurderingen på dag 10. Filetene som var lagret ved 6 °C etter 5 døgn lagring på is («S2»), fikk den høyeste scoren på lukt på alle prøvetidspunktene, dvs. etter 7, 10 og 12 døgn lagring.

5.7.4 Næringsaktører – vurdering av skreifilet

På siste lagringsdøgn, dvs. døgn 12, ble skreifiletene vurdert av næringsaktører (Figur 4). Næringsaktørene fikk i oppgave å foreta en totalvurdering av filetene, og det ble ikke gitt noen konkrete føringer i hvordan vurderingen skulle foregå.



Figur 4 Totalvurdering av skreifilet foretatt av næringsaktører. Vurderingene er på dag 12, det vil si 11 dager etter filetering. Filetene er vurdert etter en skala fra 1 til 7, der karakteren «1» er «meget god kvalitet», og karakteren «7» er «meget dårlig kvalitet». Standardavvik er vist som vertikale strek.

Figur 4 viser at det er en sammenheng mellom lagringstemperatur og score på totalvurdering, noe som samsvarer med luktvurderingene av filetene (Figur 3, grønne søyler). Variasjonen i vurderingene var store, noe som vises ved et høyt standardavvik (sorte vertikale strek på søylene). Stor variasjon kan skyldes ulike måter å vurdere filetene på. Noen luktet på filetene, mens andre la større vekt på å vurdere utseende eller andre egenskaper. Dette var som forventet siden det ikke ble lagt føringer på hvordan vurderingen skulle gjennomføres.

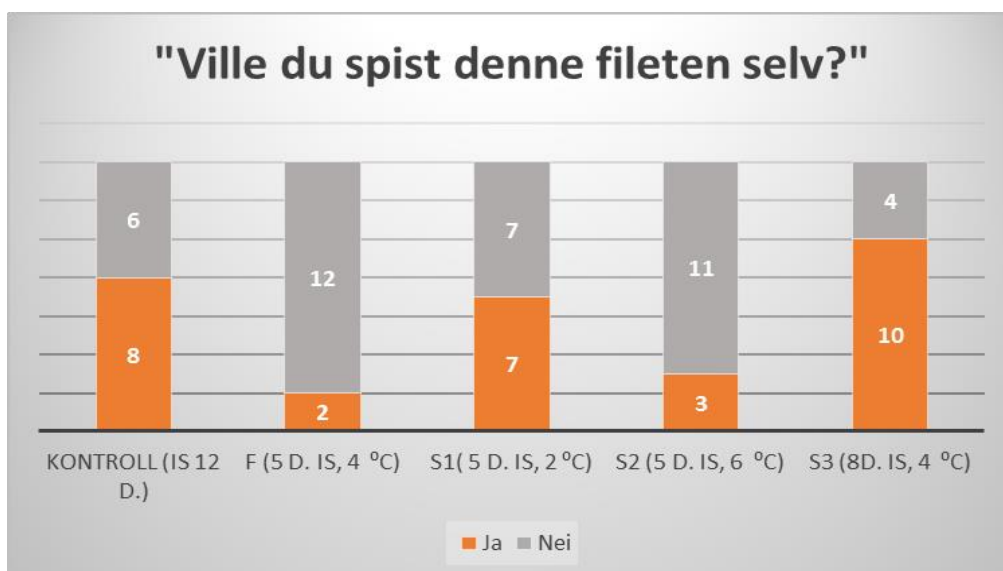
For hver gruppe med fileter, fikk næringsaktørene i tillegg 2 spørsmål. Spørsmål 1 var «Synes du filetene har en akseptabel kvalitet for salg i butikk?». Svarene fra alle filetgruppene er vist i Figur 5. Til sammen 14 besvarte spørsmålene, og summen av antall svar er derfor likt for alle filetgruppene.



Figur 5 Antall næringsaktører som «synes filetene hadde en akseptabel kvalitet for salg i butikk» / «ikke hadde en akseptabel kvalitet for salg i butikk».

Fileter som var lagret likt med den som ble produsert i bedriften (F) og fileter som var lagret ved 6 °C etter 5 døgn på is fikk flest «nei», mens kontrollprøvene som var lagret på is i 12 døgn fikk flest «ja». I «midten» med nest flest «ja» kommer fileter som var lagret på henholdsvis 2 og 4 °C etter henholdsvis 5 og 8 døgn på is. Med unntak av F filetene, så viser svarene at det er sammenheng med totalvurderingene av filetene (Figur 4).

Det neste spørsmålet var; «Ville du ha spist denne fileten selv?». Responsen på dette spørsmålet er vist i Figur 6.



Figur 6 Antall næringsaktører som «ville spist filetene selv»/«ikke ville spist filetene selv» fra de ulike lagringsbetingelsene.

Her var det en mindre klar sammenheng mellom lagringsbetingelser og forventet svar. Eksempelvis ville flere ha spist filetene som var lagret 8 døgn på is, og 4 dager på is («S3») sammenlignet med fileter

som hadde vært lagret på is gjennom hele lagringsperioden (kontrollprøvene). Videre var det flere som ikke ville ha spist fileter som var lagret på 4 °C (F) sammenlignet med fileter som hadde vært lagret på 6 °C («S2»). Fileter i gruppe «S3» (8 døgn på is, deretter 4 °C) fikk 10 «ja», mens kontrollprøvene som hadde vært lagret på is i 12 døgn fikk 8 «ja». Færrest «ja» fikk F-gruppen med 2 stykker, mens filetene som var lagret på 6 °C («S2») fikk 3 «ja». Hele 10 stykker ville spist fisken i gruppe «S3», mens 7 stykker ville spist fisken fra gruppe «S1».

Ideelt sett burde det vært samsvar mellom resultatene i Figur 5 og Figur 6. Ved å sammenligne resultatene for kontrollfiletene (venstre søyle i Figur 5 og Figur 6) er det 11 stykker som vurderer kvaliteten som akseptabel for salg mens det kun er 8 stykker som vil spise fileten selv. For de øvrige gruppene var det små variasjoner.

5.7.5 TVN i skrefileter (gjennom distribusjon, hos detaljister og fra kontrollert lagringsforsøk)

Prøver til TVN analyser ble frosset inn på -18 °C suksessivt gjennom prosjektet. Prøvene ble fraktet samlet i en isoporeske med fly fra Nofima Tromsø til Bergen for analyse ved BioLab Nofima i Bergen. Total transporttid var på 7 timer, og lufttemperaturen i isoporesken var på -4 til -6 °C i løpet av transportperioden. Etter ankomst BioLab, ble prøvene plassert på fryselager umiddelbart.

Før pakking på bedrift, ble prøver tatt ut av fileter i hver av eskene. Etter ankomst ble det tatt en ny prøve fra samme filet fra hver eske (Tabell 4).

Tabell 4 Nivåer av TVN (mg N per 100 g produkt) i filet før pakking i Norge, og etter 5 døgn transport til Tyskland.

	Før pakking (bedrift i Norge)	Etter ankomst Bremerhaven
Eske 1	11	12
Eske 2	10	13
Eske 3	11	13

Selv med en temperaturstigning gjennom prosessering som resulterte i en slutt temperatur på 6,5 – 7 °C (Figur 1), ga ikke dette noe utslag på TVN verdiene i filetene før pakking (Tabell 4). Dette har mest sannsynlig sammenheng med at tiden ved denne temperaturen var kort, det vil si cirka 40 minutter. I den følgende transportetappen på is til Bremerhaven, økte heller ikke nivået noe vesentlig. Selv med økt issmelting i eske nr. 2 (Bilde 9, b), var ikke TVN nivået høyere for denne fileten sammenlignet med TVN nivået i filetene fra eske 1 og 3. Dette viser at selv med issmelting, har ikke dette noen innvirkning på TVN nivået i filetene. Selv om mye av isen i eske nr. 2 var smeltet, var temperaturen i fileten tilstrekkelig lav slik at TVN nivået forble lavt.

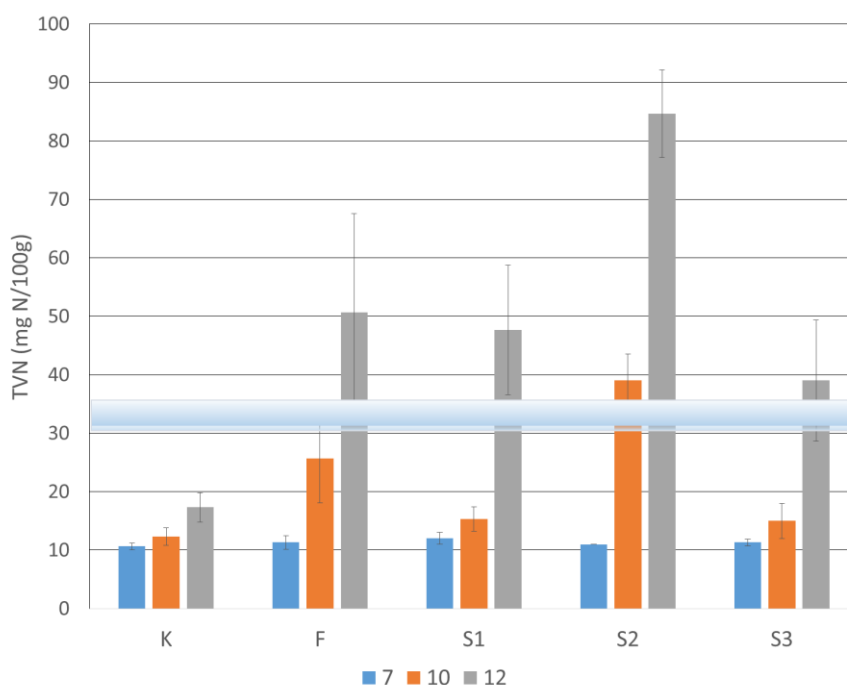
Det ble i tillegg kjøpt filet av skrei i butikker i Hamburg og i Tromsø. Alle filetene ble analysert for TVN (Tabell 5).

Tabell 5 Nivåer TVN (mg N/100 g) i skreifilet som er kjøpt inn fra butikker i Hamburg og i Tromsø. Alle filetene kjøpt inn i Hamburg var uemballerte og lagret på is, mens alle filetene kjøpt inn i Tromsø bortsett fra fileten kjøpt inn fra butikk nr. 2 var emballert og lagret i kjøledisk.

Butikk	Hamburg			Tromsø		
	TVN	°C	Vurdering	TVN	°C	Vurdering
1	14	3,3	En del fiskelukt	100	6,7	Kraftig fiskelukt. Merket med 11 døgns holdbarhet, kjøpt på dag 10
2	11	2,0	Nøytral lukt	10	9,1	Litt fiskelukt
3	26	4,2	Litt fiskelukt	12	2,1	Litt fiskelukt. Merket med 10 døgns holdbarhet, kjøpt på dag 8
4	23	1,6	Litt fiskelukt	114	9,3	Lukt av ammoniakk/kloakk. Merket med 11 døgns holdbarhet, kjøpt på siste forbruksdag
5	9	7,0	Ganske nøytral lukt	-	-	

Skreifilet som var kjøpt i Hamburg var generelt av en god kvalitet (Tabell 2), noe som også underbygges av relativt lave TVN nivå (Tabell 5). Grensen for aksept ligger på 30-35 mg N/100 (Castro *et al.*, 2006), så vår vurdering av lukt på filetene samsvarer bra med de lave TVN nivåene. Skreifilet som ble kjøpt inn i Tromsø, var imidlertid mere variabel med hensyn på lukt (Tabell 3). Skreifilet som var merket med 11 dagers holdbarhet (butikk 1 og 4) hadde TVN nivåer på henholdsvis 100 og 114 mg nitrogen per 100 g produkt, noe som er langt over grensen for hva som er tillatt (Anon, 2010). Mest sannsynlig har dette sammenheng med en manglende kontroll av temperatur i kjølekjeden.

I det kontrollerte lagringsforsøket ble det tatt ut prøver til TVN analyse på døgnet 7, 10 og 12 (tilsvarende etter 6, 9 og 11 døgnet som fileten) fra hver av de 5 gruppene. Resultatene er vist i Figur 7.



Figur 7 Utvikling av TVN i skreifilet som er lagret på is, kontrollfileter («K»), simulert faktisk temperatur i bedrift, 5 døgnet på is, deretter 4 °C («F»), 5 døgnet på is, deretter 2 °C lagring («S1»), 5 døgnet på is, deretter 6 °C («S2»), 8 døgnet på is, deretter 4 °C («S3»). Vertikale strek viser standardavvik, beregnet på 3 parallelle prøver. Horisontalt rektangel viser grense for aksept (Castro *et al.*, 2006).

Gjennom lagringsperioden på 12 døgn var det en økning i TVN nivået for alle gruppene. Kontrollgruppen hadde det laveste nivået TVN på døgn 10 og 12, mens skreifilet som var lagret på 6 °C («S2»), hadde den høyeste verdien for TVN både på døgn 10 og 12.

Skreifilet som var lagret i henhold til observert temperatur gjennom filetering og distribusjon («F») som er 5 døgn på is og deretter 4 °C, viste en raskere økning i TVN nivået på døgn 10 sammenlignet med «S1» som var lagret først 5 dager på is og deretter på 2 °C. På døgn 12 var imidlertid denne forskjellen mere utjevnet. Skreifilet som var lagret 8 døgn på is, før lagring på 4 °C («S3») utviste en seinere utvikling av TVN, spesielt på dag 10. Effekten av å lagre filetene i 8 døgn på is før 4 °C («S3») sammenlignet med 5 døgn på is («F») er tydelig på dag 10 og 12. Dette viser klart gevinsten ved å holde en gjennomgående lav temperatur gjennom hele kjølekjeden helt frem til salgstidspunktet.

Grensen for akseptabel lukt på fisk er på 30–35 mg N/100 g produkt (Castro *et al.*, 2006). Med bakgrunn i dette, er det kun skreifilet som er lagret på is som er holdbar i 12 døgn. Med unntak av gruppe «S2», er skreifiletene fra de andre gruppene holdbare i 10 døgn. Holdbarheten for skreifilet lagret 5 døgn på is, og deretter ved 6 °C («S2»), har en holdbarhet på mellom 7 og 10 døgn. Filetene som ble kjøpt inn i Hamburg og Tromsø, hadde en gjennomsnittskjernetemperatur på henholdsvis 3,9 og 6,8 °C. Temperaturen på 3,9 °C er nærmest forsøk «F» og «S3», noe som tilsvarer en maksimal holdbarhet på 10 døgn. Gjennomsnittstemperaturen på 6,8 °C er nærmest forsøk «S2», noe som tilsvarer en holdbarhet på mellom 7 og 10 døgn. Det er samtidig verdt å merke seg at temperaturvalget på 6 °C («S2»), var cirka 3 °C lavere enn filetenes kjernetemperatur som ble observert i butikk 2 og 4 i Tromsø. Dette innebærer at faktisk holdbarhet sannsynligvis er kortere enn 7 døgn.

Generelt viser resultatene for TVN analysene hvor viktig det er å holde en lav temperatur gjennom hele lagringsperioden. Fra filetering, gjennom hele distribusjonskjeden til butikk er det viktig å holde temperaturen nærmest 0 °C og dette oppnås best ved å bruke is. Så lenge fileten er lagret på is viser resultatene lave TVN nivåer (Tabell 4, Figur 7, kontrollgruppen). Skreifilet som var lagret på is gjennom hele lagringsforløpet på 12 døgn (det vil si første døgn som hel fisk, deretter 11 døgn som filet), viste et TVN nivå på cirka 18 mg N/100 g produkt, noe som er akseptabelt med hensyn på øvre grense på 30 mg N/100 g produkt gitt i forskrift (Anon, 2010) og 30–35 mg N/100 g produkt som er øvre grense for hva som oppfattes som uakseptabelt blant forbrukere (Castro *et al.*, 2006).

5.7.6 Oppsummering av resultater fra kontrollert lagringsforsøk

I det kontrollerte lagringsforsøket ble filetene vurdert av næringsaktører, ansatte ved Nofima i tillegg til at det ble foretatt måling av flyktig nitrogen (TVN). Basert på alle resultatene som er oppnådd i det kontrollerte lagringsforsøket er det gjort en rangering av lagringsbetingelsene fra best til dårligst (Tabell 6).

Tabell 6 Samlet rangering av fileter fra de ulike lagringsforsøkene på døgn 12 (1 døgn som hel fisk, + 11 døgn som filet). Rangeringen er basert på 1) vurdering av lukt utført av trente dommere ved Nofima, 2) næringsaktørers totalvurdering, 3) hvorvidt fileten ble vurdert som akseptabel for salg i butikk, 4) hvorvidt næringsaktør ville spist fileten selv og 5) TVN nivå (mg N/100 g prøve). Lagringsforsøkene var skreifileter 1) lagret på is (K), 2) lagret ved faktisk temperatur i bedrift, 5 døgn på is, deretter 4 °C (F), 3) lagret 5 døgn på is, deretter 2 °C («S1»), 4) 5 døgn på is, deretter 6 °C («S2») og 5) 8 døgn på is, deretter 4 °C («S3»).

Rangering (best – dårligst)	Trente dommere (lukt)	Næringsaktører, totalvurdering	«Akseptabel kvalitet for salg i butikk» (antall «ja»)	«Ville du spist fileten selv?» (antall «ja»)	TVN (dag 12)
1	K	K	K	S3	K
2	S3	S1	S3	K	S3
3	S1	S3	S1	S1	S1
4	F	F	F/S2*	S2	F
5	S2	S2		F	S2

*Delt 4. plass

Uavhengig av vurdering, er fileter lagret på is, det vil si kontrollfiletene rangert som best (Tabell 6). Med unntak av svaret på «Ville du ha spist fileten selv?», kom kontrollfiletene på en 2 plass. Trente dommere ved Nofima vurderte filetene med hensyn på lukt, og resultatene fra denne vurderingen samsvarer med resultatene for TVN verdier (høyre kolonne). Totalvurderingen foretatt av næringsaktørene var også ganske lik vurderingene av lukt og TVN innhold, med unntak av «S1» og «S3» som hadde byttet plass.

Fileter som hadde vært lagret ved 6 °C («S2»), ble rangert som dårligst, med unntak av svaret på spørsmålet «Ville du ha spist denne fileten selv?». Dette viser at lagring ved 6 °C, ble oppfattet som et generelt dårligere produkt sammenlignet med de øvrige filetene i forsøket. Fileter som ble lagret ved faktisk temperatur («F»), ble i gjennomsnitt rangert som nest dårligst. Dette viser et klart holdbarhetspotensiale ved enten å øke tiden på is fra 5 til 8 døgn før lagring ved 4 °C («S3»), eller å lagre ved 2 °C («S1») i stedet for 4 °C («S3»).

5.8 Konklusjon

I dette prosjektet har det vært gjennomført forsøk med skreifilet både ute i felten (bedrift, distribusjon og hos detaljist), og deretter gjennom kontrollerte lagringsforsøk ved Nofima. Konklusjonene fra arbeidet er derfor delt i to bolker:

5.8.1 Kartlegging av tid- og temperatur

Fra prosjektets første del der tid og temperatur ble målt gjennom prosessering, distribusjon og i fiskedisker kan det konkluderes med følgende:

- Til tross for en kjernetemperatur på 5 °C før filetering, ble det ikke registrert høye TVN nivåer i skreifilet etter ankomst grossist i Bremerhaven, 5 døgn senere.
- Etter pakking i esker med is synker temperaturen i filetene fra 6,8 °C til 1,6 °C i løpet av cirka 2 timer, og lavere enn 0 °C i løpet av totalt 4 timer etter pakking.
- Økt grad av eksponering mot omgivelsene av esker med iset skreifilet i paller, gir økt issmelting. Så lenge det er restis i esken, holdes temperaturen tilstrekkelig lav, slik at TVN-nivået er lavt.
- Gjennom stikkprøven har vi vist at gjennomsnittlig kjernetemperatur i filet kjøpt hos detaljister Hamburg og Tromsø var på henholdsvis 3,9 og 6,8 °C. Alle innkjøpte fileter i Hamburg var lagret på is i fiskedisk, mens 3 av 4 skreifileter kjøpt inn i Tromsø var lagret i kjøledisk, uten is.

Resultatene for temperatur i distribusjonskjeden frem til grossist, tyder på at lagringstemperaturen stort sett er på 0 °C. Det understrekes imidlertid at det kun er målt temperatur i en distribusjonskjede på ett tidspunkt, og at resultatene ikke nødvendigvis er representative for andre distribusjonskjeder eller på andre tidspunkter av skreisesongen. *Kjernetemperaturen i skreifiletene som ble kjøpt inn fra detaljister i Hamburg og Tromsø viser at en holdbarhet på 12 døgn for skreifilet ikke er realistisk.* Basert på våre stikkprøver, kan det tyde på at lagringstemperaturen ute hos detaljist er det svakeste leddet i kjølekjeden. En brutt kjølekjede gir en kortere holdbarhet, og risikoen for manglende samsvar mellom holdbarhetsmerking og faktisk holdbarhet er derfor høy.

5.8.2 Kontrollert lagringsforsøk

Fra det kontrollerte lagringsforsøket med skreifileter ved Nofima kan det konkluderes med følgende:

- Holdbarheten på skreifilet kan settes til 12 døgn forutsatt at filetene lagres på is, det vil si ved 0 °C gjennom hele lagringsperioden. Dersom islagring ikke er oppnåelig, bør holdbarheten være kortere. Med 12 døgn holdbarhet menes 1 døgn som hel fisk, deretter 11 døgn som filet med skinn.
- Holdbarhet på skreifilet kan settes til 10 døgn dersom filetene først lagres 5 døgn på is, og deretter ikke overstiger 4 °C i den resterende lagringsperioden.
- Holdbarheten på skreifilet vil være kortere enn 10 døgn dersom temperaturen overstiger 4 °C, etter først 5 døgn på is.

Vær oppmerksom på at resultatene fremkommet i denne rapporten gjelder for skreifilet med skinn. Siden skinnen inneholder en bakterieflora kan det tenkes at holdbarheten for fileter med skinn vil være noe kortere, uten at dette kan tallfestes eksakt.

De viktigste kriteriene for holdbarhet har i dette prosjektet har vært lukt og TVN nivå, og det har vært godt samsvar mellom trente dommere, næringsaktører og analysert TVN nivå. Likevel, det er ikke gitt

at disse resultatene reflekterer en forbrukers oppfatning av en skreifilet. Derfor kan ikke resultatene fra dette arbeidet brukes som et mål på en forbrukers oppfatning av holdbarhet på skreifilet

5.9 Implikasjoner

I dette prosjektet ble temperatur i skreifilet målt kontinuerlig gjennom en distribusjonskjede fra landing av skrei i Nord-Norge, gjennom prosessering og transport til grossist i Tyskland. Dette er et eksempel fra en distribusjonskjede på et valgt tidspunkt. Dermed er ikke temperaturene i denne kjeden absolutt gjeldende for alle andre distribusjonskjeder. Det ble videre foretatt målinger i et lite utvalg butikker i Hamburg og Tromsø over en tidsperiode på henholdsvis 2 og 1 dag. For å få et mer helhetlig bilde av temperatur i skrei bør det derfor vurderes å gjennomføre lignende undersøkelser i flere distribusjonskjeder flere ganger i sesongen. Her bør det legges særlig vekt på å måle temperatur i sjømatprodukter inkludert skreifilet i detaljistsegmentet i ulike markeder, da resultatene i denne rapporten viser at detaljistsegmentet er det svakeste leddet i kjølekjeden. Måling av temperatur i distribusjonskjeder for ulike sjømatprodukter vil kunne gi kunnskap om hvilke kjølekjeder som fungerer best, og om holdbarheten til ulike produkter samsvarer med de reelle temperaturbetingelsene i ulike kjølekjeder.

Dette prosjektet har fulgt produktene fra landing fram til butikk. Tidligere prosjekter viser at det ikke nødvendigvis er godt samsvar mellom objektive målemetoder som TVN, vurderinger fra trente dommere og forbrukerens kvalitetsoppfatning (Østli *et al.*, 2013). Spesielt informasjon om fangst dato (som er påbudt for villfanget fisk som selges i Norge) kan påvirke forbrukeres kvalitetsoppfatning. Dersom det skal utføres videre studier av holdbarhet på sjømat generelt og skreifilet spesielt bør derfor forbrukerstudier inkluderes.

Dersom en holdbarhet på 12 døgn skal anvendes, forutsetter resultatene fra dette prosjektet at det utvikles en ubrutt kjølekjede på 0 °C gjennom hele lagringsperioden. Med bakgrunn i observasjoner i dette prosjektet, ser det ut som at den største utfordringen vil være å holde 0 °C når produktet legges ut for salg i butikk. Dersom dette er representativt bør det sees nærmere på å utvikle kjøleløsninger som sikrer tilstrekkelig lav temperatur. Med kjøleløsning menes også stabling og maksimalt antall (evt. kg) skreifileter som kan lagres i en disk, uten at det går på bekostning av temperaturen og holdbarheten på produktet.

I en egenkontrollsituasjon kan industrien vurdere å analysere med hensyn på totalt flyktig nitrogen (TVN) som et alternativ til dagens mer tradisjonelle mikrobiologiske analyser. Prøver til TVN kan fryses ned fortløpende, og sendes samlet for analyse på et ønsket tidspunkt. Prøver til mikrobiologiske analyser er mere krevende siden tid og temperatur etter prøveuttak vil ha betydning for selve analyseresultatet.

6 Leveranser

I henhold til prosjektavtalen mellom FHF og Nofima inngår denne faglige rapporten som en av totalt 4 leveranser i prosjektet. De øvrige leveransene er:

Referat fra styringsgruppemøte innen 31.06.2016

Administrativ sluttrapport i tråd med FHF's retningslinjer innen 30.09.2016

Workshop (arrangert av Norges Sjømatråd og Norges Råfisklag) innen 31.06.2016.

7 Referanser

- Anon (2010). Forskrift om særlige hygieneregler for næringsmidler av animalsk opprinnelse (animaliehygieneforskriften). [<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2008-12-22-1624>]
- Anon (2013). Fisk og fiskeprodukter – Skrei – Krav til produkt (NS 9406:2013)
- Castro, P.P., Padrón, J.C.P., Cansino, M.J.H., Velázquez, E.S. & R.M. De Larriva (2006). Total volatile base nitrogen and its use to assess freshness in European sea bass stored in ice. *Food Control*, **17**, pp. 245–248.
- Conway, E.I., & A. Byrne (1933). An absorption apparatus for the micro determination of certain volatile substances. *Biochem. J.*, **27**, pp. 419–429.
- Esaiassen, M., S. Joensen, L. Akse, T. Tobiassen, G. Eilertsen, R. Dahl & I. Bjørkevoll (2006). Temperatur i kjøledisk, en kritisk suksessfaktor for brettpakket fersk fisk. Rapport 17/2006, Fiskeriforskning, Tromsø.
- Tobiassen, T., Heia, K., Olsen, S.H., Svalheim, R.A., Joensen, S., Karlsen, K.M., Skjelvareid, M.H. & S.K. Stormo (2016). Bløgging og holdbarhet på torsk. Rapport 10/2016, Nofima, Tromsø.
- Østli, J., Esaiassen, M., Garitta, L., Nøstvold, B.H. & G. Hough (2013). How fresh is fresh? Perceptions and experience when buying and consuming fresh cod fillets. *Food Quality and Preference*, **27**, 26–34.

8 Vedlegg

- Vedlegg 1: Temperatur i fisk fra mottak til pakking i esker
- Vedlegg 2: Vekt (gram) fileter med/uten is per eske (1–3) og prosentvis andel is tilsatt
- Vedlegg 3: Kontrollert lagringsforsøk. Temperaturmåling ved ryggbein og under skinn ved landing av fangst.
- Vedlegg 4: Temperatur i sløyd hodekappet torsk (SLUH) fra fangst frem til fileteringstidspunkt
- Vedlegg 5: K: Kontrollgruppe, 12 døgn på is - temperatur
- Vedlegg 6: F: Faktisk temperatur, 5 døgn på is, 6 døgn 4°C, lufttemperatur i klimaskap. Skapet var innstilt på 4 °C.
- Vedlegg 7: S1: Temperatur ved lagring på is i 5 døgn og deretter 6 døgn ved 2°C.
- Vedlegg 8: S2: Temperatur i torskefileter ved lagring på is i 5 døgn og deretter i 6 døgn ved 6 °C.
- Vedlegg 9: S3: Temperatur i torskefileter under lagring på is 8 døgn og ved 4°C i 3 døgn.

Vedlegg 1

Temperatur i fisk fra mottak til pakking i esker

Prosesseringsoperasjon	Tid	ID fisk	Kjerne (°C)	Overflate (°C)
Før filetering	11:50		3,1	5,1
			5,8	5,8
			5,1	5,8
			5,4	6,5
			5,5	6,9
			5,7	6,5
Etter filetering	12:00	Øverst	5,6	6,2
			5,7	5,6
		I midten	5,7	6,1
			6	6,5
		Nederst	6,1	6,6
			6,3	7
Etter trimming	12:08	1 plastform	5,9	6,1
			6,1	6,5
		2 plastform	5,9	6,4
			5,4	6,3
		3 plastform	5,7	6
			6,1	5,8
Rett etter pakking	12:33	Eske nr. 1	7,2	7,2
			6	7,4
		Eske nr. 2	6,4	6,5
			7,3	7,3
		Eske nr. 3	5,7	6,3
			5,9	6,5

Vedlegg 2

Vekt (gram) fileter med/uten is per eske (1–3) og prosentvis andel is tilsatt.

ID eske	Fileter (gram)	Fileter med is (gram)	Vekt andel is (%)
1	5045	7145	29,4
2	5080	7185	29,3
3	5095	7795	34,6

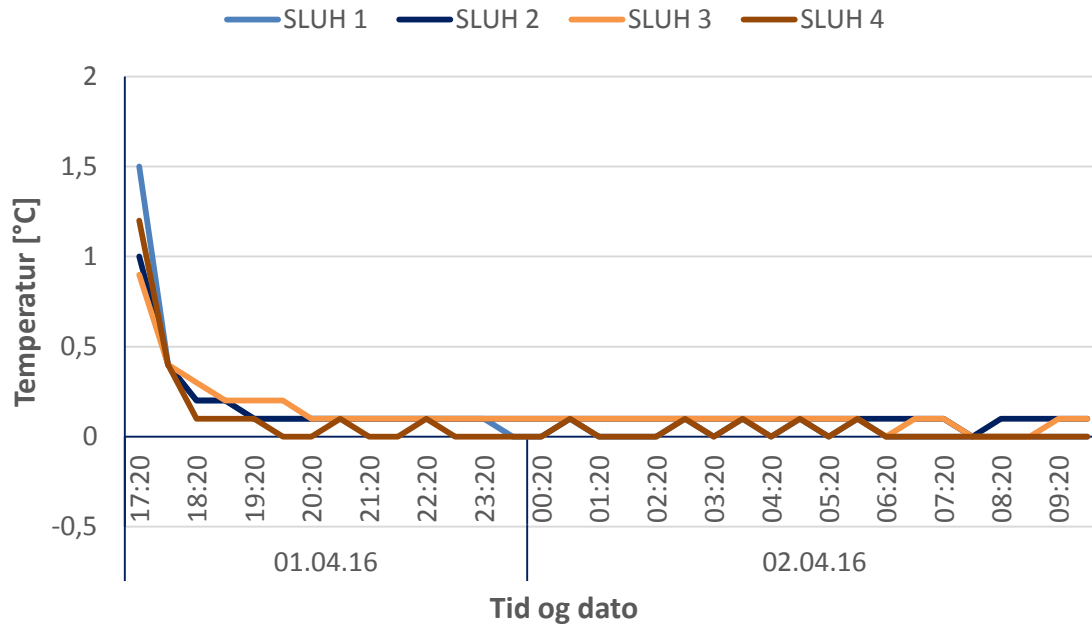
Vedlegg 3

Fiske til kontrollert lagringsforsøk. Temperatur målt ved ryggbein og under skinn rett etter landing av fangst.

Måling nr.	Ved ryggbeinet (°C)	Under skinnen (°C)
1	1,6	1,8
2	0,4	1,3
3	0,3	0,6
4	1,0	1,1
5	2,6	2,3
6	0,3	0,9
Gjennomsnitt	1,03	1,33

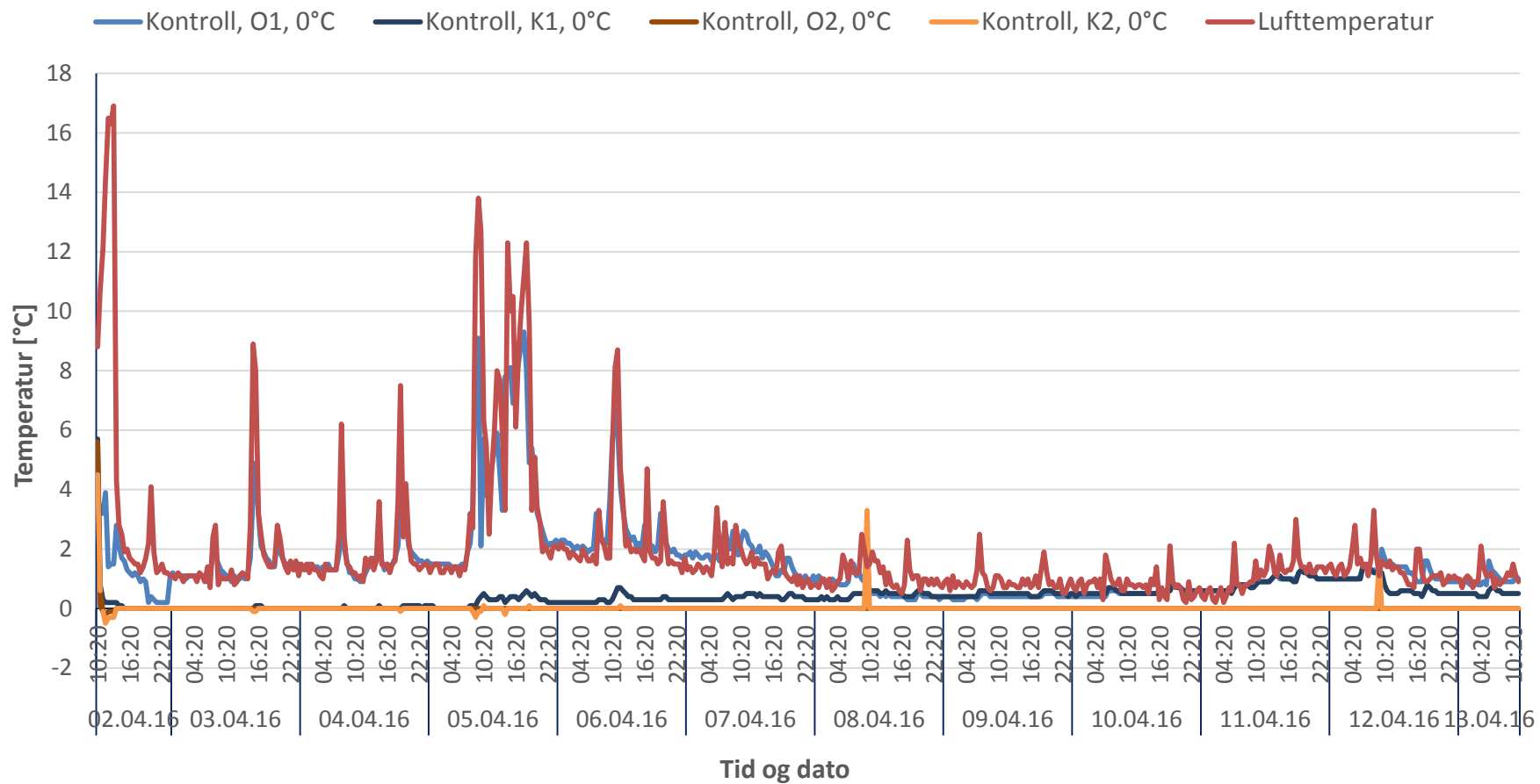
Vedlegg 4

Kjernetemperatur målt i 4 individer (sløyd hodekappet torsk, SLUH) under lagring i is og vann fra fangst frem til fileteringstidspunkt.



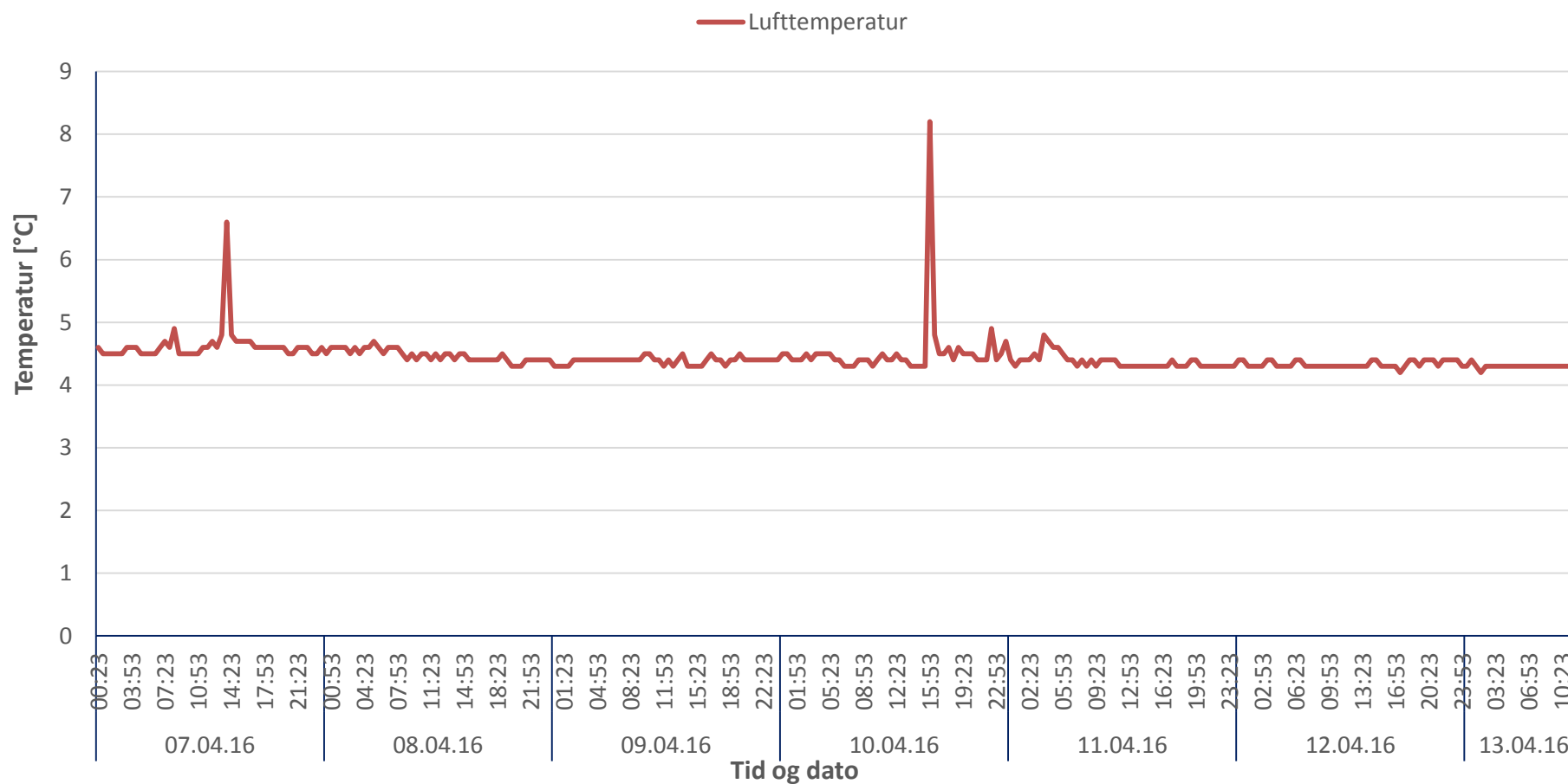
Vedlegg 5

K: Variasjon i lufttemperatur i kjølerommet samt i overflatetemperatur (Kontroll, O1, 0 °C; Kontroll, O2, 0 °C) og kjernetemperatur (Kontroll, K1, 0 °C; Kontroll, K2, 0 °C) i fileter fra kontrollgruppe under lagring på is i 11 døgn etter fileteringstidspunkt.



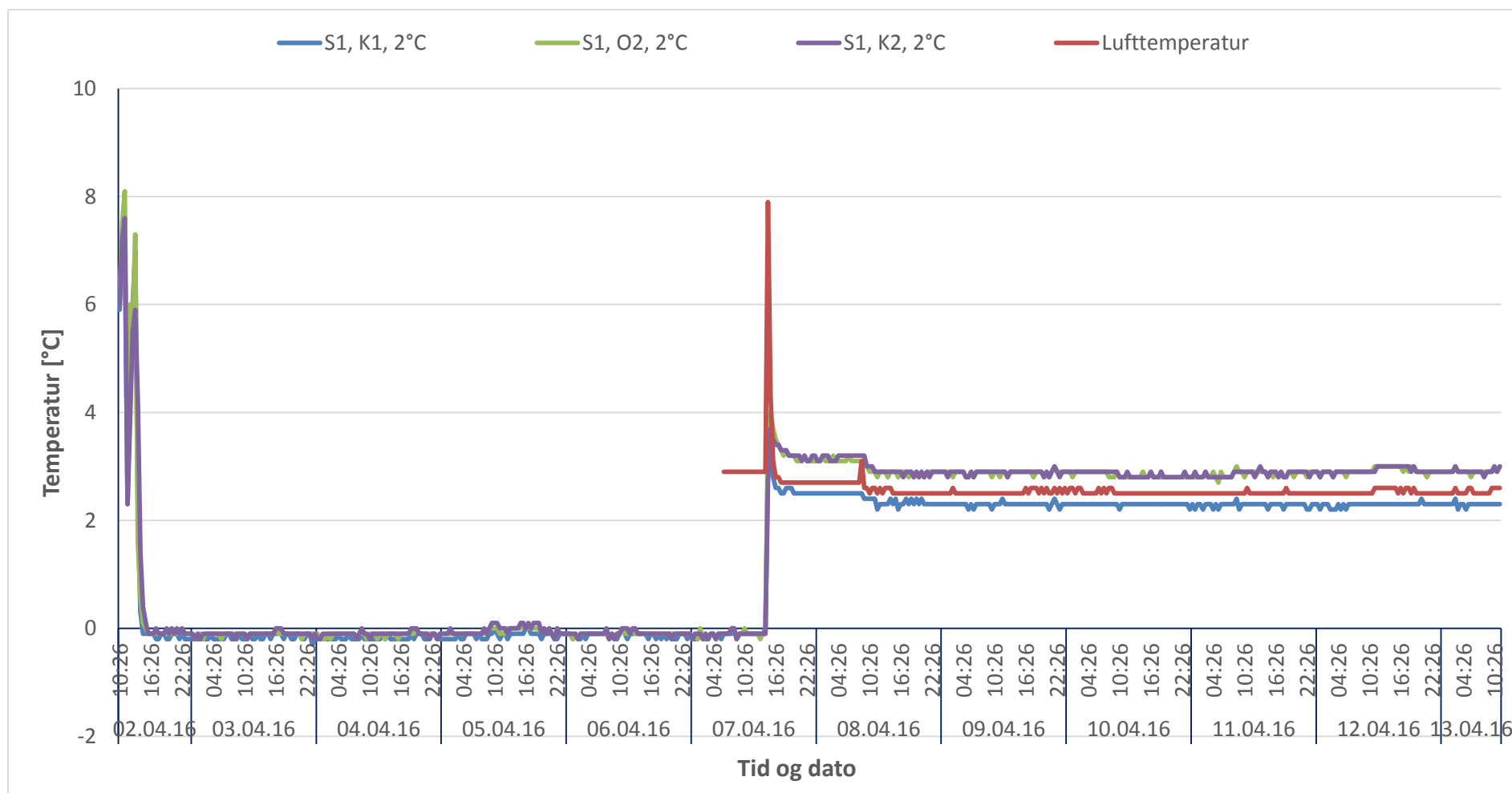
Vedlegg 6

F: Variasjon i lufttemperatur i klimaskapet under lagring av fileter fra gruppen F. Filetene var lagret under tilsvarende temperaturbetingelser som det ble registrert under temperaturstudie i bedrift og transport til Bremerhaven (Faktisk temperatur, 5 døgn på is, 6 døgn 4°C). Lufttemperatur i klimaskapet gir antydning til temperatur i fileter under lagring ved 4°C i 6 døgn.



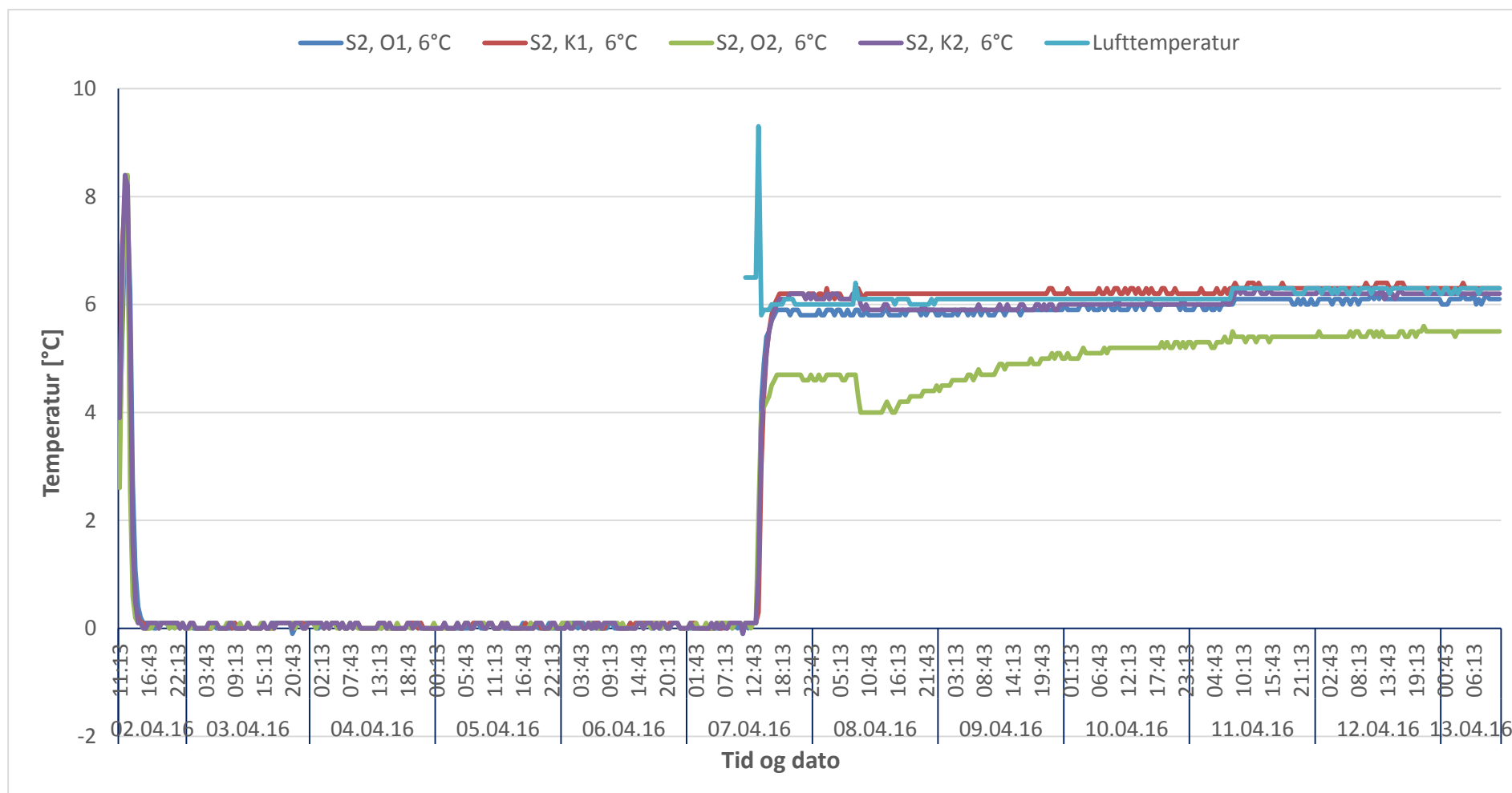
Vedlegg 7

S1: Variasjon i overflatetemperatur (S1, O2, 2 °C) og kjernetemperatur (S1, K1, 2 °C; S1, K2, 2 °C) i fileter fra gruppe S1 under lagring, først, på is i 5 døgn deretter ved 2 °C, samt variasjon i lufttemperatur i klimaskapet under lagring ved 2 °C.



Vedlegg 8

S2: Variasjon i overflatetemperatur (S2, O1, 6 °C; S2, O2, 6 °C) og kjernetemperatur (S2, K1, 6 °C; S1, K2, 6 °C) i fileter fra gruppe S2 under lagring, først, på is i 5 døgn deretter ved 6 °C, samt variasjon i lufttemperatur i klimaskapet under lagring ved 6 °C.



Vedlegg 9

S3: Variasjon i overflatetemperatur (S3, O1, 4 °C; S3, O2, 4 °C) og kjernetemperatur (S3, K1, 4 °C; S3, K2, 4 °C) i fileter fra gruppe S3 under lagring, først, på is i 8 døgn deretter ved 4 °C, samt variasjon i lufttemperatur i klimaskapet under lagring ved 4 °C.

