

## **Holdbarhet på klippfisk**

### **Langtidslagring av klippfisk – kartlegging av kvalitetsegenskaper (AP3)**

Grete Lorentzen, Karsten Heia, Martin Hansen Skjelvareid, Per Lea og Mats Carlehög





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 Johnsensgate 4  
Postboks 8034  
NO-4068 Stavanger

**Bergen:**

Kjerreidviken 16  
Postboks 1425 Oasen  
NO-5844 Bergen

**Sunndalsøra:**

Sjølseng  
NO-6600 Sunndalsøra

**Felles kontaktinformasjon:**

Tlf: 02140  
E-post: [post@nofima.no](mailto:post@nofima.no)  
Internett: [www.nofima.no](http://www.nofima.no)

**Foretaksnr.:**

**NO 989 278 835**

# Rapport

<b>ISBN: 978-82-8296-359-6 (trykt)</b> <b>ISBN: 978-82-8296-360-2 (pdf)</b> <b>ISSN 1890-579X</b>	
<b>Tittel:</b> <b>Holdbarhet på klippfisk</b> <b>Langtidslagring av klippfisk – kartletting av kvalitetsegenskaper (AP3)</b>	<b>Rapportnr.:</b> <b>8/2016</b>
	<b>Tilgjengelighet:</b> <b>Åpen</b>
<b>Forfatter(e)/Prosjektleder:</b> Grete Lorentzen, Karsten Heia, Martin Hansen Skjelvareid, Per Lea og Mats Carlehög	<b>Dato:</b> 17. februar 2016
<b>Avdeling:</b> Sjømatindustri og Sensorikk, forbruker og innovasjon	<b>Ant. sider og vedlegg:</b> 21+25
<b>Oppdragsgiver:</b> Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF)	<b>Oppdragsgivers ref.:</b> FHF#900856
<b>Stikkord:</b> Klippfisk, Holdbarhet, kjølelagring	<b>Prosjektnr.:</b> 10478-03
<b>Sammendrag/anbefalinger:</b> <p>Klippfiskindustrien ønsker mere kunnskap om holdbarhet på sine produkter. Derfor initierte FHF prosjektet «Holdbarhet på klippfisk» i 2013 der hovedmålet var å studere holdbarhet på klippfisk under ulike lagringsbetingelser for deretter å komme frem til en anbefalt holdbarhet. Denne rapporten beskriver langtidslagring av klippfisk ved 4 °C der målet var å studere og fremskaffe dokumentasjon på om holdbarheten kan forlenges fra 1 til 2 år. For å nå målet ble det valgt tre ulike tilnærmingsmåter, 1) sensorikk for å studere hvordan lukt utvikles, 2) spektroskopi (fotografering) for å måle fargeendring objektivt, og 3) en kommersiell vraking av klippfisken etter 2 års lagring. Vrakingen ble gjennomført ut i fra krav supermarkeds kjeder i Brasil stiller.</p> <p>Klippfisk fra 5 produsenter i Norge ble kjøpt inn i 2013. Deretter ble fisken lagret i 26 måneder på 4 °C og vurdert jevnlig. Resultatene viser at klippfisken ble gulere og mørkere i løpet av lagringsperioden. Samtidig ble det registrert en svak luktutvikling. Kommersiell vraking av klippfisk viste at dårlig utblødning og leverrester ble ekstra godt synlig etter lagringen. Dette er avvik som ble gitt som grunn for nedklassifiseringen til universal. Lagringsforsøket viser at selv om klippfisken endret farge og viste en svak utvikling av enkelte lukteegenskaper, var ikke dette noen avgjørende grunn til at klippfisken ble nedklassifisert til universal ved vrakingen. De fleste årsakene til nedklassifiseringen tilskrives fysiske avvik som spalting, løse ørebein og løs spord. Dette er avvik som mest sannsynlig skyldes håndtering av klippfisken gjennom lagringsperioden.</p> <p>Basert på resultatene fra forsøket konkluderes det med at kommersiell klippfisk produsert av torsk lagret i 26 måneder ved 4 °C har en god lagringsstabilitet, og at holdbarheten dermed kan settes til 2 år.</p>	
<b>English summary/recommendation:</b> <p>In this project, shelf life stability of dried salt-cured have been studied during storage at 4 °C in 26 months. Commercial dried salt-cured fish was purchased from 5 producers in Norway in 2013 and shelf life stability was assessed performing sensory and instrumental evaluations during storage. More specifically, sensory analysis using a trained panel and hyperspectral imaging was performed to evaluate odour and colour, respectively. At the end of storage, the fish was also evaluated by professionals from the salt-curing industry. During storage, the fish obtained a more yellow colour and darker surface and a more distinct odour. Spots of blood or liver became more distinct and apparent during storage, which can result in a lower price category of the product. Despite the changes observed during storage, the overall conclusion is that dried salt-cured fish keep its quality attributes. Thus, products of dried salt-cured cod can be labelled with a shelf life of 2 years when stored at 4 °C.</p>	

# Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Mål.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Material og metode .....</b>	<b>4</b>
3.1	Råstoff .....	4
3.2	Vanninnhold .....	4
3.3	Merking og lagring.....	4
3.4	Sensorikk .....	5
3.4.1	Sensorisk analyse med sensorisk panel.....	5
3.4.2	Enkel sensorisk vurdering .....	6
3.5	Spektroskopiske målinger .....	7
3.6	Vraking.....	7
3.7	Resultatbehandling.....	9
<b>4</b>	<b>Resultater og diskusjon .....</b>	<b>12</b>
4.1	Lagringsvilkår .....	12
4.2	Vektutvikling.....	12
4.3	Sensorikk .....	14
4.4	Spektroskopiske målinger .....	16
4.5	Sammenligning mellom sensorikk og spektroskopi .....	18
4.6	Kommersiell vraking .....	19
<b>5</b>	<b>Konklusjon.....</b>	<b>20</b>
<b>6</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>21</b>
<b>7</b>	<b>Vedlegg .....</b>	<b>i</b>
	Vedlegg 1 - Informasjon om klippfisk kjøpt inn til lagringsforsøk .....	ii
	Vedlegg 2 - Koder for kasser lagret ved Nofima Tromsø og Nofima Ås .....	iii
	Vedlegg 3 - Sensoriske egenskaper for klippfisk, utviklet av sensorisk panel ved Nofima .....	iv
	Vedlegg 4 - Enkel sensorisk vurdering, resultater sortert etter produsent .....	v
	Vedlegg 5 - Resultater L-verdier, kassevis (kun for kasser lagret ved Nofima Tromsø).....	ix
	Vedlegg 6 - Resultater b-verdier, kassevis .....	xiv
	Vedlegg 7 - Resultater sensorisk analyse start og slutt.....	xix
	Vedlegg 8 - Resultater sammenligning resultater fra sensorisk luktvurdering ved oppstart (2013) og etter (2015) langtidslagring .....	xx
	Vedlegg 9 - Resultater fra kommersiell vraking .....	xxiv

# 1 Innledning

Holdbarhet på klippfisk er et tema klippfiskindustrien ønsker mere kunnskap om. Derfor initierte FHF prosjektet «Holdbarhet på klippfisk» i 2013 der hovedmålet er å studere holdbarhet på klippfisk ved ulike lagringsbetingelser for deretter å komme frem til en anbefalt holdbarhet. Prosjektet består av fire arbeidspakker; 1) å forbedre prosedyre for prøveuttak, 2) å kartlegge vekst av rød- og brunmidd ved forhøyede temperaturer, 3) å kartlegge sensoriske egenskaper ved kjølelagring og 4) å studere alternativer til kassering av klippfisk som er uegnet til konsum grunnet synlig misfarging.

Denne rapporten beskriver arbeidet som er utført i arbeidspakke 3; kartlegging av sensoriske egenskaper på klippfisk som er lagret i 2 år ved 4 °C. Målet med arbeidspakke 3 har vært å studere og fremskaffe dokumentasjon på om holdbarhet på klippfisk kan forlenges til 2 år. I 1998 gjennomførte imidlertid Fiskeridirektoratet, region Møre og Romsdal et lagringsforsøk av klippfisk produsert av torsk, brosme, lange og sei (Barnung, 2000). Målet med forsøket var å undersøke lagringsstabiliteten ved 5 °C. Klippfisken ble lagret i kasser av pappkartong tilsvarende det som anvendes ved eksport. Fem fisk var pakket i hver kasse og deretter lagret ved 5 °C fra februar 1998 til og med november 1999, totalt 21 måneder. Fisken ble vurdert etter 11 og 21 måneders lagring med hensyn på totalt antall bakterier, halofile bakterier, koliforme bakterier, Enterokokker, Stafylokokkus aureus og Salmonella. Det ble i tillegg gjennomført en sensorisk vurdering. Konklusjonen fra lagringsforsøket er at klippfisken ikke viste noen utvikling av bakteriell vekst, og at de sensoriske egenskapene var tilfredsstillende. Resultatene fra forsøket er formidlet gjennom et brev (Barnung, 2000). Etter det vi kjenner til, er det ingen rapport tilgjengelig fra dette forsøket.

I dag merkes klippfisk i stor grad med 1 års holdbarhet, og denne holdbarheten forutsetter lagring ved kjøleroms-temperatur. Med bakgrunn i forsøket utført av Fiskeridirektoratet, tilbakemeldinger fra klippfisknæringen og observasjoner fra tidligere forsøk utført ved Nofima er det grunn til å tro at holdbarheten er lengre enn 1 år forutsatt lagring ved lav temperatur.

I henhold til Codex Alimentarius (2005) er kriteriet for holdbarhet fravær av synlig rød misfarging, det vil si at klippfisk med rød misfarging ikke er å anse som salgbar vare. Rød misfarging skyldes vekst av rødmidd. Rødmidd er en fellesbetegnelse på ekstremt halofile bakterier. Når nivået rødmidd når 10.000.000 bakterier/g produkt blir fisken synlig rød. Rødmidd overføres til klippfisken via saltet noe som innebærer at all salt- og klippfisk inneholder rødmidd. Både havsalt og bergsalt inneholder rødmidd.

Det er i tidligere studier vist at det naturlige forekommende nivået av rødmidd i klippfisk er lavt, det vil si mindre enn 1000 rødmidd/g produkt (Lorentzen *et al.*, 2015). Et nivå på 1000 rødmidd per gram produkt er langt lavere enn grensen for synlig rødmidd. Derfor er slike nivåer rødmidd i klippfisken ikke et problem. Forutsatt lagring ved lav temperatur, for eksempel 4 °C, vil ikke klippfisk med 1000 rødmidd/g klippfisk utvikle rød misfarging ved lagring fordi rødmidd må ha minimum 8 °C for å vokse. For å undersøke om holdbarheten på klippfisk kan forlenges til 2 år, er det valgt tre ulike tilnærmingsmåter. Dette er 1) sensorikk for å studere hvordan lukt utvikles, 2) spektroskopisk måling (fotografering) for å se hvordan fargen eventuelt endres, og 3) en kommersiell vraking av klippfisken etter 2 års lagring. Vrakingen skal gjennomføres ut i fra krav supermarkedskjeder i Brasil stiller til klippfisken.

I februar 2013 ble det kjøpt inn klippfisk fra 5 forskjellige klippfiskprodusenter i Norge. Klippfisken ble lagret i 26 måneder på 4 °C. Den totale lagringstiden ble strukket 2 måneder lengre enn den holdbarhetstiden som er ønsket fra produsenthold. Dette ble gjort for å være på den sikre siden.

## 2 Mål

Målet med arbeidspakke 3 er å studere og fremskaffe dokumentasjon på om klippfisk er holdbar i 2 år ved lagring på 4 °C.

Vi ønsket å ha et bredest mulig grunnlag for å konkludere noe om lagringsegenskapene. Derfor ble det valgt tre ulike tilnærmingsmåter; 1) sensorisk vurdering, 2) spektroskopi og 3) kommersiell vraking. Sensorisk vurdering ble gjort som en forenklet sjekk av utseende og lukt hver 6 måned. I tillegg ble klippfisken vurdert av et sensorisk panel med 10 trente dommere ved forsøkets oppstart og etter endt lagring. Bilde 1 viser klippfisk som er gjort klar til en forenklet sensorisk vurdering.



*Bilde 1      Langtidslagret klippfisk er gjort klar for en forenklet sensorisk vurdering (Foto: Mats Carlehög, Nofima).*

### 3 Material og metode

#### 3.1 Råstoff

I februar 2013 ble det kjøpt inn klippfisk produsert av torsk fra 5 forskjellige produsenter i Norge (A-E). Fra hver produsent ble to kasser av to størrelseskategorier; 16/20 og 13/15 kjøpt inn. For ytterligere detaljer om klippfisken, se vedlegg 1.

I løpet av lagringsperioden på 26 måneder, ble klippfisken vurdert til sammen 5 ganger (Tabell 1). Den siste vurderingen ble foretatt i april 2015. I den siste vurderingen av klippfisken ble enkel sensorisk vurdering, vraking og spektroskopiske målinger gjennomført. Sensorisk analyse ved bruk av sensorisk panel ble gjennomført i september 2015, det vil si etter ytterligere 5 måneders lagring. Tidsforskyvningen skyldes at panelet ikke hadde kapasitet til å gjennomføre analysen i april 2015. Til tross for tidsforskyvningen antar vi at dette har hatt mindre betydning for resultatene siden klippfisken er et fullkonservert produkt med gode lagringsegenskaper.

Tabell 1 Oversikt over målinger og analyser utført ved Nofima gjennom lagringsperioden på 26 måneder.

Vurdering (no.)	Måned og år	Hva ble gjort
1	Februar 2013	Spektroskopiske målinger, enkel sensorisk undersøkelse, omfattende sensorisk analyse, veiing, måle fuktighet
2	Oktober 2013	Spektroskopisk måling, enkel sensorisk undersøkelse, veiing
3	Mars 2014	Spektroskopisk måling, enkel sensorisk undersøkelse, veiing
4	September 2014	Spektroskopisk måling, enkel sensorisk undersøkelse, veiing
5	April og September 2015	Spektroskopisk måling, enkel sensorisk undersøkelse, omfattende sensorisk analyse, veiing, vraking

#### 3.2 Vanninnhold

Ved innkjøp av klippfisken ble vanninnholdet, det vil si tørkegraden målt. Dette ble gjort ved bruk av strimlemetoden (Codex, 2005) (Tabell 2). Strimlene ble veid og deretter tørket ved 105 °C i 16 timer. Vektendringen representerer fordampet vann og vanninnholdet i fisken er oppgitt som prosent av vekt før tørking.

Tabell 2 Vanninnhold i klippfisken fra alle produsenter (A til E).

Produsent (kasse ID*)	A (5 og 8)	B (1 og 3)	C (13 og 15)	D (9 og 12)	E (17 og 19)
Vanninnhold (%) ( $\pm$ standardavvik)	44,66 ( $\pm$ 0,43)	50,35 ( $\pm$ 0,11)	53,28 ( $\pm$ 0,29)	43,63 ( $\pm$ 1,33)	46,63 ( $\pm$ 0,38)

\*Kasser lagret på Nofima Tromsø

#### 3.3 Merking og lagring

Hver klippfisk ble merket med en unik tresifret kode. Merket ble plassert langt foran på høyre bukklapp. Merkingen på individnivå ble gjort for å kunne følge hver fisk gjennom hele lagringsforløpet.

Etter merking og vurdering (Tabell 1) ble fisken lagt tilbake i sine respektive kasser, og deretter fordelt mellom Nofima på Ås og i Tromsø (Vedlegg 2).



Klippfiskene ble lagret i originale pappkasser på kjølerom stilt inn på 4 °C. Kassene ble plassert på en palle av plast, tre kasser per lag, totalt 4 lag. Hver kasse hadde sin faste plass i stabelen gjennom hele lagringsforløpet (Tabell 3). Dette ble gjort for å undersøke om plassering kunne ha noen betydning for egenskapene som ble undersøkt.

Tabell 3 Plassering av kasse i stabel ved lagring på kjølerom nr. 5 ved Nofima Tromsø

Nivå	Kasse ID
4 (topp)	17-1*, 17-2*, 19-2*
3	9, 19-1*, 5
2	1, 3, 8
1 (bunn)	12, 13, 15

\*) Etter første vurdering av klippfiskene februar 2013, ble fisk fra kasse 17 og 19 fordelt på henholdsvis 4 nye kasse; 17-1, 17-2, 19-1, 19-2 på grunn av plassmangel.

Vekt av hver kasse med fisk ble målt for å undersøke om fuktigheten i fisken endret seg gjennom lagringsperioden. For å stabilisere lagringsbetingelsene, ble pallen med kasser beskyttet med en topp presenning. Dette ble gjort for å redusere en eventuell tørking eller økning i fuktighetsnivået. Ved hjelp av loggere ble temperatur og relativ luftfuktighet målt kontinuerlig gjennom hele lagringsperioden (Testo 175H1, Testo Ltd. Hampshire, Storbritannia). Loggeren ble plassert oppå øverste nivå med kasser under presenningen.

### 3.4 Sensorikk

#### 3.4.1 Sensorisk analyse med sensorisk panel

Analysene ble utført i et sensorisk laboratorium som er bygget og innredet i samsvar med standardiserte krav (ISO 8589). Laboratoriet har individuelle bedømmelsesbåser, standard belysning og eget ventilasjonssystem (Bilde 2). Analysene ble utført av Nofimas sensoriske panel på Ås som består av trente dommere. Dommerne er valgt ut på grunnlag av sine lukt- og smaksevner som tilfredsstiller krav (ISO 8586). Det sensoriske panelet blir trent, testet og kontrollert regelmessig.

Før vurdering, ble klippfiskene lagt ut på et bord for temperering i 1 time. Deretter ble fiskene vurdert i romtemperatur ved 20 °C. Hver klippfisk ble lagt ut på et papir med en plastfilm lagt over den nedre halvdelen av fisken. Alle klippfiskene ble deretter fordelt i båser (Bilde 2) hvor hver smaksdommer foretok bedømmingen. Programvaren Eye Question (EyeQuestion 3.5, Logic8 BV, Wageningen, Nederland) ble brukt for innsamling av alle luktbedømmingene fra dommerne.

Lukten på hver fisk ble bedømt i hele bredden fra der ryggraden er kuttet og framover til nakken. Det er dermed det samlede luktinntrykket av denne delen av klippfiskene som ble bedømt av dommerne.



Bilde 2 Hver klippfisk ble vurdert i en lukket bås av trente sensoriske dommere (Foto: Mats Carlehög, Nofima).

Innledningsvis ble det laget en oversikt over lukteegenskaper som ble ansett for å være relevante for klippfisk (Vedlegg 3). De samme lukteegenskapene ble også brukt i den avsluttende vurderingen av klippfisken. Lukteegenskapene for klippfisk ble identifisert ved at de sensoriske dommerne ble presentert for klippfisk (testparti) med forskjellig lagringstid ved 4 °C. Lagringstiden på dette testpartiet varierte fra ny tørket til 7–8 år gammel klippfisk.

#### **Før langtidstidslagring**

I starten var et av målene å undersøke om det er variasjon i lukteegenskaper mellom klippfisk fra samme kasse. På grunn av det store antallet klippfisk som skulle bedømmes, og den relativt intense lukten som klippfisk vanligvis avgir, ble det valgt en sensorisk metode (produktvurdering) der dommerpanelet ble delt inn i to grupper. Det betyr at hver klippfisk ble bedømt av 4 dommere. Tilsammen 165 klippfisk ble bedømt og vurderingen foregikk over tre dager.

#### **Etter langtidslagring**

Siden resultatet fra oppstarten viste at det ikke var noen variasjon mellom klippfisk fra samme kasse ble det tatt ut 5 tilfeldig valgte klippfisk fra hver produsent for luktvurdering etter endt lagringsperiode. Disse klippfiskene ble bedømt med en beskrivende test (Quality Descriptive Analysis, ISO 13299:2003) og hver klippfisk ble bedømt av 9 dommere.

#### **3.4.2 Enkel sensorisk vurdering**

Hver 6 måned ble klippfisken fra hver kasse vurdert samlet med hensyn på lukt og utseende. Dette ble gjort ved at fisken ble tatt ut av kassen, lagt ut på et bord (Bilde 1), og deretter vurdert. Lukten ble vurdert ut fra grad av moden lukt, og eventuelt avvikende lukt. Parametere for utseende på klippfisken var eventuell avvikende farge, for eksempel leverflekker eller annen misfarging. I tillegg ble grad av tørrhet vurdert ut fra om fiskens overflate var lys eller mørk. Håndteringen av klippfisken ble gjort skånsomt ved hver vurdering. Likevel mistet fisken noe av saltet på overflaten for hver gang fisken ble tatt ut av kassen, veid og fotografert (spektroskopisk måling).

### 3.5 Spektroskopiske målinger

De spektroskopiske målingene ble gjennomført ved hjelp av et hyperspektralt kamera (modell NEO VNIR-640) montert over et transportbånd Bilde 3.



Bilde 3 Spektroskopisk måling av klippfisk (Foto: Audun Iversen, Nofima)

Kameraet måler hvordan lys absorberes ved ulike bølgelengder, for hver enkelt piksel. Den spektrale oppløsningen på kameraet var 10 nm, og det spektrale området på 430 til 750 nm (synlig lys) ble brukt. Den romlige oppløsningen på bildene tilsvarer piksler på 1x1 mm<sup>2</sup>. Det ble brukt 4 halogenpærer på 150 W hver til belysning. Lyset ble ledet fra lyskildene via en bunt med optiske fibre, og sendt inn i avbildningsområdet via 4 diffusorbokser (modell Dolan-Jenner QVABL). Ved hver målesesjon ble det gjennomført måling av en referanse bestående av en teflon-plate og en plate av Spectralon. Platene ble brukt for å kalibrere bildene og dermed utligne eventuelle endringer i måleoppsett mellom hver sesjon.

Hver målesesjon startet med å plassere kassen med klippfisk ved enden av transportbåndet, midlertidig legging i lokket på kassen etter endt måling, og til slutt endelig pakking i esker for videre lagring ved 4 °C. All håndtering av klippfisken ble gjort så forsiktig som mulig.

### 3.6 Vraking

Etter 26 måneders lagring ble klippfisken som hadde vært lagret ved Nofima i Tromsø vraket (Bilde 4). Vrakingen ble gjennomført av vrakere fra norsk klippfiskindustri. Vrakingen ble gjennomført i to omganger med en vraking i Tromsø i april og en vraking i Ålesund i juni. Samme klippfisk ble vraket på begge stedene og det var tilsammen 10 vrakere som vurderte klippfisken. Dette ble gjort for å få en bredde i vurderingene og dermed et godt grunnlag for å kunne si noe om klippfisken kunne eksporteres til Brasil.

På forhånd fikk ikke vrakerne noen form for informasjon om verken prosjektet eller klippfisken som skulle vrakes. Dette for å unngå en eventuell påvirkning en slik informasjon kunne ha hatt. I etterkant av vrakingen fikk vrakerne informasjon om prosjektet og formålet med vrakingen.

Vrakerne fikk i oppgave å vrake klippfisken med hensyn på eksport til det brasilianske markedet. Mere spesifikt, klippfisken skulle sorteres med hensyn på Superior og Universal med bakgrunn i en tenkt brasiliansk supermarkedskjede; Carrefour, Mundial eller Guanabara som kunde. Sorteringen skulle gjenspeile en kunde bedriften har hatt et langvarig forhold til og som de ønsket skulle beholdes videre. Generelt er et av kriteriene for Superior til det brasilianske markedet fravær av svarthinne. Siden brorparten av klippfisken som ble vraket hadde svarthinne, fikk vrakerne informasjon om ikke å nedgradere klippfisken til Universal på grunn av dette.

Praktisk gjennomføring av vrakingen:

- Klippfisken ble temperert i romtemperatur i 2 timer før vrakingen startet.
- Fisken ble lagt ut på bord.
- Fiskene ble blandet for å unngå at fisk fra samme produsent lå sammen.
- Vrakingen startet med informasjon om at vrakingen skulle gjøres med hensyn på brasilianske supermarkedskjeder.
- Vrakere vurderte klippfisken med hensyn på Superior og Universal. Dersom klippfisken ble klassifisert som Universal ble årsaken til dette registrert. Hver vraker hadde en «sekretær» som noterte feilmerkninger for hver nedklassifisering til Universal.
- Vrakingen ble gjennomført uten kommunikasjon med andre vrakere.
- Etter avsluttet vraking hadde vi en gjennomgang av hva vrakerne mente om klippfisken, årsaker til nedgradering og så videre.



Bilde 4 Klippfiskvrakere i aksjon. Vrakingen ble gjort etter lagring i 26 måneder ved 4 °C (Foto: Mats Carlehög, Nofima).

### 3.7 Resultatbehandling

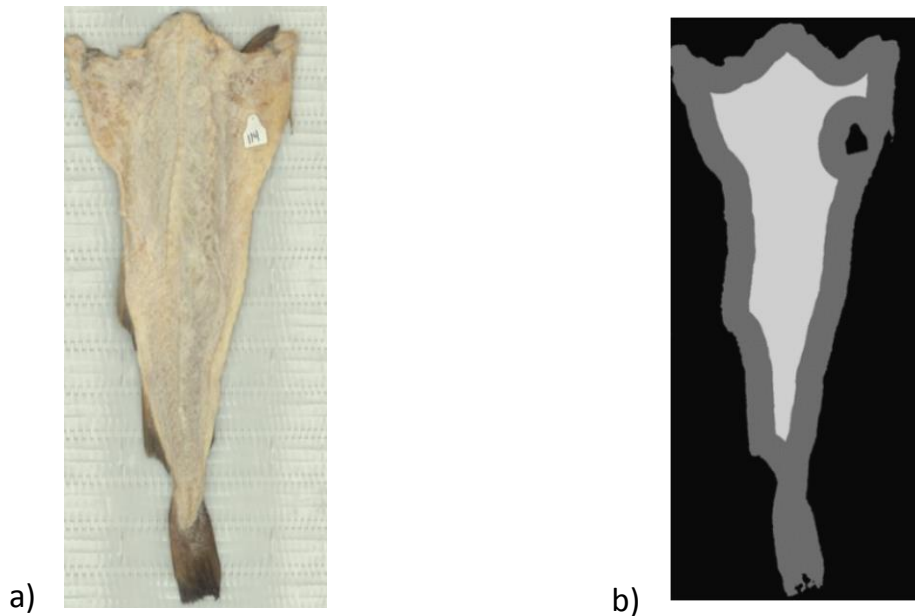
Bildene fra de spektroskopiske målingene ble kalibrert og sortert. Deretter ble det gjort 2 typer databehandling av bildene, 1) matematisk beregning av rødmidd-respons og 2) måling av farge på et avgrenset område av tykkfisk.

#### Modellering av rødmiddrespons

For hver enkelt piksel i de hyperspektrale bildene ble det gjort en modellering av hvordan ulike komponenter bidro til absorpsjon av lyset. Modelleringen ble gjort gjennom en såkalt «constrained spectral unmixing», der absorpsjonsspektrene for vann, muskel, blod og rødmidd ble brukt som kandidater, og der ingen av disse kunne gi et negativt bidrag til totalabsorpsjonen. Denne metoden har også vært brukt tidligere for å måle i hvilke områder av klippfisk rødmidd først oppstår (Lorentzen *et al.*, 2013), og metoden har vist seg å samsvare godt med direkte visuell påvisning av rødmidd. En rødmiddverdi på 0,6 fra modelleringen ble da brukt som terskel for synlig rødmidd.

Rødmiddverdier fra hele klippfisk (Bilde 5) ble hentet ut på følgende måte: Først ble det hyperspektrale bildet automatisk segmentert i «klippfisk» og «transportbånd» (bakgrunn) basert på

absorpsjonsspekteret til transportbåndet. Deretter ble klippfisksegmenteringen «trimmet» ved hjelp av såkalte «dilate»- og «erode»-operasjoner, for å unngå bidrag fra skinn og lignede på kantene av fisken. Et eksempel på dette er vist i Bilde 5b, der det hvite området indikerer området på klippfisken som ble ansett å ha pålitelige målinger. Det ble så gjort en videre statistisk analyse av disse målingene for å beregne mengde rødmidd.



*Bilde 5 Eksempel på automatisk segmentering av bilde for uthenting av rødmiddverdier. a) Fargebilde av klippfisk, generert fra hyperspektralt bilde, b) Segmentering av bildet i bakgrunn (svart), kanter (grått) og område med gyldige måleverdier (hvitt).*

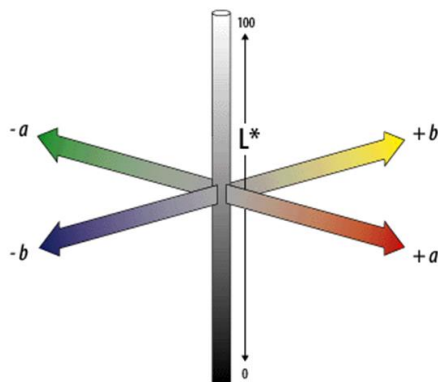
### **Fargemålinger på tykkfisken**

I tillegg til de automatisk gjennomførte målingene av rødmiddrespons, ble det også gjort fargemålinger fra manuelt markerte områder på hver enkelt fisk. Områdene ble markert som en ellipse på tykkfisken, litt til siden for midtlinjen der ryggbeinet opprinnelig satt (Bilde 6). Åpenbare flekker som skilte seg ut med annen farge enn resten av klippfisken ble ikke inkludert i området for fargemåling.



*Bilde 6 Ellipse (stiplet) viser område på klippfisk for fargemåling.*

Det ble beregnet  $L^*$ ,  $a^*$  og  $b^*$ -verdier for hver piksel innenfor ellipsen, og gjennomsnittsverdier for hele området ble regnet ut basert på disse. Figur 1 viser sammenhengen mellom  $L^*$ ,  $a^*$  og  $b^*$  verdier.



*Figur 1*      *Illustrasjon av  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  fargeverdier.  $L^*$  tilsvarer generelt lysnivå i bildet,  $a^*$  tilsvarer farge på en skala mellom grønt og rødt, mens  $b^*$  tilsvarer farge på en skala mellom blått og gult.  $L^*$  ligger mellom 0 og 100.*

## 4 Resultater og diskusjon

Klippfisk som var lagret ved Nofima Tromsø hadde stabile lagringsbetingelser gjennom hele lagringsperioden. Kjølerommet var avlåst for å hindre trafikk. Klippfisk som var lagret på Nofima Ås ble lagret sammen med andre produkter, det ble derfor noe trafikk i dette lagringsrommet og noe vannsøl i forbindelse med spyling av gulv. Dette medførte at klippfiskassene som sto stablet nederst på pallen ble våte, og måtte byttes ut med nye tørre kasser. Det ble også registrert at noen av klippfiskene i de våte kassene ble oppfuktet.

### 4.1 Lagringsvilkår

For klippfisk lagret ved Nofima Tromsø ble temperatur og relativ fuktighet logget 2 ganger per døgn gjennom lagringsperioden (Tabell 4). I perioden oktober 2013 til mars 2014 ble imidlertid ikke relativ fuktighet registrert på grunn av defekt måleutstyr.

Tabell 4 Temperatur og fuktighet i klippfisk lagret ved Nofima Tromsø

Lagringsperiode	Temp (°C) ( $\pm$ std avvik)	RH (%) ( $\pm$ std avvik)
mars 13-okt 13	4,08 ( $\pm$ 0,44)	82,23 ( $\pm$ 8,10)
okt 13-mars 14	*	*
mars 14-sept 14	3,40 ( $\pm$ 0,75)	87,00 ( $\pm$ 10,88)
sept 14-april 15	3,61 ( $\pm$ 1,20)	94,28 ( $\pm$ 6,70)

\*Data for temperatur og RH gikk tapt i denne lagringsperioden.

For klippfisk lagret på Nofima Ås har relativ fuktighet i gjennomsnitt vært på 82 % ( $\pm$  5,6 %), mens temperaturen har holdt et gjennomsnitt på 3,1 °C ( $\pm$  1,3 °C).

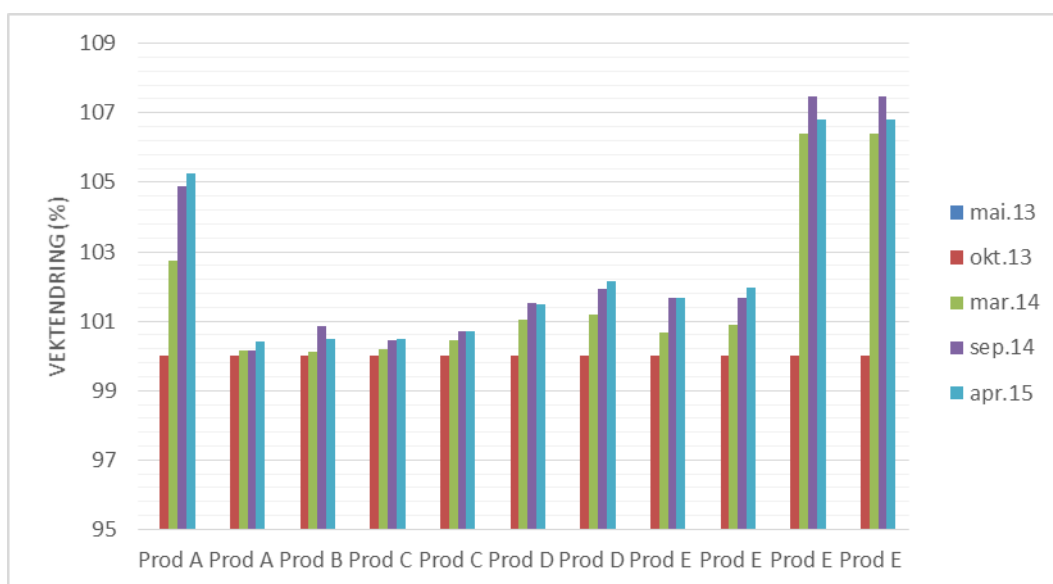
### 4.2 Vektutvikling

Klippfisk ble veid hver 6 måned. Ved første vurdering ble fisken veid sammen med kassen. I den kommende lagringsperioden på 6 måneder observerte vi at noen av kassene med klippfisk ble fuktige. Fukt kunne enten skyldes fukt i kjølerommet eller fukt fra klippfisk. I de resterende veiingene ble derfor kun vekten av klippfisk målt. På grunn av dette er ikke første veiing av klippfisk tatt med i oversikten over vektutviklingen gjennom lagringsperioden. Vi har definert vekt etter 6 måneders lagring som utgangspunktet (100 %). Vektendringer i den påfølgende målingene ble deretter vurdert ut ifra denne vekten. Dette ble gjort for klippfisk lagret både ved Nofima, Tromsø (Figur 2) og på Nofima, Ås (Figur 3).





Figur 2 Vektutvikling av klippfisk fra produsent A-E. Klippfisken er lagret ved Nofima Tromsø



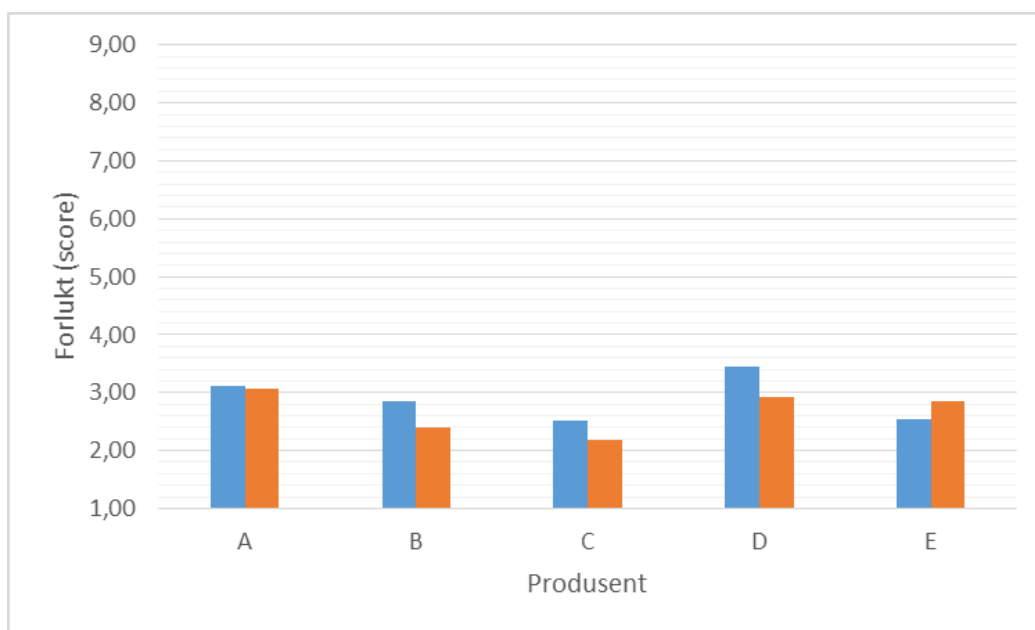
Figur 3 Vektutvikling av klippfisk fra produsent A-E. Klippfisken er lagret på Nofima Ås.

Med unntak av klippfisk fra produsent E, ble det registrert en vektreduksjon gjennom hele lagringsforløpet for fisken som var lagret i Tromsø (Fig 2). For klippfisk lagret på Ås, ble det registrert en vektøkning (Figur 3). Dette har mest sannsynlig sammenheng med vannsøl og oppfukning av klippfisken mens den var lagret.

### 4.3 Sensorikk

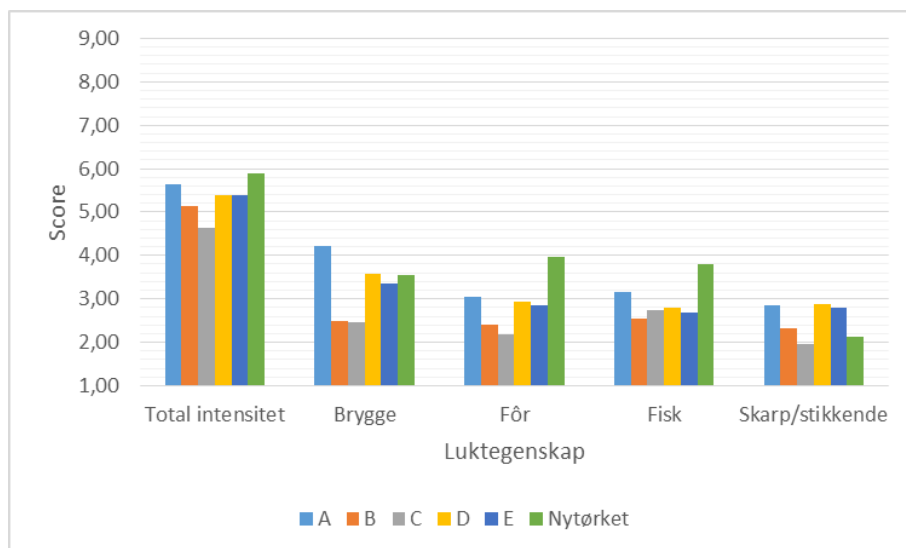
Før langtidslagringen ble lukteegenskapene definert og beskrevet (vedlegg 3). I noen få kasser observerte vi at det var forskjeller mellom enkelte klippfisk fra samme kasse. Generelt var forskjellene små (vedlegg 7), og vi konkluderte ut i fra dette med at klippfisk fra samme kasse var homogen med hensyn på lukt.

Lukteegenskapen fôrlukt er definert som lukt av fiske-, hundefôr og tørrfisk. Hvorvidt dette er en positiv eller negativ attributt kan diskuteres, men siden klippfisk er tørket, må det antas at lukten bestandig vil være til stede. Gjennomsnitt for fôrlukt fra hver produsent før og etter langtidslagringen er presentert i Figur 4. En score på 3 indikerer at lukten oppfattes som en antydning i lukt av fôr.



Figur 4 Gjennomsnittsverdier for fôrlukt mellom produsentene A-E vurdert før (blå) og etter (rød) langtidslagring i 26 måneder ved 4 °C.

En samlet oversikt over gjennomsnittsverdiene fra den sensoriske vurderingen etter langtidslagringen er vist i vedlegg 7. For å ha en referanse til klippfisken som var langtidslagret fikk dommerne vurdere en nytørket klippfisk. Dette ble gjort for lettere å kunne vurdere lukt av langtidslagret klippfisk, og dermed få en bedre forståelse av utviklingen av lukt etter lagringen. Statistiske beregninger viser at det er signifikante forskjeller for egenskapene: total luktintensitet, brygge, fôr, fisk og skarp/stikkende. Dette betyr at for disse lukteegenskapene er det en forskjell mellom nytørket og langtidslagret klippfisk. Klippfisken som var langtidslagret ble samlet bedømt som signifikant forskjellig fra nytørket klippfisk for egenskapene; total luktintensitet, brygge, fôr, fisk og skarp/stikkende (Figur 5).



*Figur 5 Gjennomsnittsverdier for total luktintensitet, brygge, fôr, fiske og skarp/stikkende lukt for langtidslagret klippfisk fra produsentene A, B, C, D, E og nytørket klippfisk. Dette er luktegenskapene som ble vurdert som signifikant forskjellige fra nytørket klippfisk.*

Mellom klippfisken som var langtidslagret var det luktegenskapene «total luktintensitet» og «brygge» som varierte mest mellom de ulike produsentene (Figur 5). Total luktintensitet beskriver hvor sterk lukten er av produktet og klippfisk fra produsent A ble bedømt med en høyere luktintensitet sammenlignet med de øvrige. Lukten «brygge» beskriver en lukt som minner om fisk som er lagret en stund. Dommerne bedømte klippfisk fra produsent A med en sterkere bryggelukt sammenlignet med de andre produsentene. Uønskede luktegenskaper som fermentert/sur ble også observert på langtidslagret klippfisk (Vedlegg 7), men med en svært lave score, det vil si fra 1–2,5 på skala fra 1 til 9.

Før begge de sensoriske vurderingene ble det i forkant av analysen trent på klippfisk med forskjellig lagringstid. På denne måten fikk dommerne trene og kalibrere på riktig bruk av skalaen (1=ingen intensitet 9=tydelig intensitet). Dette er en forutsetning for å sammenligne bedømmelser før og etter langtidslagring. Likevel må resultater tolkes forsiktig på grunn av tiden mellom de to analysene. Noen dommere i panelet har i mellomtiden blitt byttet ut, og selv med trening og kalibrering kan det være forskjellige oppfatninger i bruk av skalaen.

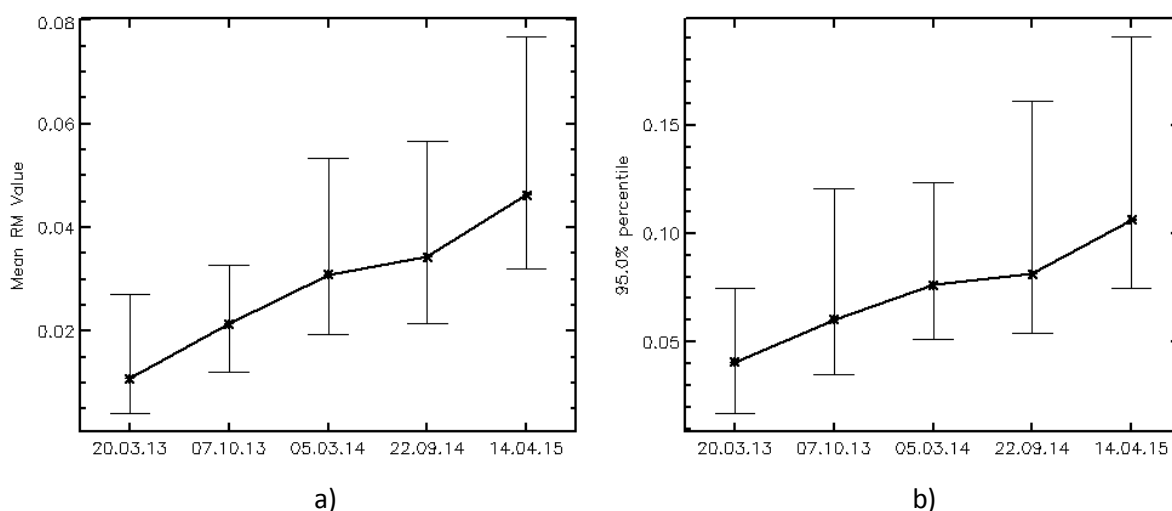
Utvikling av luktegenskaper i lagringsperioden er presentert med figurer i vedlegg 8. Samlet sett vises ingen klare trender i luktutvikling; det er lav utvikling og forskjellene er små. Dette viser at klippfisken lagret i 26 måneder er stabil ved lagring ved 4 °C. De mer uønskede luktene som «sur fermentert», «skarp/stikkende» og «harsk» ble bedømt med lav score. Dette indikerer også stabilitet gjennom lagringsperioden.

## 4.4 Spektroskopiske målinger

### Modellering av rødmiddrespons

Resultatene for rødmiddresponsen er oppsummert i Figur 6, der a) viser gjennomsnittlig rødmiddrespons for hele klippfisk, og b) viser 95-persentilen, det vil si at 95 % av klippfisk ligger innenfor den indikerte verdien. Gjennomsnittsverdien er lite sensitiv der rødmidd vokser opp i små klynger og kun dekker et lite område på fisken. Dette er grunnen til at 95-persentilen også er inkludert, ettersom denne er for tilfeller der rødmidd dekker 5 % eller mer av fisken. Figur 6 inkluderer vertikale stolper, som indikerer intervaller der 95 % av prøvene faller innenfor.

Formen på de to plottene er relativt lik, med en gradvis økning utover i lagringsforløpet. Dette betyr at det ikke er små, lokale områder der det vokser opp rødmidd, men at det heller er en generell økning i rødmiddrespons. Verdiene er svært lave, langt under grensen på 0,6 for synlig rødmidd. Den svake økningen i rødmiddrespons skyldes mest sannsynlig små endringer i prøvene som korrelerer med absorbansspekteret for rødmidd, uten at det er noen faktisk vekst av rødmidd.



Figur 6 Rødmiddrespons for alle fisk i forsøket. a) Gjennomsnitt, b) 95-persentil. Grensen for synlig rødmidd er 0,6. Begge plott er vist med medianverdi (heltrukken linje) og vertikale strek som viser intervaller der 95 % av analyseresultatene ligger innenfor.

Lave verdier for rødmiddrespons er som forventet i og med at rødmidd først starter å vokse over 8 °C. Et naturlig nivå rødmidd i klippfisk lagret ved lav temperatur er på maksimalt 1000 rødmidd per g klippfisk (Lorentzen *et al.*, 2015). Grensen for synlig rødmidd er på 10.000.000 rødmidd per g klippfisk. Det var derfor ikke forventet noe utslag for rødmiddrespons.

### Fargemålinger på tykkfisk

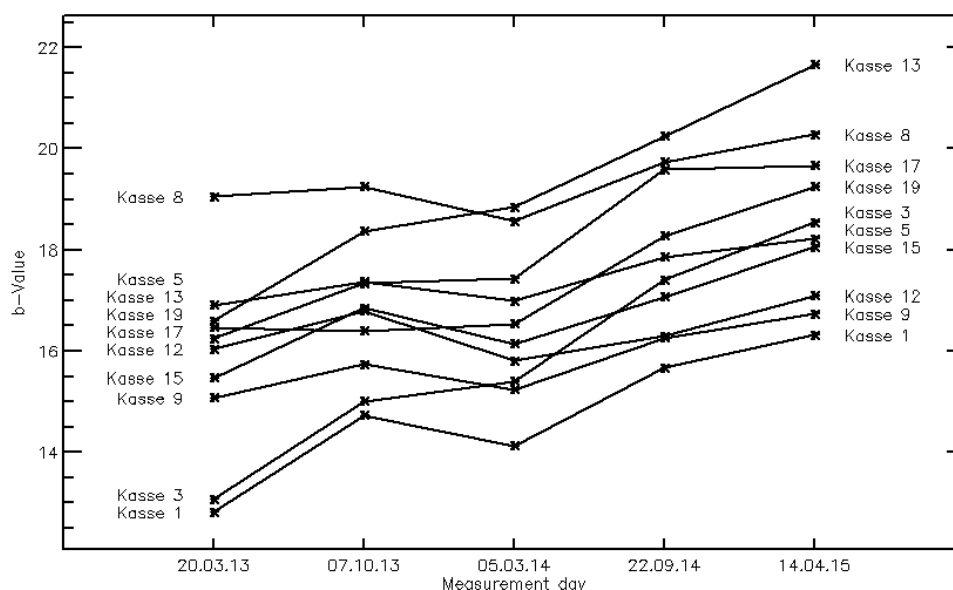
Gjennomsnittlige verdier for  $L^*$  og  $b^*$ , for alle klippfiskene i lagringsforsøket (Figur 7 og Figur 8). I vedleggene 5 og 6 vises utviklingen av  $L$  og  $b$ -verdi kassevis inklusive intervaller som tilsvarer  $\pm$  ett standardavvik basert på gjennomsnittet (SDM), som beregnes som

$$SDM = \frac{STD}{\sqrt{N}}$$

der STD er standardavviket og  $N$  er antallet klippfisk (148). SDM er et mål på unøyaktigheten for den beregnede gjennomsnittsverdien.

Figur 7 viser at L\*-verdien, den generelle lysheten til prøvene, reduseres i løpet av lagringsperioden. Det vil si at klippfisker blir mørkere. I perioden mellom 1 og 1 ½ års lagring får alle klippfiskene en mørkere overflate.

Figur 8 viser at b\*-verdiene øker fra rundt 15,5 til 18,5 i løpet av lagringsperioden. Selv om endringen kun er moderat sammenlignet med det mulige området for b\*-verdier (-60 til 60), indikerer dette likevel en markant økning i «gulhet». I likhet med utvikling av mørkere overflate, blir også alle klippfiskene markert gulere i perioden 1 til 1,5 års lagring.



Ved hjelp av statistiske teknikker (PCA; Principal Component Analysis) ble resultatene fra den sensoriske bedømmelsen sammenlignet med resultater fra de spektroskopiske verdiene for lyshet og gulffarge (Figur 9). Et PCA plott viser sammenhenger og ulikheter mellom variablene som det måles på og hvordan de enkelte prøvene plasseres i forhold til dette. Dette ble gjort for klippfisk både før og etter langtidslagringen. I PCA plottet er lyshet  $L^*$  (blå sirkel) oppe til venstre hjørne, mens gulffarge  $b^*$  (rød sirkel) ligger oppe til høyre hjørne. E1 og E2 (tilsvarende kasse 17 og 19) ligger nærmest lyshet. Dette indikerer at klippfisken i disse kassene var mest hvite noe som også understøttes i Figur 8. Klippfisk fra kassene A2 og C1 (tilsvarende kasse 8 og 13) ligger nærmest gulffarge hvilket samsvarer. Dette er i samsvar med Figur 8.

Figur 9 PCA plott på data fra sensorikk, lyshet og gulfarge ved start og slutt av lagringsforsøket. Forklart variasjon i de 2 dimensjonene er i sum 77 %. Prøver med (bokstav) 1 er gjennomsnitt fra 1 kasse fra start i 2013 mens (bokstav) 2 er gjennomsnitt fra 1 kasse med resultat fra 2013 og 2015

## 4.6 Kommersiell vraking

Resultater fra vrakingen er samlet og presentert i vedlegg 9. Jevnt over ble de samme avvikene observert av vrakerne. Dette var avvik som spalting, blod, gulfarge, leverflekker, feilskjæring, løst ørebein, tynn buk, rester av svømmeblære og rundspord. Generelt kan avvikene deles opp i to hovedgrupper der den ene gruppen er avvik som kan tilskrives fysiske egenskaper som ikke påvirkes av lagringstid. Dette inkluderer spalting, feilskjæring, løse ørebein, rester av svømmeblære og rundspord. Spalting og løse ørebein har mest sannsynlig sammenheng med at klippfisk har vært håndtert en rekke ganger i forbindelse med vurderingene gjennom lagringsperioden. Derfor bør ikke disse avvikene vektlegges for mye. I den andre gruppen er avvik vi forventer vil endres med lagringstiden, for eksempel fargeavvik. Dette er fargeendringer som kan tilskrives blodrester, rester av lever, og en generell gulning av fiskekjøttet. Rester av lever og blod vil gi et mere markant fargeavvik med lagringstiden. Fargeendringen er naturlig og relateres til harskning og oksydasjon av fiskekjøttet.

Klippfiskene ble vurdert i en tilfeldig rekkefølge. Likevel var det tydelig at klippfisk fra produsent D og E hadde færre registrerte avvik sammenlignet med klippfisk fra produsent A, B og C. Klippfisk fra produsent D og E representerer klippfisk fra kassene 9, 12, 17 og 19. De spektroskopiske målingene viste at klippfisk fra disse kassene var mindre gul og lysere sammenlignet med klippfisk fra de andre produsentene (Figur 8 og Figur 9). Selv om gulfarge og lyshet er målt i et avgrenset område på klippfisk (Figur 5) indikerer dette en sammenheng mellom vrakernes bedømmelser og de spektroskopiske målingene.

Enkelte av vrakerne var godt kjent med hvilke krav supermarkedskjeder i Brasil stiller, mens andre hadde mindre kjennskap til dette. Dette er sannsynligvis forklaringen på hvorfor noen av vrakerne har registrert flere avvik sammenlignet med andre vrakere. Til tross for dette var vrakerne bra samstemte i hvilke egenskaper som var avvikende og som dermed gjorde at klippfisk ble nedklassifisert til universal.

Resultatene fra vrakingen viser at det er ekstra viktig med en god utblødning og fjerning av leverrester dersom klippfisk skal lagres over en to-årsperiode. Rester av blod og lever på fisken blir ekstra godt synlig når klippfisk lagres over en lengre tidsperiode.

## 5 Konklusjon

Klippfisk lagret i 26 måneder ved 4 °C har blitt vurdert ut fra sensoriske egenskaper (lukt og utseende), spektroskopi (lyshet og gulfarge) og kommersiell vraking. Lagringsbetingelsene var stabile og kontrollerte gjennom hele perioden.

Resultatene viser at klippfisken ble gulere og mørkere i løpet av lagringsperioden. Dette tilskrives naturlige reaksjoner som følge at harskningsprosesser og oksydasjon. Utviklingen av gulfarge og mørkere farger varierte mellom klippfisk fra de ulike produsentene. Klippfisk fra noen produsenter ble målt til å være mindre gul etter 26 måneder lagring enn det klippfisk fra andre produsenter ble målt til å være før langtidslagringen startet. Tilsvarende observasjoner ble gjort med hensyn på utvikling av mørk farge. Dette viser store individuelle variasjoner i klippfisk mellom de forskjellige produsentene. Det sensoriske dommerpanelet vurderte en svak lukttutvikling gjennom lagringsperioden. Lukteegenskapene «total luktintensitet, «brygge», «fôr», «fisk» og «skarp/stikkende» varierte mest mellom de ulike klippfiskprodusentene, mens «harsk» og «sur/fermentert» hadde lave score etter langtidslagring.

Kommersiell vraking av klippfisk viste at dårlig utblødning og leverrester ble ekstra godt synlig etter lang tids lagring. Disse avvikene ble også oppgitt som grunn for nedklassifiseringen til universal.

Lagringsforsøket viser at selv om klippfisken endret farge og viste en svak utvikling av enkelte lukteegenskaper, var ikke dette noen avgjørende grunn til at klippfisken ble nedklassifisert til universal ved vrakingen. Nedklassifiseringen tilskrives fysiske avvik som spalting, løse ørebein og løs spord. Disse avvikende skyldes håndtering av klippfisken gjennom forsøket.

Det konkluderes dermed med at kommersiell klippfisk produsert av torsk lagret i 26 måneder ved 4 °C har en god lagringsstabilitet, og at holdbarheten kan settes til 2 år.



## 6 Referanser

- Barnung, T.N. (2000). Storage of klippfish produced of the species cod, ling, tusk and saithe. Brev utstedt av Fiskeridirektoratet, Region Møre og Romsdal. 01.03.2000.
- Codex Alimentarius (2005). Codex standard for salted fish and dried salted fish of the gadidae family of fishes. Codex Stan 167 – 1989.
- ISO 8589 (2007). Sensory Analysis. General guidance for design of the test rooms. <http://www.iso.org>
- ISO 13299 (2003). Sensory analysis- Methodology – General guidance for establishing a sensory profile. <http://www.iso.org>.
- ISO 8586-1 (1993). Sensory Analysis. General guidance for the selection, training and monitoring of assessors – part 1: selected assessors, international organization for standardization, Geneva, Switzerland.
- Lorentzen, G., J.O. Johansen, K. Heia, A.H. Sivertsen, M.H. Skjelvareid, B. Gundersen & M.S.W. Breiland, (2015). Holdbarhet på klippfisk. Forbedret prosedyre for prøveuttak (AP1). Rapport 27/2015, Nofima, Tromsø.
- Lorentzen, G., M.S.W. Breiland, J. Østli, J. Wang-Andersen & R.L. Olsen (2015). Growth of red halophilic microorganisms and histamine content in dried salt-cured cod (*Gadus morhua* L.) stored at elevated temperature. *LWT – Food Science and Technology*, **60**:1, pp. 598–602.

## **7 Vedlegg**

Vedlegg 1: Råstoff

Vedlegg 2: Koder for kasser lagret ved Nofima Tromsø og Nofima Ås

Vedlegg 3: Nomenklatur sensorikk, utviklet av sensorikkpanelet Ås

Vedlegg 4: Enkel sensorisk vurdering

Vedlegg 5: Resultater L-verdier kassevis

Vedlegg 6: Resultater b-verdier kassevis

Vedlegg 7: Resultater sensorisk analyse start og slutt

Vedlegg 8: Resultater sammenligning sensorisk analyse start og slutt

Vedlegg 9: Resultater fra kommersiell vraking

## **Vedlegg 1 - Informasjon om klippfisk kjøpt inn til lagringsforsøk**

### **Produsent A**

Ferskt råstoff. Fisken ble produsert (tørket) 20.2 2013.

### **Produsent B**

Råstoff er tint trålfisk og garnfisk. Pickle saltet med lake. Saltet 3. januar 2013. Tørket 24. januar 2013.

### **Produsent C**

Frosset, tint råstoff.

### **Produsent D**

Råstoffet er fersk torsk fra kystflåten, lakesaltet med mettet saltlake (24 baumegrader) og deretter tørket. Fisk av størrelse 13/15 fisken er tørket 16/10–2012. Fisk av størrelse 16/20 fisken er tørket 31/8–2012.

### **Produsent E**

Ferskt råstoff, fisken ble mottatt: 29.01.2013, flekket: 29.01.2013, gradet: 11.02.2013, pålødd: 22.02.2013, inn i tørke: 22.02.2013, ut av Tørke: 27.02.2013, pakket: 01.03.2013. Fisken er merket henholdsvis 13/15 og 16/20.

## Vedlegg 2 - Koder for kasser lagret ved Nofima Tromsø og Nofima Ås

Produsent	Ås	Ås	Tromsø	Tromsø
A	K6	K7	K5*	K8
B	K2	K4	K1*	K3
C	K14	K16	K13*	K15
D	K10	K11	K9*	K12
E	K18	K20	K17*	K19

Kasser med merket med \* betyr at det er tatt ut fisk for måling av fuktighet (se Tabell 2)

### Vedlegg 3 - Sensoriske egenskaper for klippfisk, utviklet av sensorisk panel ved Nofima

Sjøluk	Relateres til lukt av frisk salt sjø Ingen intensitet = ingen sjøluk Tydelig intensitet = tydelig sjøluk
Bryggeluk	Relateres til lukt av fisk som er gammel, lagret, TMA Ingen intensitet = ingen bryggeluk Tydelig intensitet = tydelig bryggeluk
Metall-lukt	Lukt av metall (ferrosulfat) Ingen intensitet = ingen metallukt Tydelig intensitet = tydelig metallukt
Førlukt	Relateres til lukt av fiske-, hundefør og tørrfisk Ingen intensitet = ingen førlukt Tydelig intensitet = tydelig førlukt
Fiskeluk	Relateres til lukt av hvitfisk Ingen intensitet = ingen fiskeluk Tydelig intensitet = tydelig fiskeluk
Våt hundepels	Relateres til lukt av våt/bløt hundepels Ingen intensitet = ingen lukt av hundepels Tydelig intensitet = tydelig lukt av hundepels
Fermentert/sur lukt	Relateres til lukter som oppkommer fra bakterier, dårlig sur Ingen intensitet = ingen fermentert/sur lukt Tydelig intensitet = tydelig fermentert/sur lukt
Skarp/stikkende lukt	En skarp, stikkende lukt (ammoniakk, svovel) Ingen intensitet = ingen skarp stikkende lukt Tydelig intensitet = tydelig skarp stikkende lukt
Harsk lukt	Relateres til lukt av oksiderte fettstoff (gress, høy, stearin, maling) Ingen intensitet = ingen harsk lukt Tydelig intensitet = tydelig harsk lukt

## Vedlegg 4 - Enkel sensorisk vurdering, resultater sortert etter produsent

Kasse nr 5	Produsent A
Vurdering no	Beskrivelse
2	Gul, prima lukt
3	Godt moden lukt. Varierende gulfarge.
4	Prima lukt. Godt moden lukt. Nederste fisk er mere saltkvit enn fisk som er øverst. Denne virker å ha en jevnere fuktighet
5	Flere fisk med brunmidd. Ikke gule kolonier. Mere lukt av fuktig fisk enn av tørr fisk. Bløtere og mørkere fisk på toppen enn på bunnen

Kasse nr 6	Produsent A
Vurdering no	Beskrivelse
2	Prima utseende og lukt, men noe synlig fuktighet: Denne kassen hadde stått nederst mot pallen og kassen var oppfuktet på undersiden, i sær der hvor pappen ikke var «beskyttet» av pallens treverk. Det var tendenser til synlig væskedannelse i kassebunn. Ompakket i ny pappkasse.
3	Fukt i bunnen på esken. Homogen farge, lyst gul. Middels moden. Prima. Fisken har fra sist gang ikke blitt noe dårligere, tipper den har tørket opp noe og at fukt i bunnen kommer av at fisken var fuktig ved siste uttak!?
4	Generelt fuktig fisk, litt væske i bunn av eske (ble tørket opp og kassen med fisk ble stått åpen før lufting til vurdering var ferdig). Homogen farge, middels gul. Middels litt over moden. Prima. Fisken har fra sist modnet noe mer. Fortsatt fuktig fisk, en del væske på fisken i bunn, rekkefølge er derfor snudd! Fisken oppleves som mer gul grunnet fuktig fisk!
5	Farge gul, væske i bunn (ble tørket opp) hard fisk, prima kvalitet og moden fisk. Ellers som beskrevet ovenfor.

Kasse nr 7	Produsent A
Vurdering no	Beskrivelse
2	Prima utseende (tendenser til gulning?) og lukt
3	De øverste fiskene er mørkere i fargen. Grunnen er mangel på salt på overflaten. Går mot gul. Prima lukt. Mellom middels og lite moden.
4	Generelt gul. Prima lukt. Noe under middels.
5	Tør og fin, gul farge, moden lukt og en del misfarging

Kasse nr 8	Produsent A
Vurdering no	Beskrivelse
2	Gult utseende, prima lukt
3	Varierende gulfarge. Noe kraftigere lukt av fisk som er gulere.
4	Enkeltfisk er flekkvis gul. Ingen klar forskjell mellom topp og bunn. Moden lukt, ingen avvikende lukt.
5	Tørr gul overflate. Færre gule kolonier enn K13 og K1. Stor fisk. Skarpere moden lukt sammenlignet med K13 og K1.

Kasse nr 1	Produsent B
Vurdering no	Beskrivelse
2	Prima lukt og farge
3	Litt tørrere, kvitere overflate. Prima lukt, normal farge.
4	Moden lukt, under middels moden lukt sammenlignet med de andre fiskene. Mindre synlig forskjell mellom fisk i topp og bunn
5	Litt fuktig , minner mere om K13. Mere gule prikker enn på K15 og K12. Prima lukt (moden).

Kasse nr 2	Produsent B
Vurdering no	Beskrivelse
2	Prima utseende (noe mørk) og lukt
3	Homogen. Prima. Hvit. Prima lukt. Lite moden
4	Antydning til gul. Prima lukt. Noe moden.
5	Tørr og fin, fast, antydning til gul farge, prima kvalitet og moden lukt.

Kasse nr 3	Produsent B
Vurdering no	Beskrivelse
2	Svak gul - prima lukt
3	Litt bløt, men ikke så bløt som fisk i K8. Moderat moden lukt.
4	Moden lukt, prima utseende. Gule prikker fordelt på både skinn og kjøttside.
5	Moden lukt, varierende luktintensitet. Mye gule kolonier. Totalinntrykk; gult fargeskjær på kjøttet.

Kasse nr 4	Produsent B
Vurdering no	Beskrivelse
2	Denne kassen hadde stått nederst mot pallen og kassen var tydelig fuktig på undersiden, i sær der hvor pappen ikke var «beskyttet» av pallens treverk. De 5-6 nederste fiskene var oppfuktet og det var synlig væskedannelse i kassebunn. Fisken ble ikke veid og den ble ompakket i ny pappkasse
3	Homogen farge, hvit/gul, prima. Prima lukt. Mot middels moden.
4	Lite før mye fukt på overflaten av fiske. Rekkefølge på fisk er snudd! Noe gul. Prima lukt. Noe moden.
5	Noe gul fisk, fast og fin, prima kvalitet, tørr lite moden lukt. Ellers som oven

Kasse nr 13	Produsent C
Vurdering no	Beskrivelse
2	Prima klippfisk
3	Litt bløt i konsistens. Litt gulere, mindre løst salt på overflaten. Prima lukt som i K 12.
4	Middels moden lukt, frisk. Ikke gul misfarge.
5	Litt gul misfarging på fisk i tillegg til gule prikker. Litt over middels moden lukt. Prima lukt.

Kasse nr 14	Produsent C
Vurdering no	Beskrivelse
2	Prima utseende og lukt
3	Prima utseende, homogen. Noen fisk har lite salt. Hvit/lite gul. Prima lukt. Mellom middels og lite moden.
4	Homogen, noe gul farge. Prima lukt. Noe moden.
5	Tørr og fin, noe gul fisk, litt misfarging, en del salt som er borte, prima kvalitet, noe under middels moden.

Kasse nr 15	Produsent C
Vurdering no	Beskrivelse
2	Prima lukt og utseende
3	Litt gulaktig. Prima lukt. Litt mindre modnet lukt sammenlignet med K12.
4	Moden lukt, litt under middels. Litt gul misfarging. Ellers en jevn kvit overflate.
5	Litt lite salt på buk. Moden lukt, litt mere enn middels moden lukt. Litt tørrere enn K13.

Kasse nr 16	Produsent C
Vurdering no	Beskrivelse
2	Prima utseende og lukt, men noe synlig fuktighet. Denne kassen hadde stått nederst mot pallen og kassen var oppfuktet på undersiden, i sær der hvor pappen ikke var «beskyttet» av pallens treverk. Det var tendenser til synlig væskedannelse i kassebunn. Ompakket i ny pappkasse
3	Lå vann under presenning, på lokket! Ble tørket opp! Homogen gruppe. Lite moden. Utseende er prima, hvit/gul. Prima lukt.
4	Generelt fuktig fisk. Lite fuktig bunn i esken (ble tørket opp). Rekkefølgen er snudd grunnet fuktig fisk, spesielt i bunn. Fisken oppleves som mer gul grunnet fuktig fisk! Noe gul. Lite moden lukt. Prima.
5	Veske i bunn (ble tørket opp), noe gul farge, prima kvalitet og middels moden. Noen fisk er tatt med til Tromsø før vraking.

Kasse nr 9	Produsent D
Vurdering no	Beskrivelse
2	Prima lukt og utseende
3	Jevnt gulere enn fisk fra de øvrige kassene. Prima lukt.
4	Prima lukt. Mindre moden lukt sammenlignet med de fire første kassene. Fisk nederst er kvitere enn fisk på topp
5	Toppfisk er bløtere enn fisks på bunn. Fisk på topp er mørkere enn fisk på bunn. Mere lukt av fisk som er fuktig. Ingen gule kolonier.

Kasse nr 10	Produsent D
Vurdering no	Beskrivelse
2	Prima utseende og lukt
3	Tørr. Homogen. Hvit/litt gul. Prima utseende. Prima lukt. Lite moden.
4	Ikke så fuktig. Begynner å bli gul. Prima lukt. Nesten middels moden lukt. Noe misfarging i buklapper.
5	Tørr og fin fisk, litt misfarging, noe gul, hard, prima kvalitet og litt under middels moden i lukt.

Kasse nr 11	Produsent D
Vurdering no	Beskrivelse
2	Prima utseende og lukt
3	Prima utseende, homogen. Noen fisk har lite salt. Lite gul. Prima lukt. Middels moden.
4	En del misfarging (stort sett der det finnes rester av blod, slo), lite salt oppleves derfor som gul. Prima lukt. Middels moden.
5	Tørr og fin, noe gul fisk og noe misfarging, hard og fin, prima kvalitet, middels moden.

Kasse nr 12	Produsent D
Vurdering no	Beskrivelse
2	Litt gul, prima lukt
3	Prima lukt. Noe gulaktig. Lite salt på noen fisk
4	Middels moden lukt, antydning til gul misfarge, dette er også kombinert med mindre saltmengde. Tørrere fisk i bunnen enn på topp i esken.
5	Modne lukt, gul misfarging. Lite salt i buk. Tørr.



Kasse nr 17	Produsent E
Vurdering no	Beskrivelse
2	Litt gul - prima lukt.
3	Litt mere moden lukt, litt gul på farge
4	Prima lukt, litt gult utseende. Kvitere fisk nederst, gulere fisk øverst.
5	Bløtere overflate på fisk øverst, tørrere fisk nederst. Mere moden lukt på fisk i bunnen enn fisken på topp. Svært lite gule prikker / kolonier

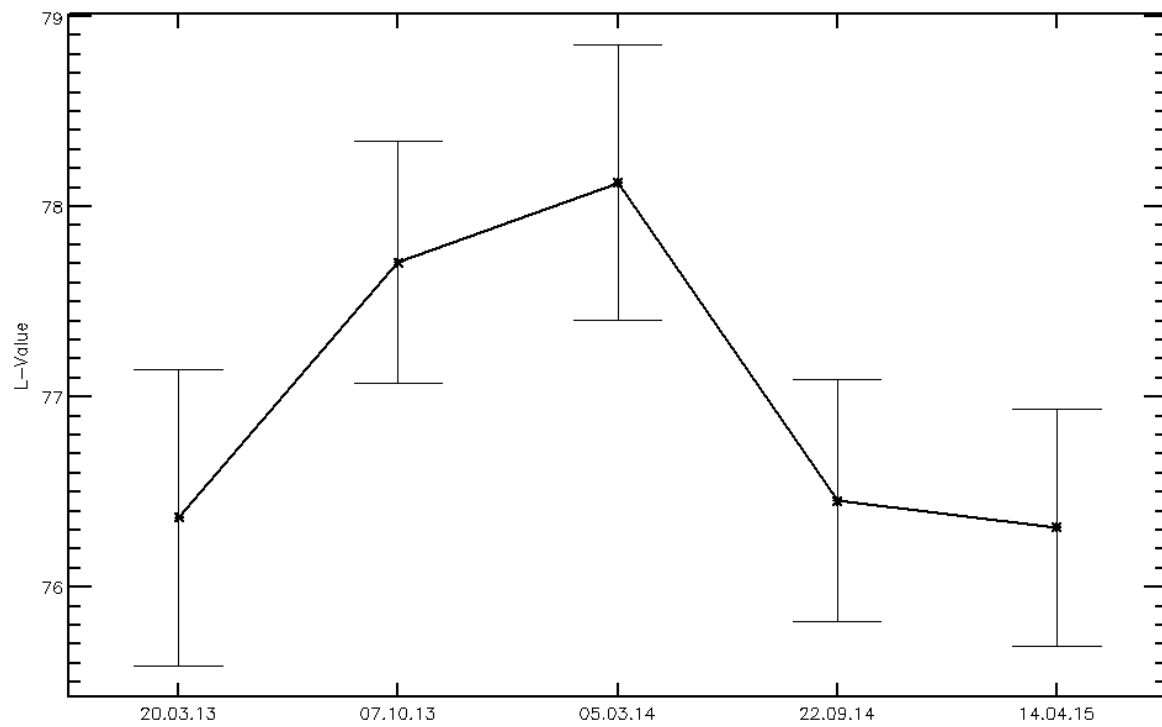
Kasse nr 18	Produsent E
Vurdering no	Beskrivelse
2	Prima utseende og lukt, men så «fuktig ut»
3	Litt stiv. Homogen farge. Prima lukt. Lite mot middels moden. Generelt fuktig. Vann i bunnen av esken, som har gått igjennom esken. Lite salt. Prima lukt. Gul. Midt i mellom moden. Fisken som lå på toppen legges i bunn.
4	Antydning til gul. Litt under middels moden.
5	Tørr og hard, gul, middels moden og prima kvalitet.

Kasse nr 19	Produsent E
Vurdering no	Beskrivelse
2	Prima - lys i fargen
3	Prima lukt, jevnere tørkegrad enn for
4	Prima lukt. Lysere / saltkvit fisk nederst, gulere fisk øverst.
5	Fisk på topp bløtere (mørkere) enn fisk på bunn som var tørrere (lysere). Fisk på topp er ikke utsatt for trykk fra kasser oppå. Mere moden lukt av fisk på topp (grenser til overmoden/harsk (negativt)). Fisk på bunn; prima lukt, moden.

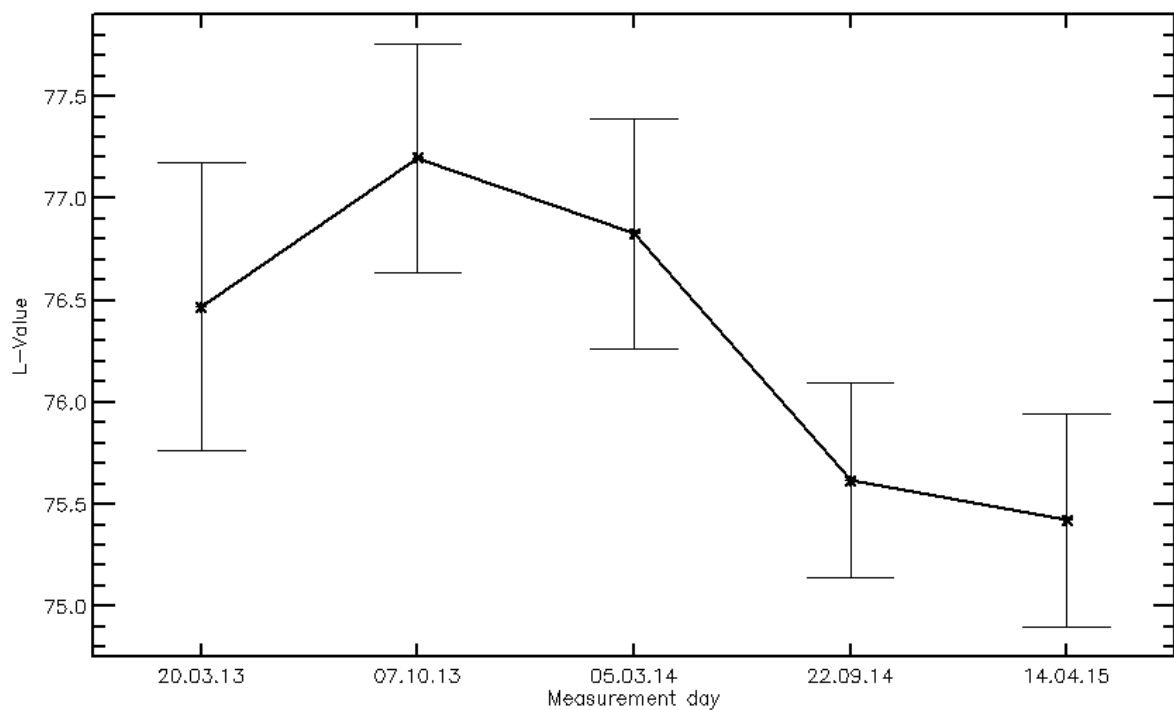
Kasse nr 20	Produsent E
Vurdering no	Beskrivelse
2	Prima utseende og lukt
3	Tørr/stiv. Hvit/gul. Homogen. Prima lukt. Lite mot middels moden.
4	Antydning til gul. Noe moden lukt. Prima.
5	Kjempe tørr, hard, gul, middels moden lukt.

## Vedlegg 5 - Resultater L-verdier, kassevis (kun for kasser lagret ved Nofima Tromsø)

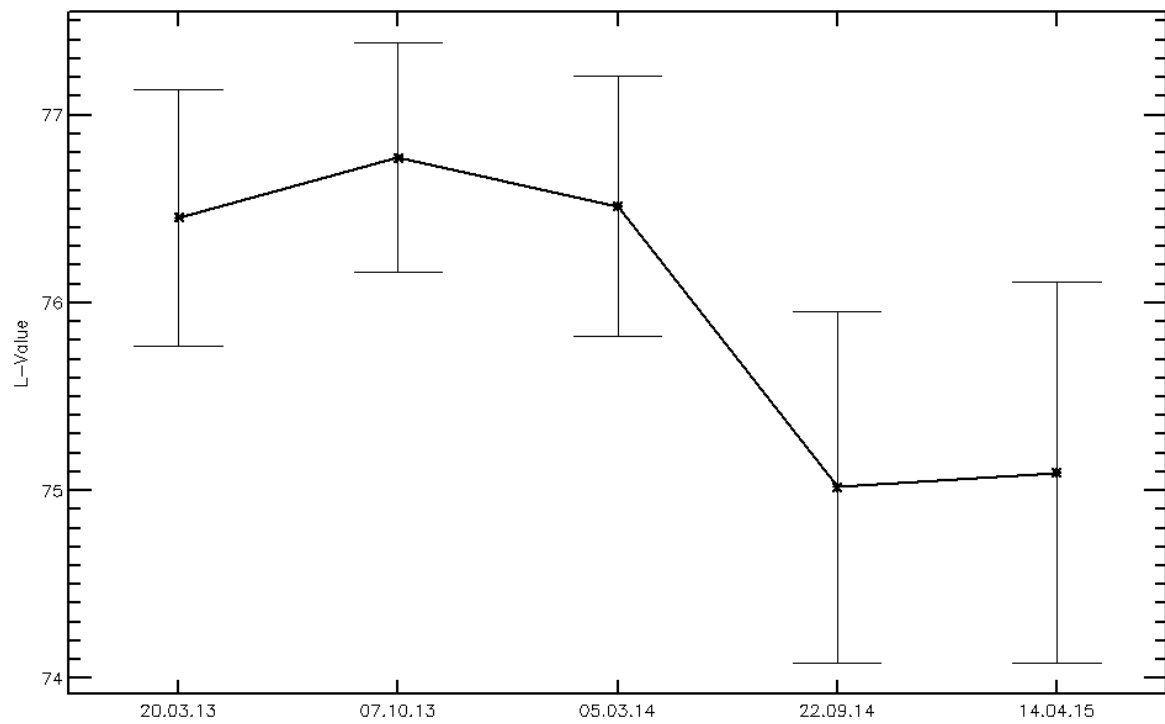
Kasse no 1



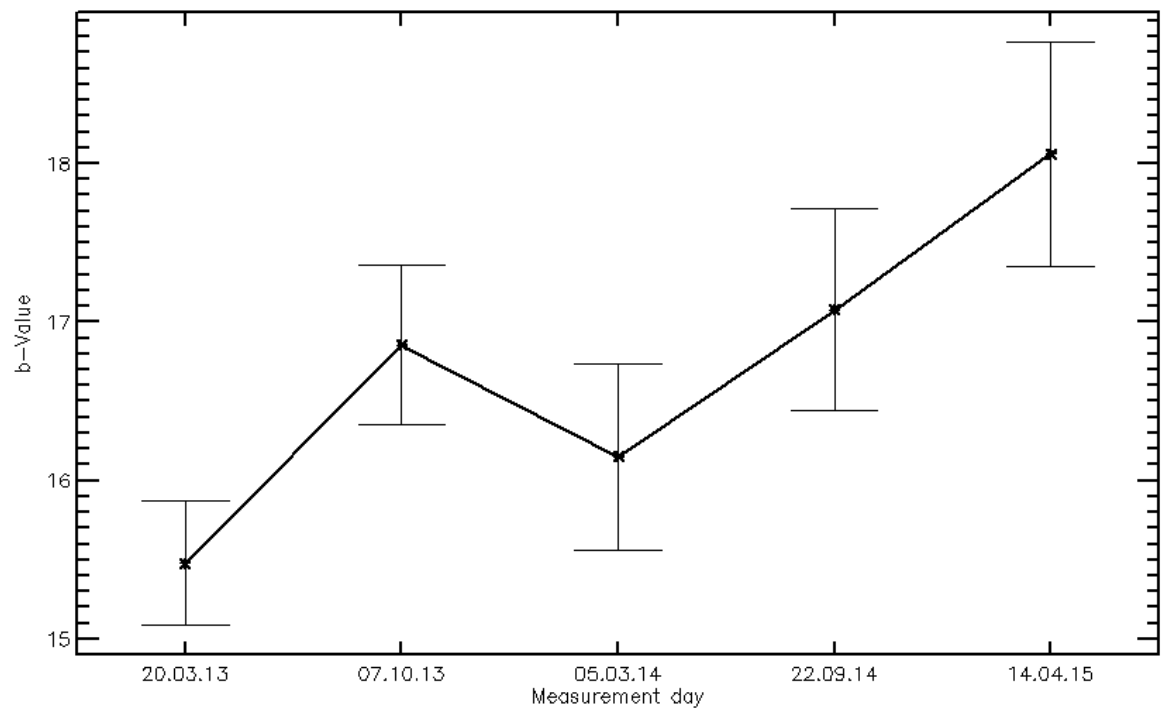
Kasse no 3



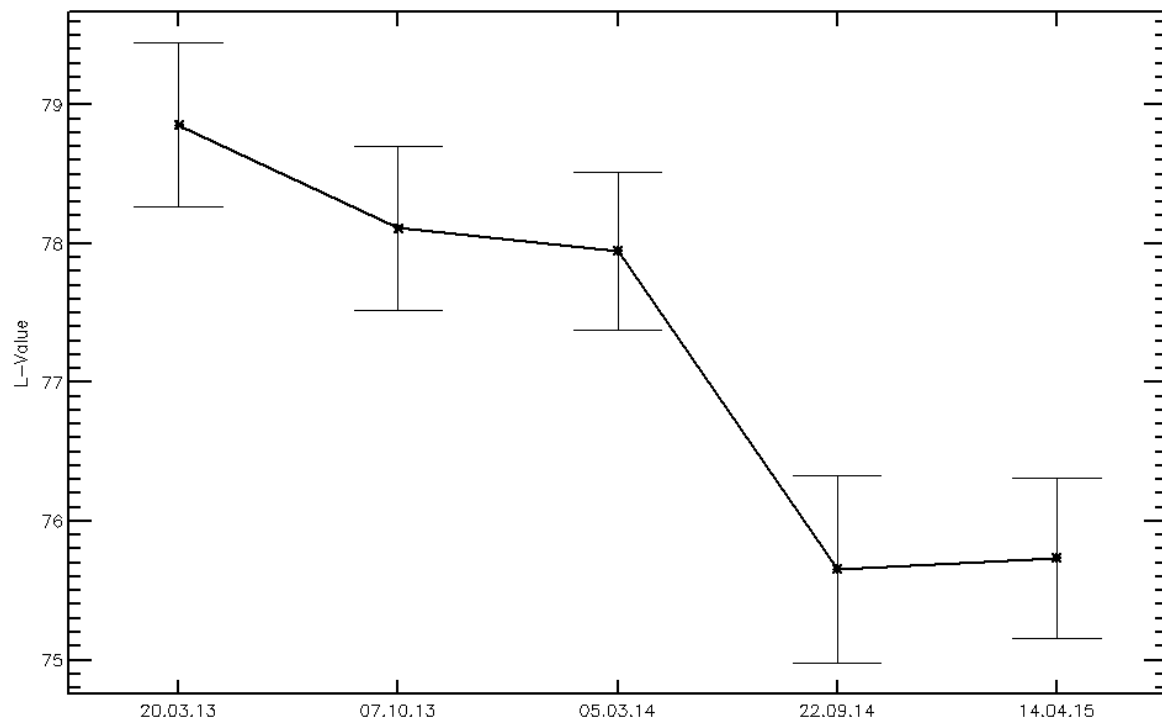
Kasse no 5



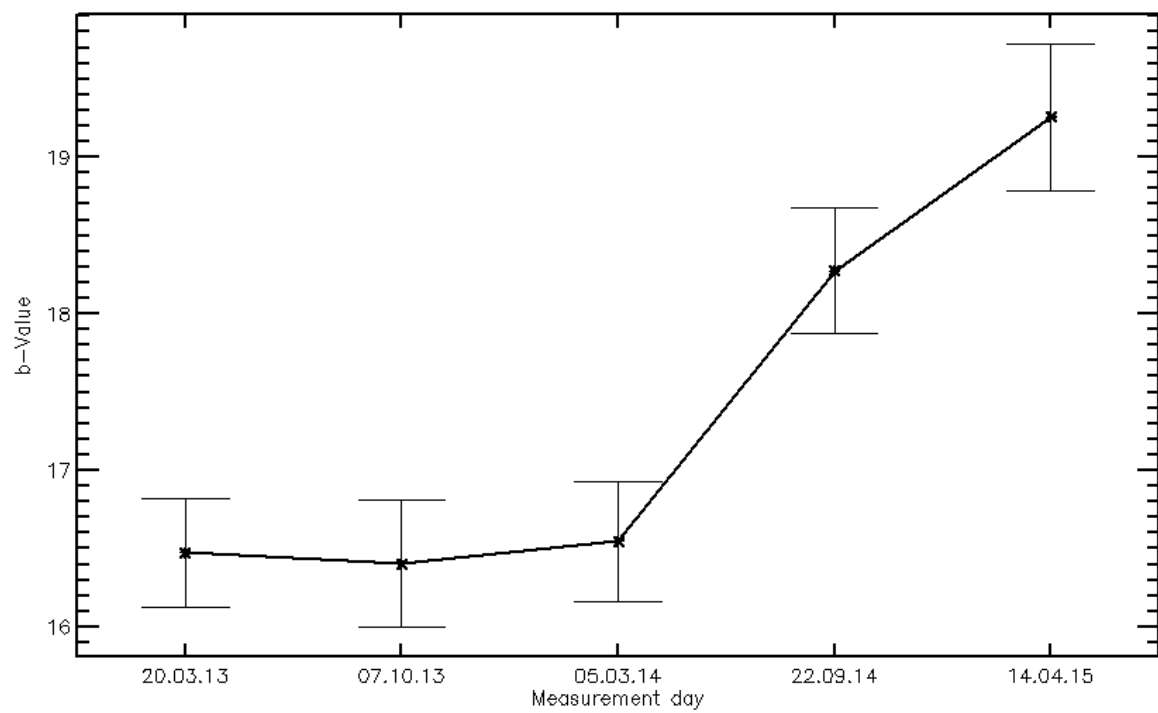
Kasse no 8



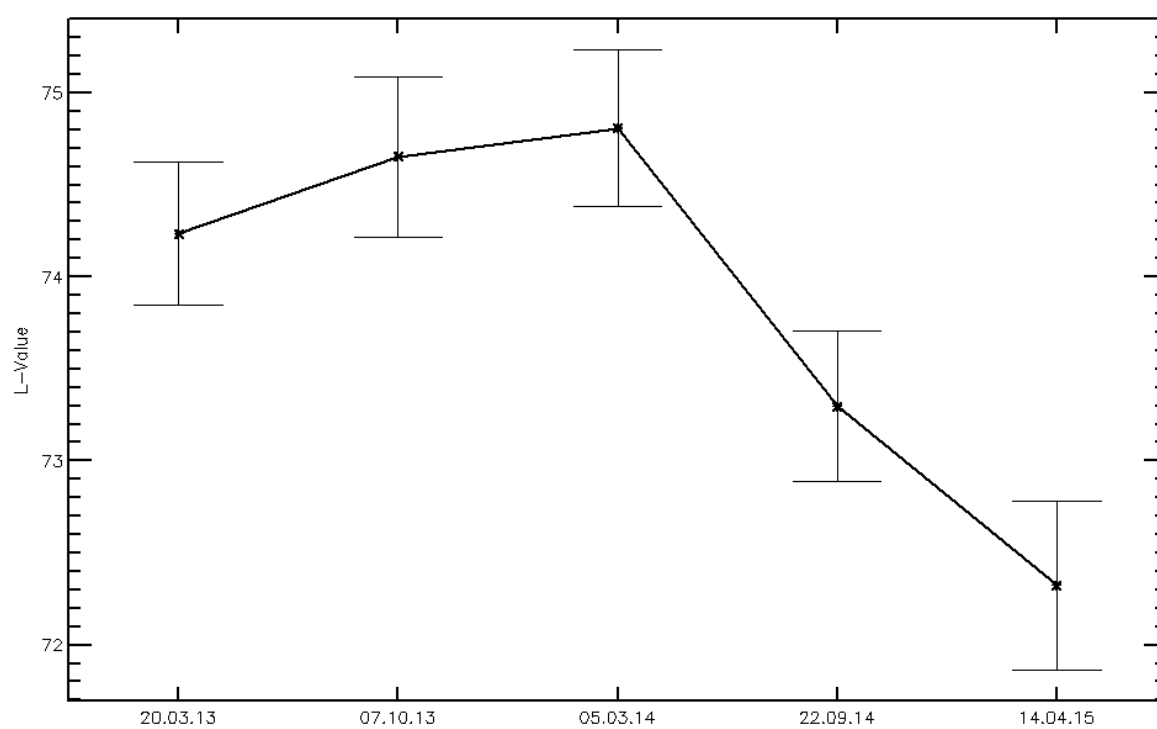
Kasse no 9



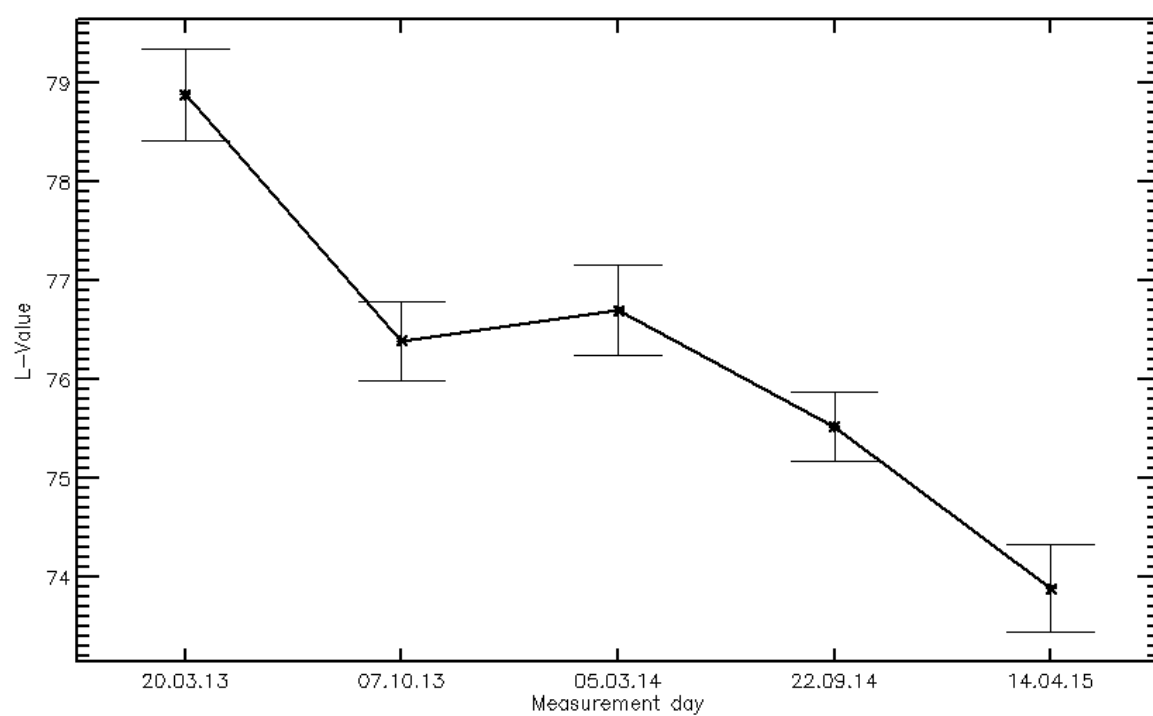
Kasse no 12



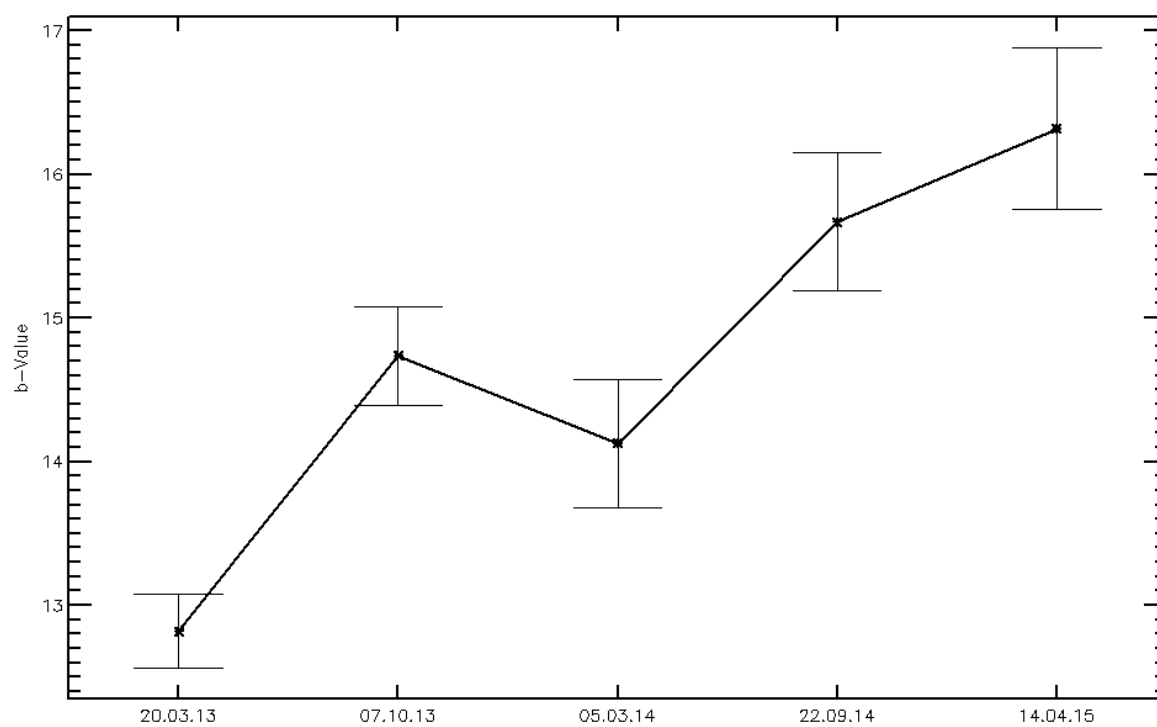
Kasse no 13



Kasse no 15

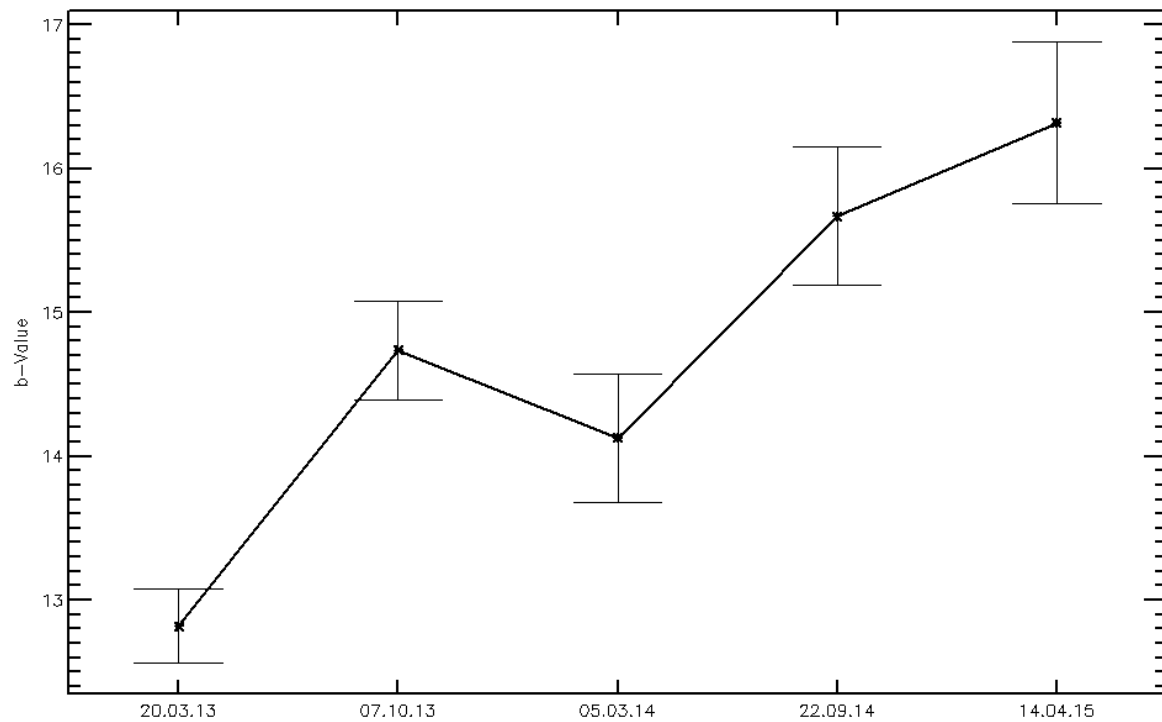


Kasse no 17

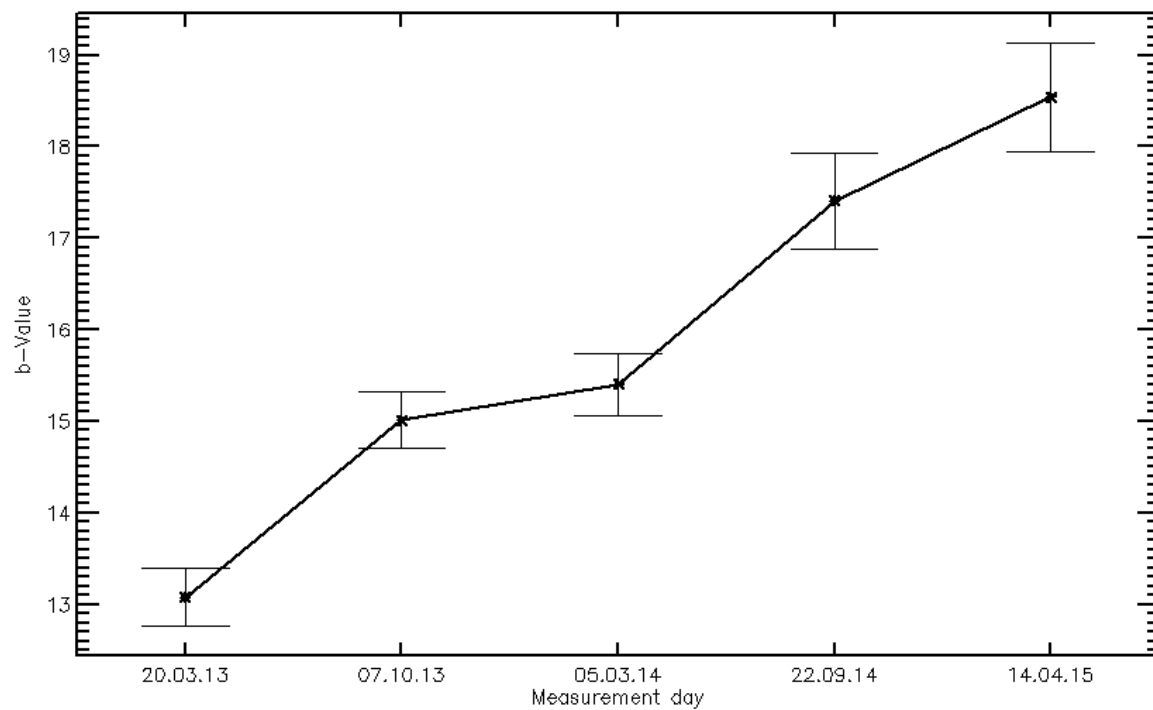


## Vedlegg 6 - Resultater b-verdier, kassevis

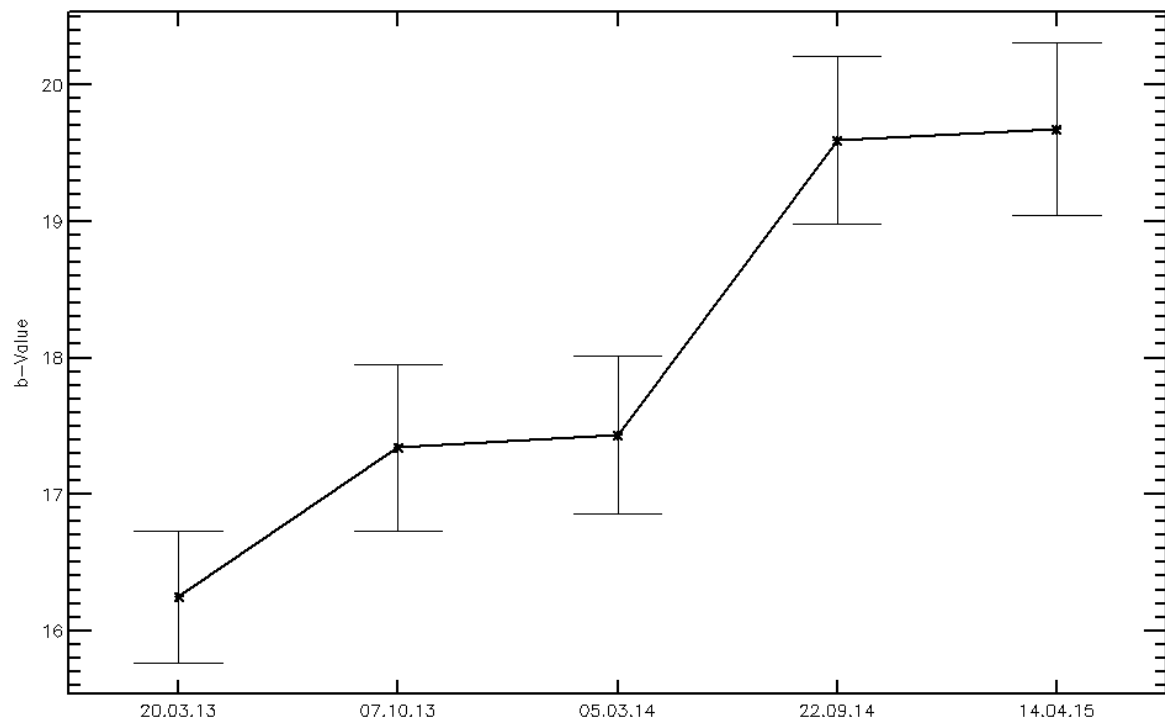
Kasse no 1



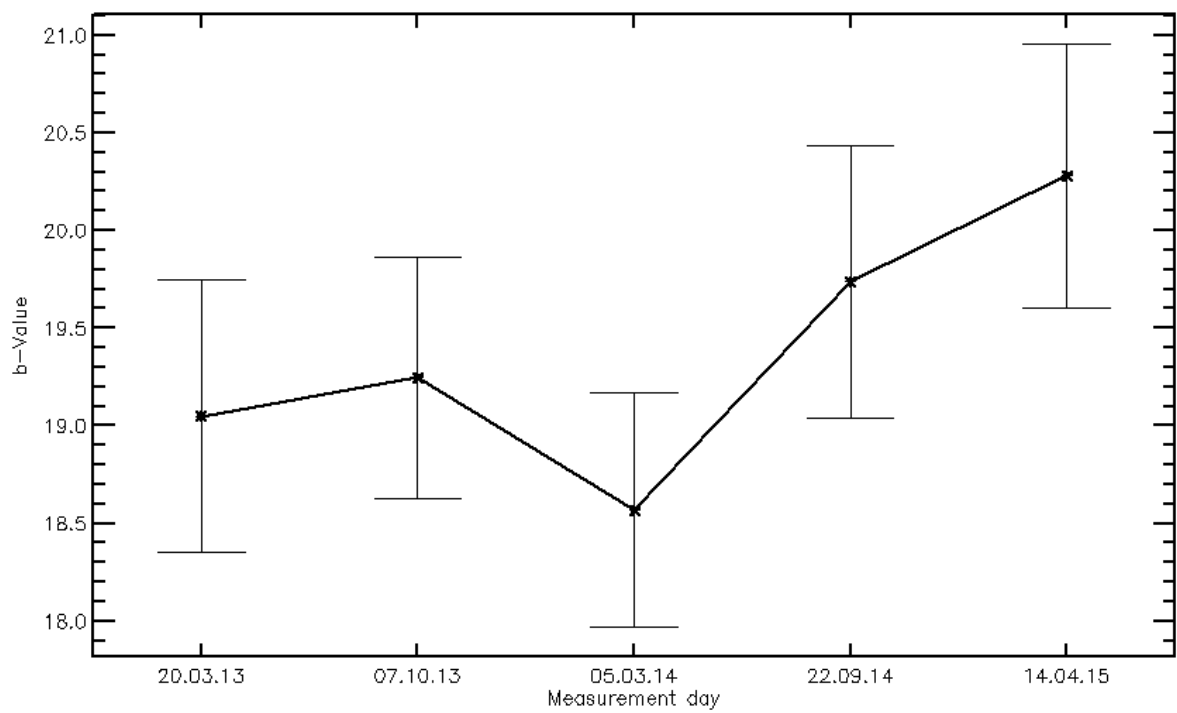
Kasse no 3



Kasse no 5

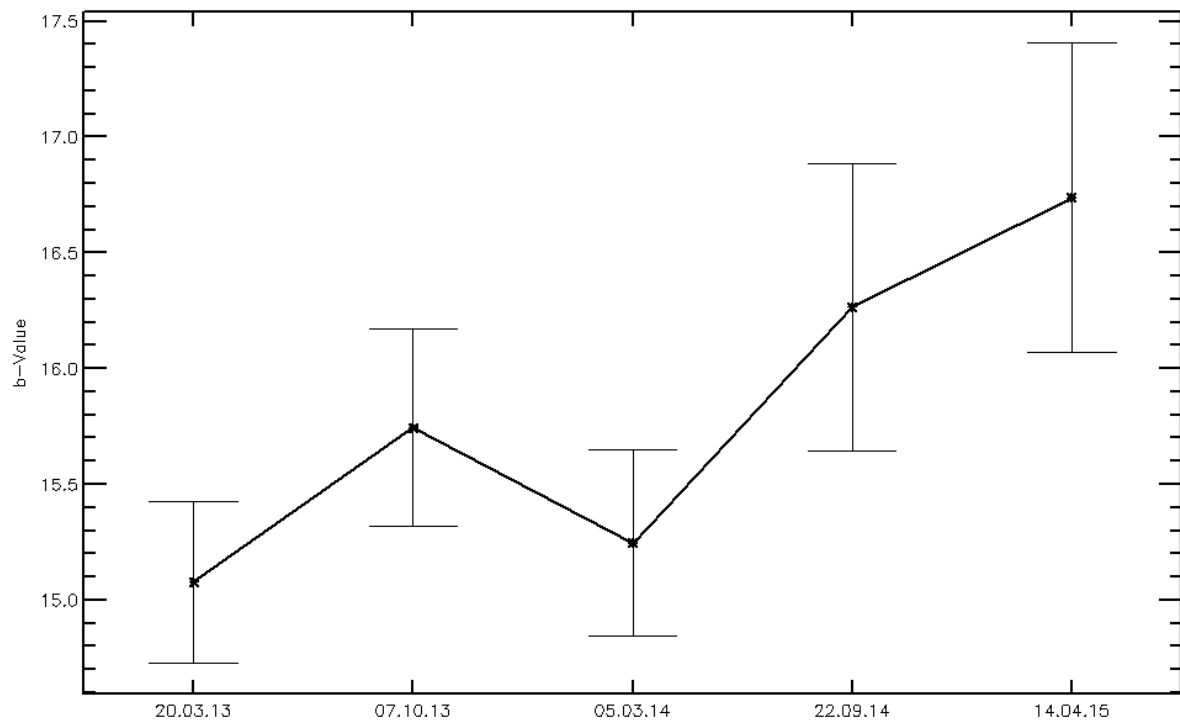


Kasse no 8

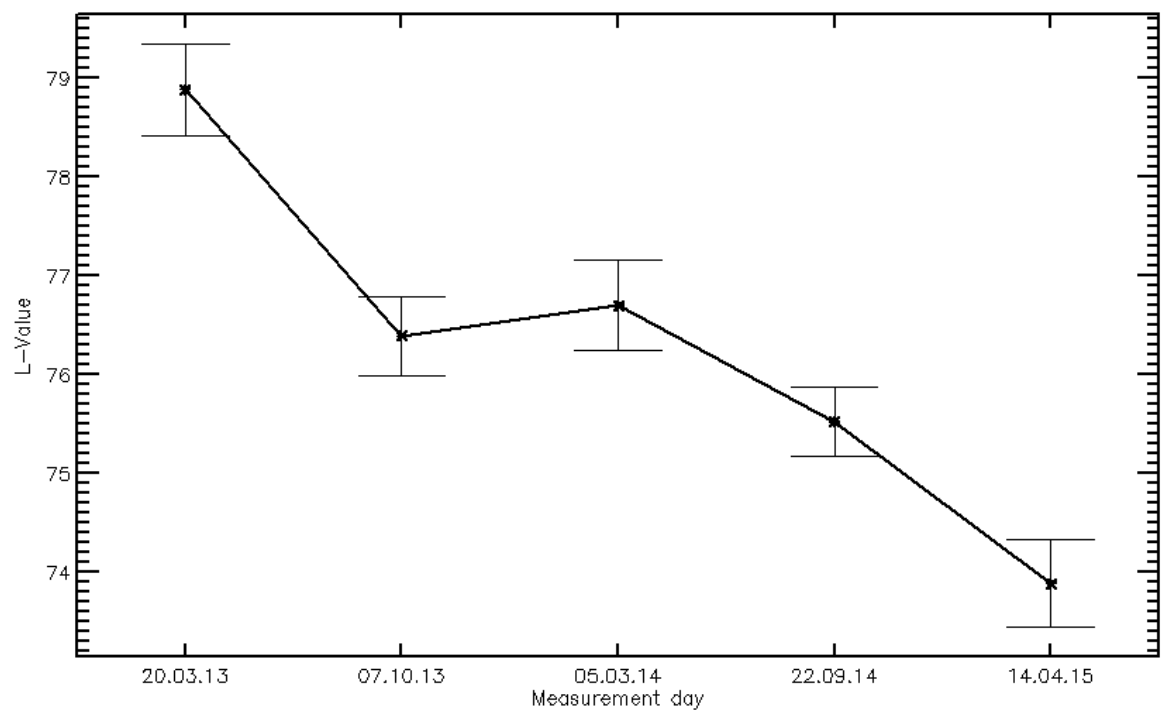




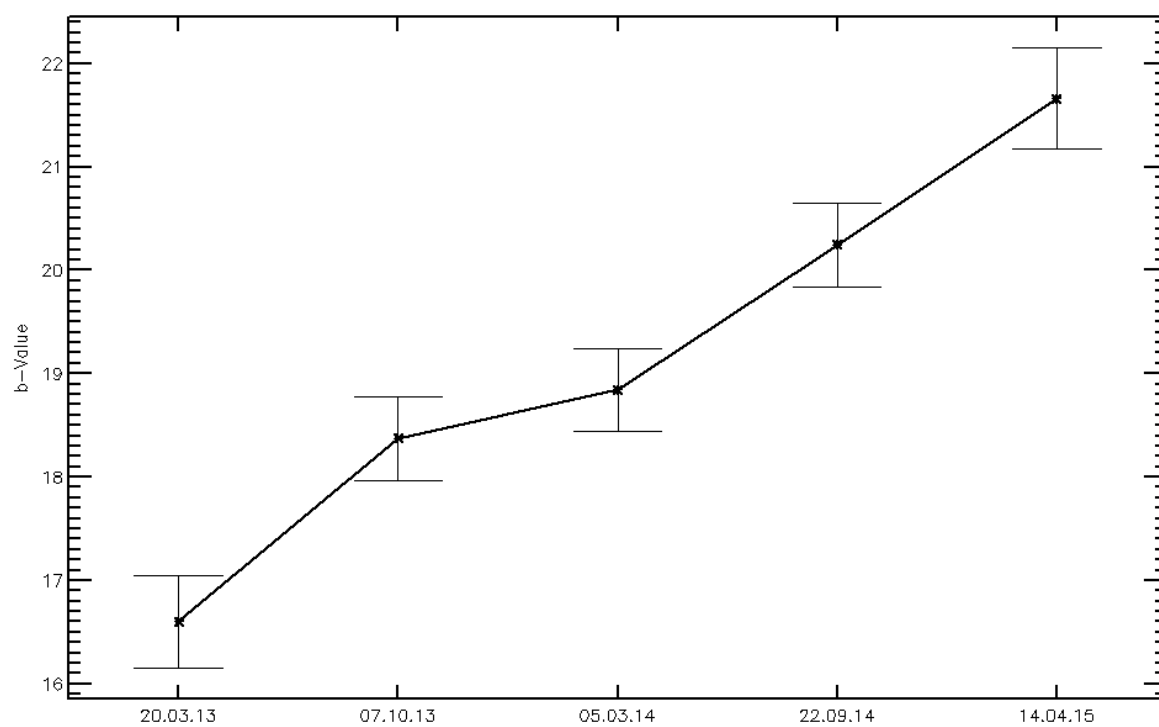
Kasse no 9



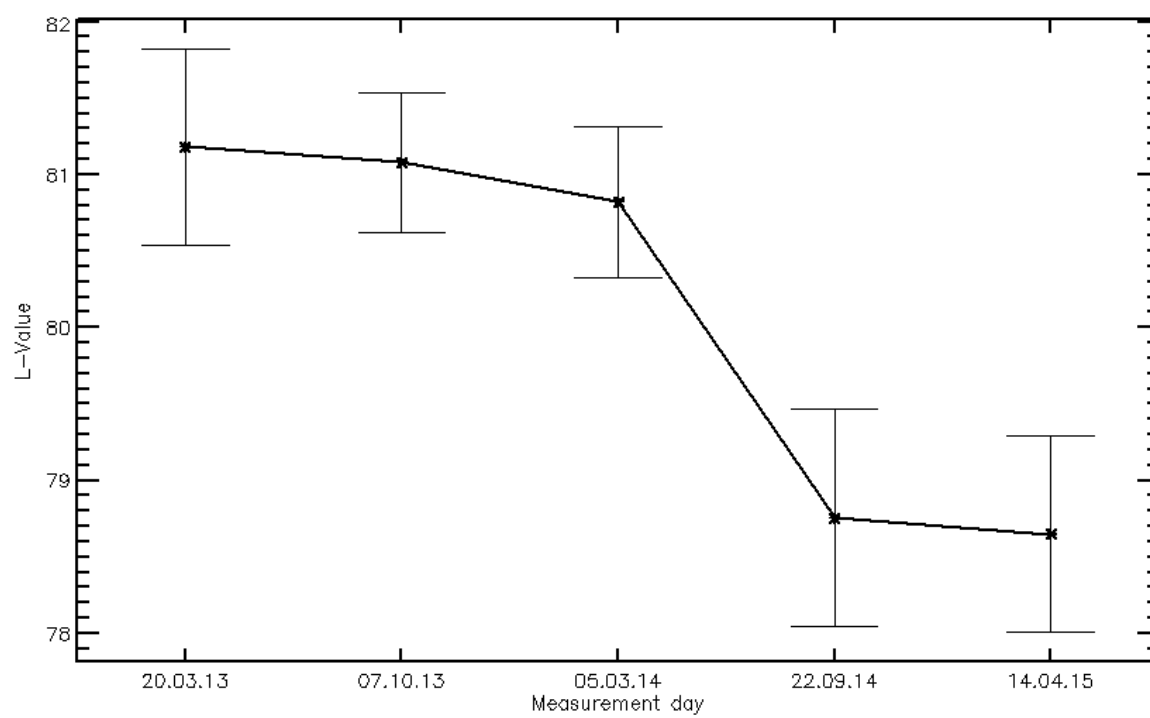
Kasse no 12



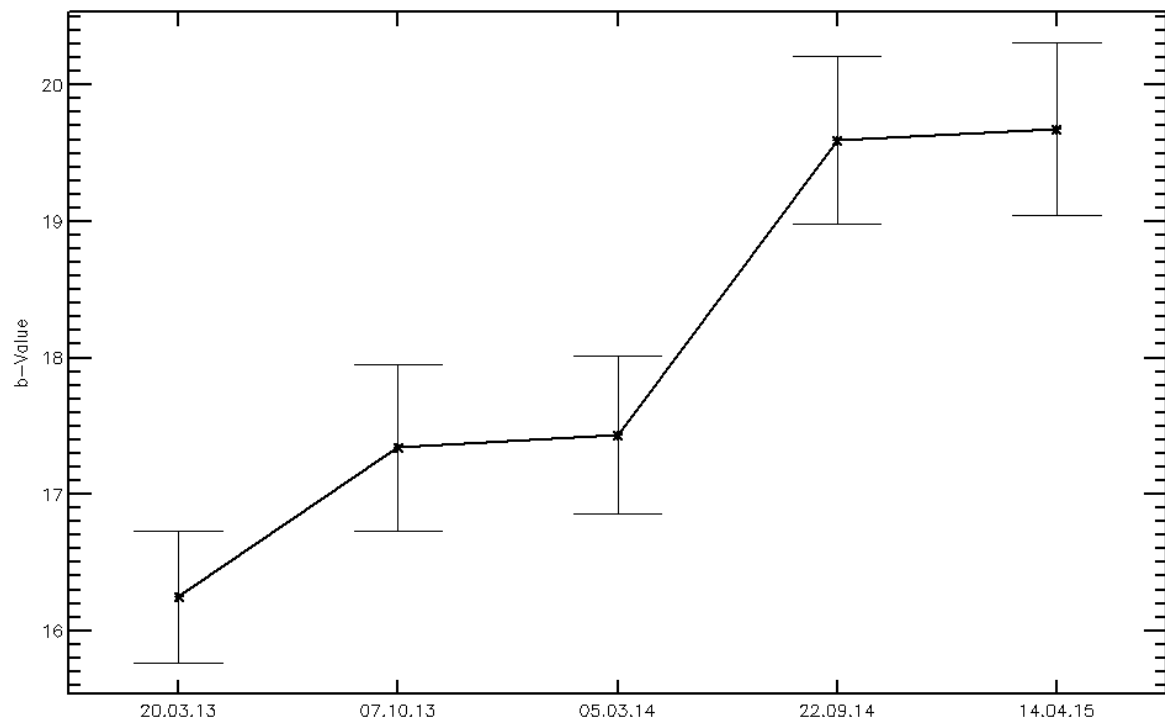
Kasse no 13



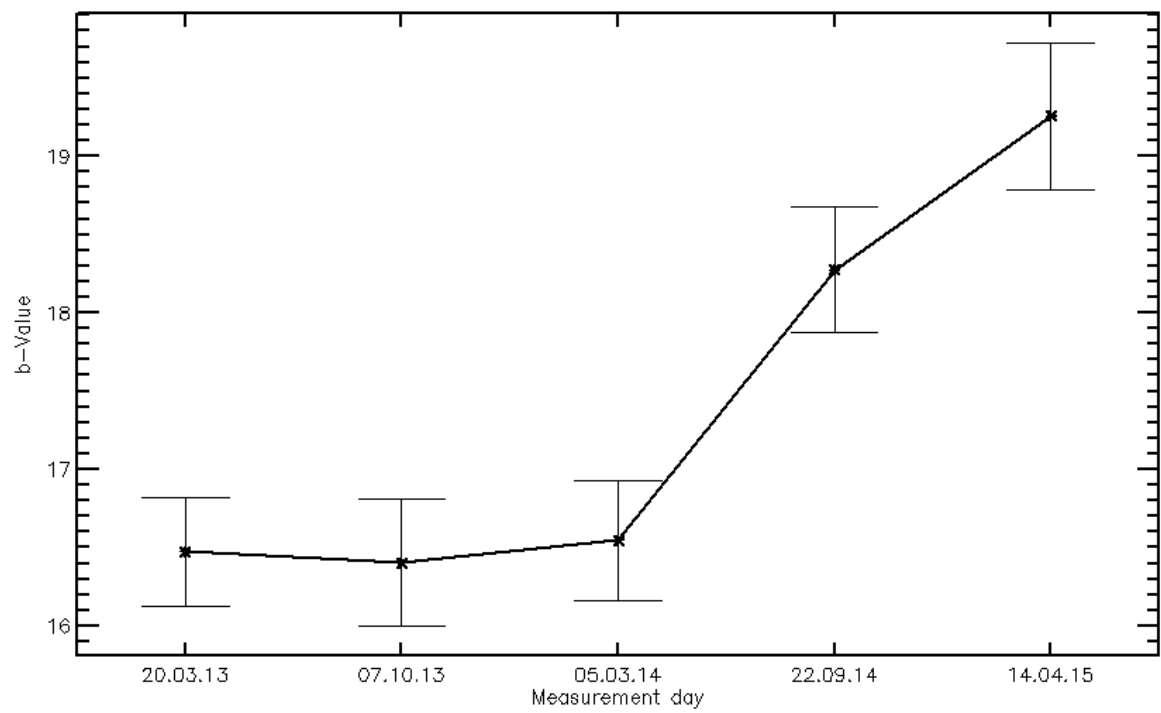
Kasse no 15



Kasse no 17



Kasse no 19



## Vedlegg 7 - Resultater sensorisk analyse start og slutt

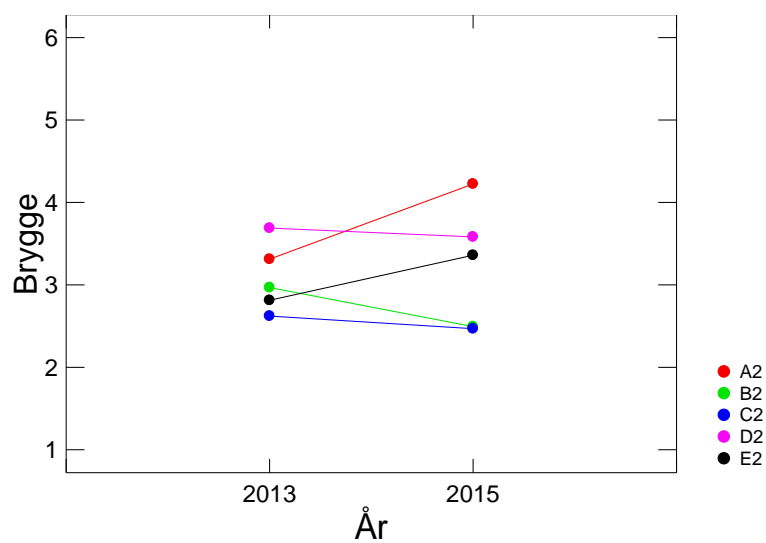
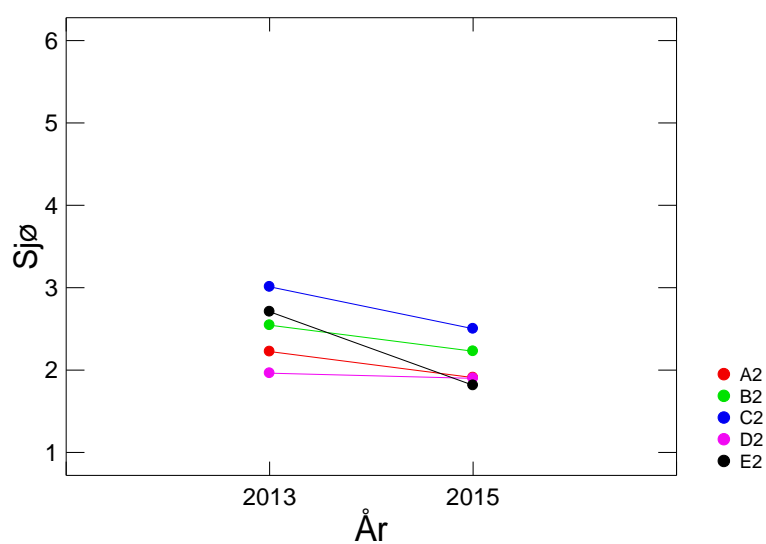
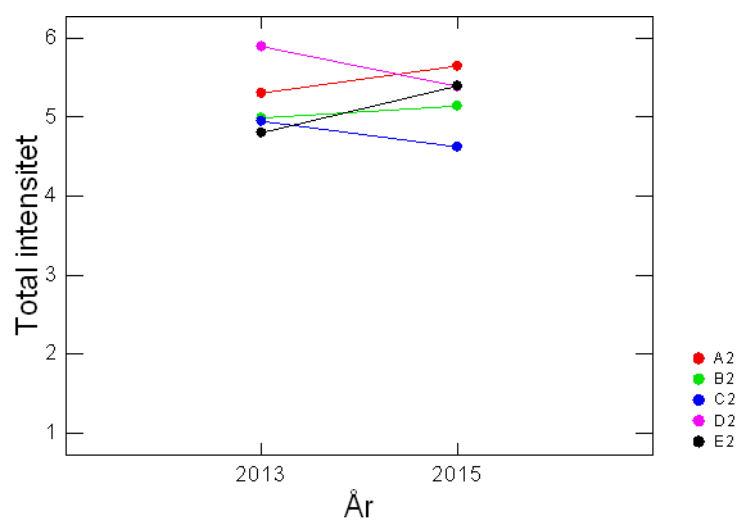
Starten av lagringsforsøket. Gjennomsnittsverdier (kasse 1 og 2 fra hver produsent).

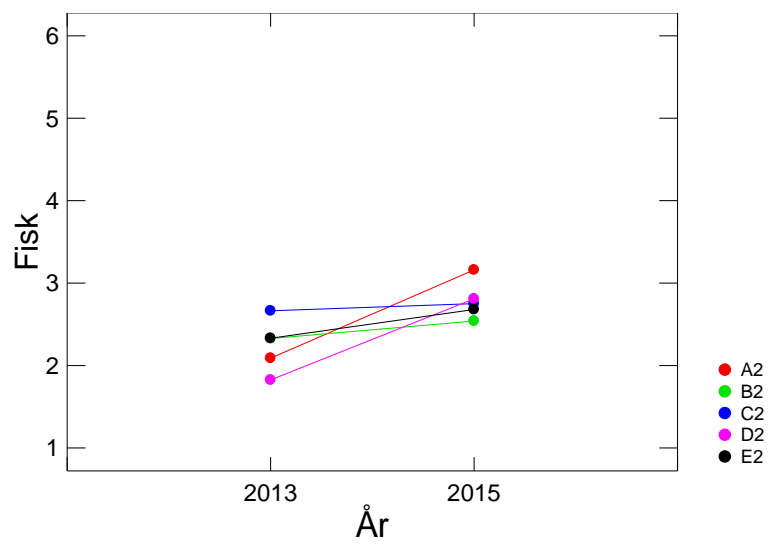
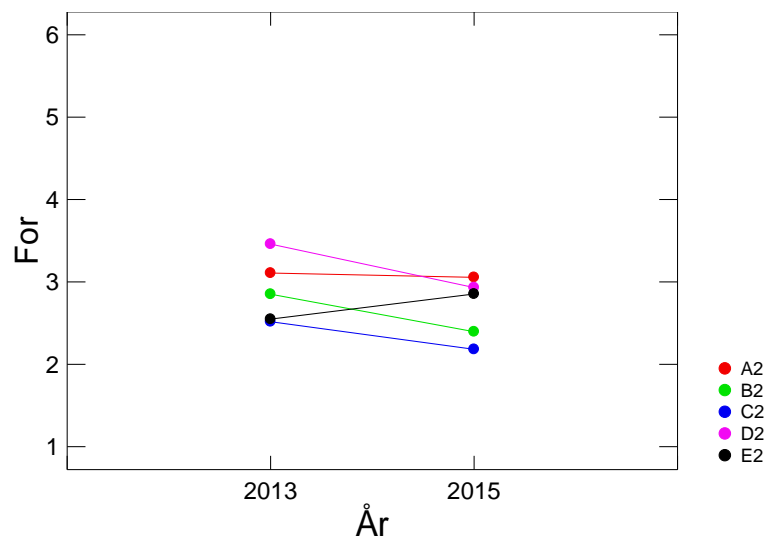
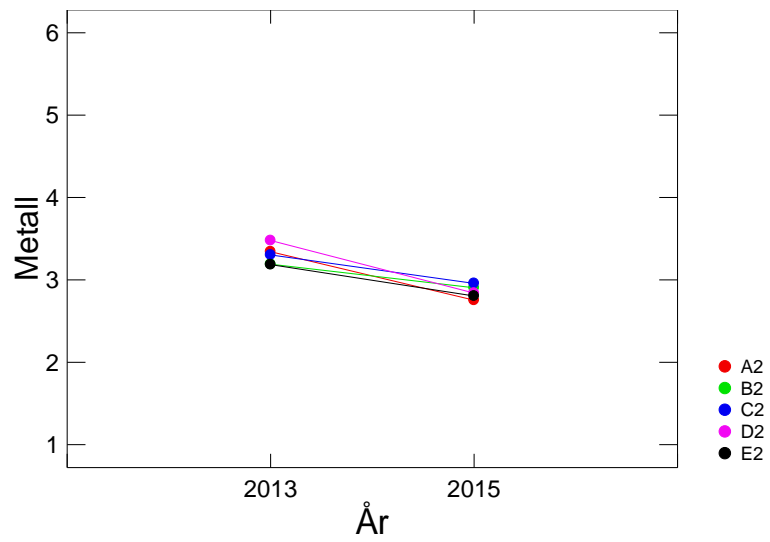
Produkt	Total intensitet	Sjød	Brygge	Metall	Fôr	Fisk	Våt hundepels	Fermentert sur	Skarp/stikkende	Harsk
A	5,40	2,19	3,65	3,25	3,16	2,15	4,17	2,30	2,08	2,34
A	5,31	2,23	3,31	3,34	3,11	2,09	4,03	2,33	1,96	2,28
B	4,83	2,59	2,93	3,20	2,68	2,39	3,88	2,07	1,59	2,03
B	4,99	2,55	2,97	3,19	2,85	2,33	3,86	1,93	1,62	2,10
C	5,72	2,05	3,30	3,37	3,36	1,84	5,47	2,69	2,13	2,35
C	4,95	3,01	2,62	3,30	2,52	2,66	4,10	1,90	1,54	1,90
D	5,50	2,21	3,47	3,30	3,27	2,06	4,86	2,64	1,97	2,22
D	5,90	1,96	3,69	3,48	3,46	1,83	5,22	2,87	2,22	2,45
E	5,16	2,68	2,97	3,39	2,69	2,45	3,68	2,01	1,79	2,09
E	4,80	2,71	2,81	3,19	2,55	2,33	3,36	1,83	1,62	2,09

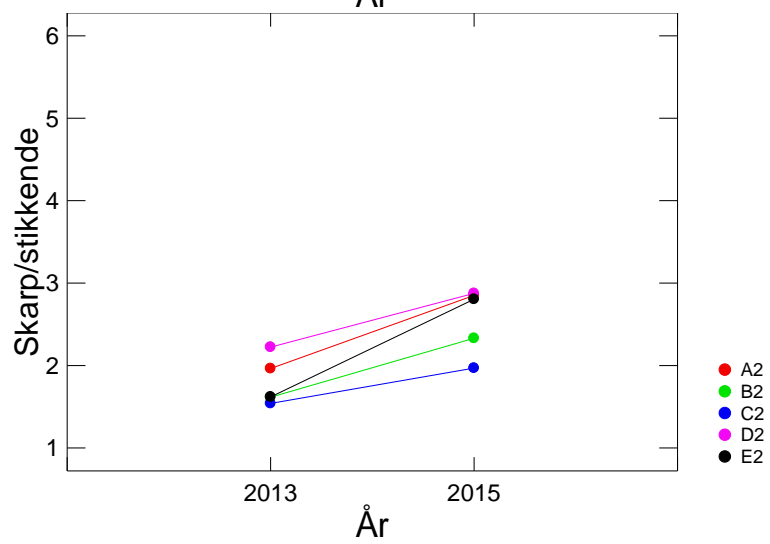
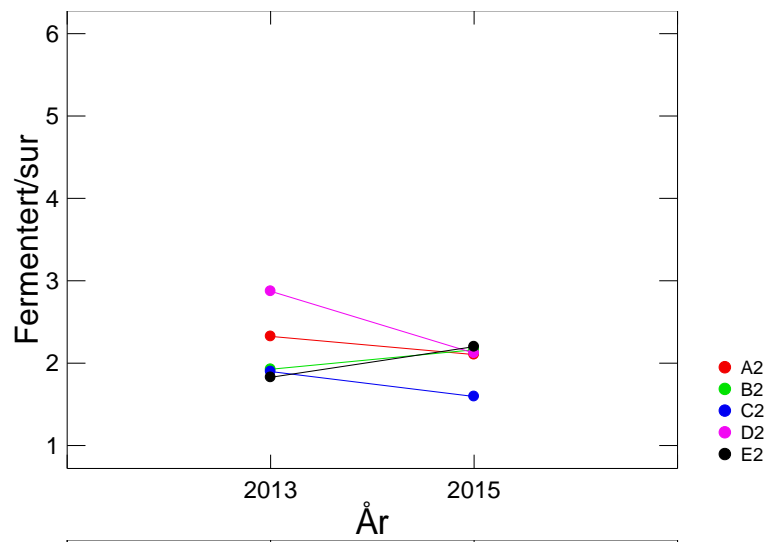
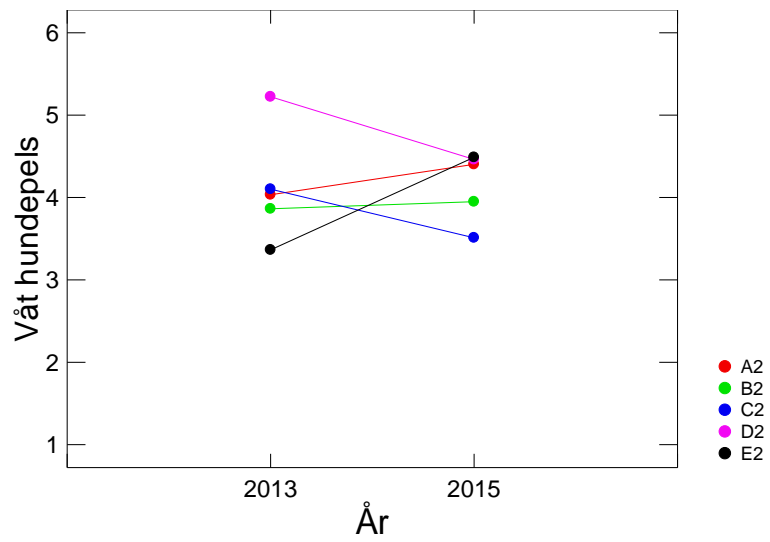
Etter 26 måneder lagring ved 4 °C. Gjennomsnittsverdier av 5 fisk fra hver kasse. Hvis p-verdien er lavere enn 0,05 er det en signifikant forskjell mellom prøvene på 5 % nivå for denne egenskapen (se uthevet skrift). Signifikante forskjeller er vist med bokstavene a og b.

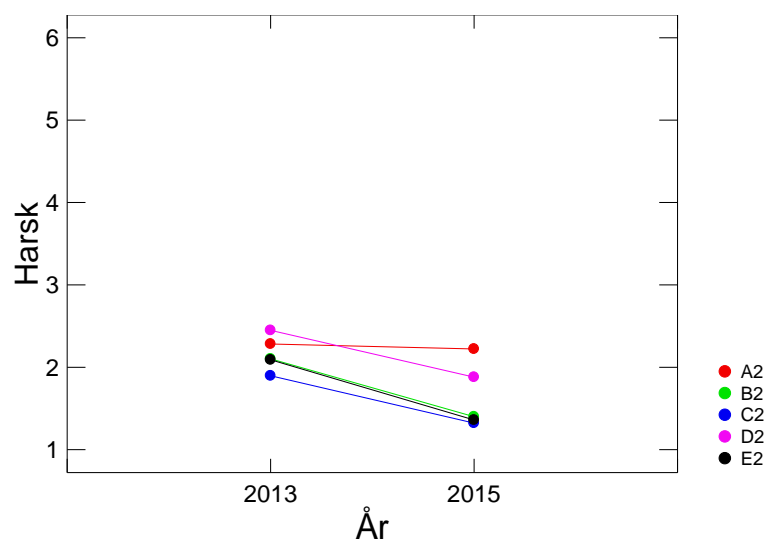
Produkt	Total_intensitet	Sjød	Brygge	Metall	Fôr	Fisk	Våt_hundepels	Fermentert_sur	Skarp/stikkende	Harsk
Nytørket	5,90a	2,53	3,56a	2,72	3,97a	3,79a	3,99	1,11	2,14a	1,70
A	5,65a	1,91	4,22a	2,75	3,06ab	3,16ab	4,40	2,10	2,85a	2,22
B	5,14ab	2,23	2,49b	2,90	2,40b	2,54b	3,95	2,16	2,33a	1,40
C	4,62b	2,50	2,47b	2,96	2,18b	2,75ab	3,51	1,60	1,97a	1,32
D	5,39ab	1,90	3,58a	2,84	2,93ab	2,81ab	4,46	2,12	2,88a	1,88
E	5,40ab	1,82	3,36ab	2,80	2,85ab	2,68b	4,49	2,20	2,80a	1,36
<b>p-verdi</b>	<b>0,0025</b>	0,1698	<b>0,0001</b>	0,9167	<b>0,0011</b>	<b>0,0185</b>	0,1095	0,0588	<b>0,0181</b>	0,1064

## Vedlegg 8 - Resultater sammenligning resultater fra sensorisk luktavurdering ved oppstart (2013) og etter (2015) langtidslagring











## Vedlegg 9 - Resultater fra kommersiell vraking

Dommer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Prod A</b>										
144										
261		U, markant blod	U, opprevet					U, knekt bein, sprukket	U, rundspord	U, spalting
375		U, blod	U, farge							U, spaltet
884	U, bløt, mørk	U, for gul	U, farge							
714		Spalting og blod	U, mørk	Misfarging nakke						
738	U, leverflekk	U, spalting, lever og blod	U, lever	U, leverflekker	U, leverflekk		U, leverflekk			
489	U, tynn	U, spalting+feilskjæring	U, spalting			U, sprekker			U, sprukket opp, slurv	U, spalting
143										
229	U, splt	U, spalting + ørebein	U, Spaltet	U, sammenklemt	U	U, sprekker revet	U, Sprukket løs	U, sprukket opp, ø beinskade	U, ikke fin	U, spalting
463	U, ørebein stikker ut	U, ørebein	U, ørebein	U, feilskjæring	U, feil	U, ørebeinskade			U, rundspord, ø bein revet	U, ø bein
830	U, sprukket	U, spalting + blod	U, spalting	Misfarging, dårlig helhetsinntrykk	U	U, sprekker revet	Stygg buk og nakke	U, oppfliset		U, spaltet
667										
671	U, sprukket	U, spalting	U, spalting, opprevet	U, feilskjæring, lurvet	U, skade og sprekker	U, sprukket	U, løs buk, sprukket	U, sprekker, mangler øbein	U, ikke fin	U, sprukekt
307		U, spalting + rund spord	U, spalting, ørebein, rundspord		U, skader og sprekker	U, sprekker, revet			U, rundspord	U, spaltet + rundspord
899	U, sprukket	U, spalting	U, spaltet og opprevet			U, Sprekker , revet	U, sprukke, løs	U, oppsprukket	U, sprukket	U, tarmer, spalting
109		U, spalting	U, brunmidd		U, sprekker	U, svak superior		U, mørk farge		U, grå i kjøttet, spalting
395	U, knekt hale	U, ødelagt i spord	U, knekt spord	U, løs spord	U, sprekker	U, spord løs	U, spord løs	U, spaltet kjøtt, spord	U, løs spord	U, knekt spord, spalting
717	U, spalt	U, spalting	U, spalting		U, sprekker	U, sprukket		U, sprukket		U, spalting
422										
491	U, dårlig flekt, sprukket, rift	U, spalting	U, spalting v/loins	U, lørvet	U, sprekker	U, sprukket	U, sprukket	U, løs i kjøttet	U, sprukket	U, sprukket loins, ø bein stikker ut
<b>Prod B</b>										
440		U, blod i buk	U, brunmidd				U, ørebein avrevet, løst			U, oppfliset, ørebein
588		U, blod i buk og ned mot hale					U, sprukket opp			U, revet i ørebein
693			U, brunmidd							
584	U, spalting	U, øbeinskade, rift i kjøtt	U, farge, ørebein	U, ørebein, lørvet	U, sprekker	U, sprukket	U, sprukket	U, sprekker	U, sprekker	U, opprevet, spaltet
892	U, rnd spor+gule flekker	U, rundspord	U, rundspord				U, rundspord	U, rundspord	U, rundspord	
733	U, spalt, gule flekker	U, ørebeinskade	U, ørebein	U, blodflekker i buk, feil skjært						
172	U, svk utbld, gule flekker	U, spalting+blod i buk	U, ørebein					U, sprekker		
852	U, mangler topp		U, brunmidd							
677	U, spltt, mrk buk, gule flk		U, spalting	U, skade i buk	U, midd			U, opprevet		
407	U, gule flekker/olonier		U, brunmidd		U					
867	U, mrk farge ,dårlig utbld		U, brunmidd		U, sprekekr	U, midd, gule prikker		U, opprevet	U, sprukket	
296		U, spalting + blod	U, brunmidd							
478		U, blod	U, brunmidd		U, gule prikker					
301		U, spalt og ørebeinskade	U, brunmidd	U, sprekker		U, sprukket		U, sprekker	U, sprukket	
434	U, sprukket	U, spalting + revet buk	U, spalting	U, kutt i buk	U, sprekker, to feil	U, sprukket	U, skjærefeil, ørebein	U, sprekker, løst kjøtt	U, ørebein, sprukket	
<b>Prod C</b>										
192										
562			U, nakkeblod, spalting	U, for slakk						
153		U, blod i nakke								
633			U, blod i nakke, spalting							
415										
767	U, rund spord	U, rundspord	U, rundspord			U, rundspord	U, rundspord	U, rundspor	U, rundspord	U, rundspord
264		U, blod	U, blod i gatt + nakke					U, sprukket, spalting		
480	U, flekkefeil	U, rund spord, lit blod	U, rundspord, spalting					U, rundspord		U, rundspord
178										
827			U, ørebeinskade							U, spalting
688		U, rundspord og blod i nakke								U, spalting og rundspord
566										
849				U, sprukket opp				U, sprukket		U, spalting
217		U, ørebeinskade	U, ørebeinskade							U, ø bein + spalting
259	U, dårlig uflekt	U, blod	U, spaltet, nakkebein, blod	U, ekstra ryggbein står igjen, nakke						

Dommer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Prod D</b>										
311			U, mangler buk							U, tynn buk
735	U, slapp i buk		U, farge							U, revet opp ørebein
649										U, tynn buk, tynn loins
970	U, blodflekk	U, blod		U, blodflekk i buk						U, blod i buk
687										U, ørebeinskade
114										
319		U, lever / blod	U, ørebein							U, leverflekk
788										U, svømmeblære
516										
802		U, gul i buk, spalting								
125										
631			U, spalting, øbeinskade							
909		U, blod								
770		U, gul i buk+blod								
234										
485		U, blod i buk		U, misfarging, ryggbein står igjen						
618										
709		U, gul buk		U, ørebeinskade			U, leverskade			
<b>Prod E</b>										
610		U, øbeinskade								
508										
807										
435										
314										
303		U, spaltet						U, sprukket opp		
387		U, misfarget, brun	U, farge							
968										
380										
554		U, ørebeinskade								
226										
204										
461										
670										
177										
103										
143		U, ørebein og farge	U, ørebein, farge							



ISBN 978-82-8296-359-6 (trykt)  
ISBN 978-82-8296-360-2 (pdf)  
ISSN 1890-579X