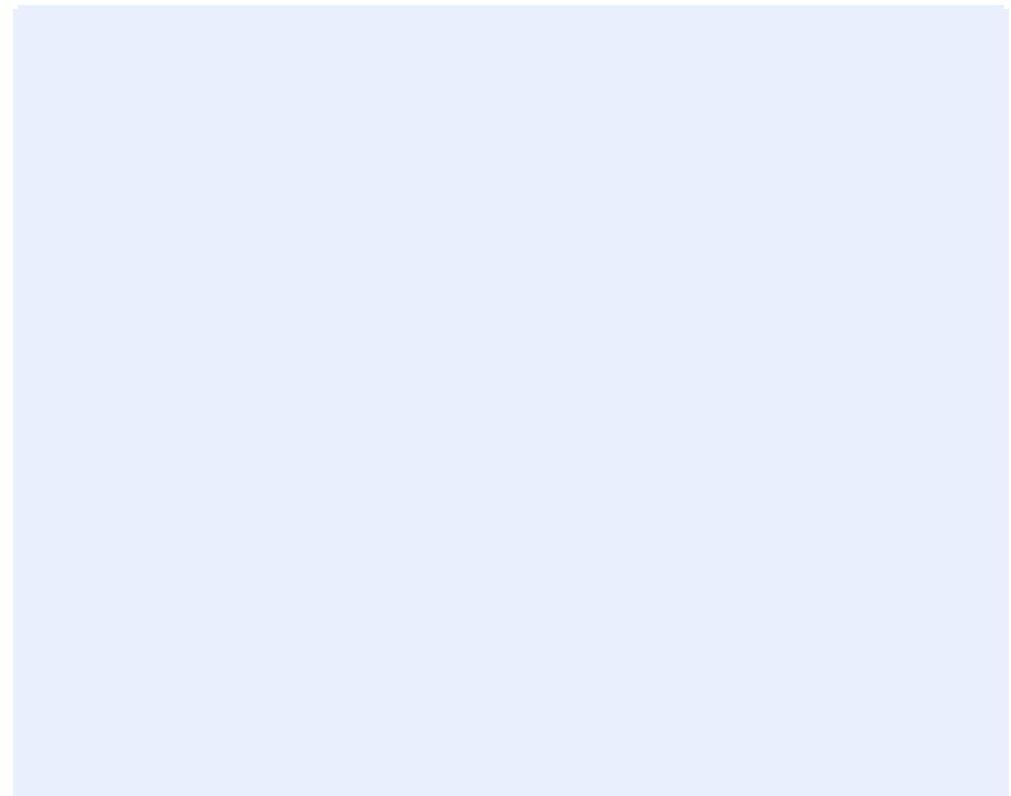


Rapport

Pelagisk kvalitet – fra hav til fat Delrapport I: Tokt med M/S Zeta (ringnot) etter makrell, september 2003 - åpen

Forfatter(e)

Hanne Digre, Snorre Angell, Marit Sandbakk



Postadresse:

Rapport

Foretaksregister:

Rapporttittel

EMNEORD:

Emneord

VERSJON

Versjonsnummer

DATO

2015-10-20

FORFATTER(E)

Hanne Digre, Snorre Angell, Marit Sandbakk

OPPDRAGSGIVER(E)

FHL, FHF og Innovasjon Norge

OPPDRAGSGIVERS REF.

Oppdragsgivers referanse

PROSJEKTNR

850099

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

43

SAMMENDRAG

Overskrift sammendrag

Rapporten er åpnet etter avtale i kontrakt.

UTARBEIDET AV

Hovedforfatter

SIGNATUR

KONTROLLERT AV

Kvalitetssikrer

SIGNATUR

GODKJENT AV

Prosjektansvarlig

SIGNATUR

RAPPORTNR

A27240

ISBN

978-82-14-06008-9

GRADERING

Åpen

GRADERING DENNE SIDE

Åpen



SINTEF Fiskeri og havbruk AS
Foredling

Postadresse: 7465 Trondheim
Besøksadresse:
SINTEF, Forskningscenteret på Rotvoll
Arkitekt Ebbellsvei 10
Telefon: 73 59 56 50
Telefaks: 73 59 56 60
E-post: fish@sintef.no
Internet: www.sintef.no

Foretaksregisteret: NO 980 478 270 MVA

SINTEF RAPPORT

TITTEL

Pelagisk kvalitet – fra hav til fat

Delrapport I:

Tokt med M/S Zeta (ringnot) etter makrell, september 2003.

FORFATTER(E)

Hanne Digre, Snorre Angell, Marit Sandbakk

OPPDRAGSGIVER(E)

FHL, Fiskeri og Havbruksnæringens forskningsfond, Innovasjon Norge, Norges forskningsråd

RAPPORTNR. STF80 F045051	GRADERING Fortrolig	OPPDRAGSGIVERS REF. Jan Thorsen	
GRADER. DENNE SIDE Fortrolig	ISBN	PROSJEKTNR. 850099 (NFR:157620/120)	ANTALL SIDER OG BILAG 43
ELEKTRONISK ARKIVKODE Toktrapp_Zeta_makrell.doc	PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) Hanne Digre	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) Ulf Erikson	
ARKIVKODE	DATO 2004-07-06	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) Marit Aursand, forskningssjef	

SAMMENDRAG

Hensikten med toktet var å etablere status for kvalitet på makrell fanget med ringnot. Gjennom kvalitetsmålinger, avdekke hvor og i hvilke deler av fangstprosessen og ombordhåndteringen den største kvalitetsforringelsen finner sted. Det ble gjort en gjennomgang av fangstsituasjonen og logistikk om bord for å påpeke gode og mindre bra løsninger i forhold til fiskens kvalitet. Her er et utvalg av resultatene som ble funnet:

- Temperaturregistreringene gjort under toktet viser at kjølekjeden var under kontroll.
- Not er generelt et skånsomt fangstredskap og påførte fisken minimalt med ytre skader. Fangstprosessen er imidlertid stressende for fisken og den var utmattet før ombordtaking startet. Eventuelle forbedringer kan oppnås ved skånsom tørking, evt. andre prinsipper for ombordtaking av fisk.
- Dekksarrangementet er funksjonelt. Renner og fordelingskasser har imidlertid noen kanter og 90° vinkler som er ugunstige i forhold til skader på fisk. For å redusere total løftehøyde for fiskepumpen og unngå skader på fisk kan en vurdere bruken av fleksible slanger istedenfor renner og fordelingskasser.
- *Dødeligheten* øker med tida fisken står i nota etter fangst.
- All fisk var i *rigor* 2 til 3 timer etter ombordtaking, noe som betyr at fisken var totalt utmattet i fangstøyeblikket.
- Det var minst *redskapsskader* på fisken før den kom på dekk (gruppe 1 og 4). Andelen økte etter pumping
- Den siste fisken som ble tatt om bord (både fra not, etter pumping og før lagringstankene), hadde størst prosentvis innhold av *blodflekker* i fileten vurdert etter 3 dagers kjølelagring. I tillegg hadde fileter fra siste fisk som ble tatt ut før lagringstank høyest gapingfrekvens.
- Det var ingen forskjell i tekstur og farge på makrell fra de ulike gruppene. Oksidasjonstallene var lave, noe som viser at makrell kan fint lagres i 8 dager på kjølelager (v/ +4°C) og 1 måned på fryselager (-20°C) uten å harskne.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Kvalitet	Fillet quality
GRUPPE 2	Ringnot	Ring net
EGENVALGTE	Makrell	Mackerel
	Fangstbehandling	Catch handling

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning.....	3
1.1	Bakgrunn	3
1.1.1	Fangstprosessen.....	3
1.1.2	Ombordhåndtering	4
1.2	Målsetting.....	4
2	Material og metode	5
2.1	Fartøy.....	5
2.2	Fiskeredskap.....	6
2.3	Dekksarrangement og utstyr.....	8
2.4	Gjennomføring av fiske.....	10
2.4.1	Makrelltokt I.....	10
2.4.2	Makrelltokt II	11
2.5	Temperaturlogging	12
2.6	Analysér og kvalitetsvurdering	12
2.6.1	Forsøksoppsett og prøvematerialet.....	12
2.6.2	Analysér utført ombord	14
2.6.3	Analysér utført på laboratoriet	14
2.7	Statistiske metoder	17
3	Resultater og diskusjon	18
3.1	Mannskapets innspill vedrørende kvalitet.....	18
3.2	Not.....	18
3.3	Dekksutstyr.....	19
3.4	Kjølekjede ombord.....	22
3.5	Kvalitetsmålinger foretatt ombord	24
3.5.1	Slaktedata	24
3.5.2	Fiskens tilstand (dødelighet)	24
3.5.3	Rigor.....	25
3.5.4	Muskel-pH.....	26
3.5.5	Visuell vurdering av fisken ombord.....	27
3.6	Kvalitetsmålinger foretatt på fileter etter landing	28
3.6.1	Kjemisk sammensetning	28
3.6.2	Visuell vurdering av fileter	28
3.6.3	Gaping	29
3.6.4	Teksturegenskaper.....	30
3.6.5	Farge.....	30
3.6.6	Oksidasjon.....	31
3.6.7	Total flyktig nitrogen, TMA-N og histamin	32
4	Oppsummering og konklusjon	33
	Referanser.....	34
	Vedlegg.....	35

1 Innledning

Dette er første delrapport i en rapportserie på 8 fra tokt- og feltforsøk gjennomført høsten 2003 i delprosjekt 2 i prosjektet "Pelagisk kvalitet - fra hav til fat". Prosjektet startet opp 1.januar 2003 og skal gå over en 3 års periode. Prosjektet er finansiert av midler fra FHF-fondet, SND, NFR (prosjektnummer 157620/120) og en rekke næringsaktører og organisasjoner. Prosjektet er et samarbeidsprosjekt mellom FHL, Pelagisk forum, Norges sildesalgslag, fartøyene; M/S Zeta, M/S Traal, M/S Bøen junior, foredlingsbedriftene; Seastar International, Lofoten Pelagiske, Bergen fiskeindustri og eksportbedriften Athena Seafood. I tillegg deltar 3 FoU-institutter; Møreforskning, Nasjonalt institutt for ernæring og sjømat og SINTEF Fiskeri og havbruk. Prosjektet har følgende hovedmål:

"Sikre optimal kvalitet på pelagisk råstoff til konsum fra hav til marked, hvor behandlingen i alle ledd skal være basert på en bærekraftig ressursforvaltning innenfor etiske og moralske grenser, samt myndigheter og markedets krav til kvalitet."

Gjennom en rekke forsøk ombord i ulike fartøy og ved landanlegg høsten 2003, har de første leddene i kjeden "fra hav til fat" blitt kartlagt. Denne rapporten beskriver forsøk og resultater fra tokt med M/S Zeta i fiske etter makrell med not september 2003. I tillegg er enkelte resultater fra makrelltokt med M/S Zeta i november tatt med, men i hovedsak refererer denne rapporten fra septembertoktet. Personell fra SINTEF Fiskeri og havbruk deltok om bord på fartøyet under toktene.

1.1 Bakgrunn

1.1.1 Fangstprosessen

Ved forbedring av fisk sin kvalitet i fangstleddet har en tradisjonelt fokusert på tiltak ombord i fartøyet. Hurtig nedkjøling/innfrysing, skånsom behandling, forbedret renhold, utblødning, kvalitetssikringsystemer etc. har alle gitt kvalitetsgevinster. Lite er imidlertid gjort for å avdekke hvilke forhold ved selve fangstprosessen, altså før fisken er kommet ombord i fartøyet, som påvirker fiskens kvalitet.

Fra hvitfisk-sektoren er det klare indikasjoner på at selve fangstprosessen har vesentlig innvirkning på fiskens kvalitet. Fisk av samme art, fisket i et gitt område til en gitt tid, kan f.eks. ha ulik kvalitet avhengig av hvilket redskap den er fanget med. En har også indikasjoner på kvalitetsforskjeller innenfor samme redskapsgrupper der fartøy og prosesseringsutstyr er tilsynelatende likt. Slike kvalitetsforskjeller kan tillegges selve fangstprosessen ved at konstruksjon og operasjon av redskap, samt ombordtaking av fangsten, er ulik. Kvalitetsforskjellen gjenspeiler seg i prisdifferanser gjennom hele linjen fra fisker til sluttprodukt.

Operasjonelle forhold rundt fangstprosessen og konstruksjon av fangstredskapet kan også innenfor pelagisk sektor tenkes å ha stor betydning for råstoffets kvalitet. For pelagisk trål antas værforhold, tauetid, tauefart, fyllingsgrad, not- og sekkekonstruksjon, samt ombordtaking av fangsten å ha betydning for fiskens kvalitet. For not antas værforhold, notutforming, materialvalg i tørkepose, tørkeprosessen og ombordtaking av fangsten å ha betydning. Utforming av silekasser og logistikk til mottakstanker anses også som vesentlig. Slike forhold ønsker vi å avdekke innefor prosjektet og komme med forslag til forbedringer som kan bidra til et best mulig utgangspunkt for den videre prosesseringen.

1.1.2 Ombordhåndtering

Prosessene og håndteringen av fisken etter at den er kommet ombord i fartøyet er av vesentlig betydning for å sikre optimal råstoffkvalitet. Skånsom behandling, hurtig nedkjøling og effektiv kjølelagring er en betingelse. Praktiske forhold rundt pumping, silekasser, fyllingsgrad og blandingsforhold mellom kjølemedium og fisk, samt forskjellige metoder for nedkjøling og kjølelagring påvirker råstoffkvaliteten i ulik retning. En av hovedaktivitetene i prosjektet vil dreie seg om forholdene rundt prosessene ombord i fartøyet for ulike fartøygrupper. Gitt råstoffet som kommer ombord og hva en ønsker som sluttprodukt, vil det være vesentlig å optimalisere disse prosessene for å sikre et best mulig produkt.

1.2 Målsetting

Hensikten med toktet var å:

- Etablere status for kvalitet på makrell fanget med ringnot
- Ved kvalitetsmålinger, avdekke hvor og i hvilke deler av fangstprosessen og ombordhåndteringen den største kvalitetsforringelsen finner sted
- Gjennomgang av fangstsituasjonen og logistikk ombord for å påpeke gode og mindre bra løsninger i forhold til fiskens kvalitet

2 Material og metode

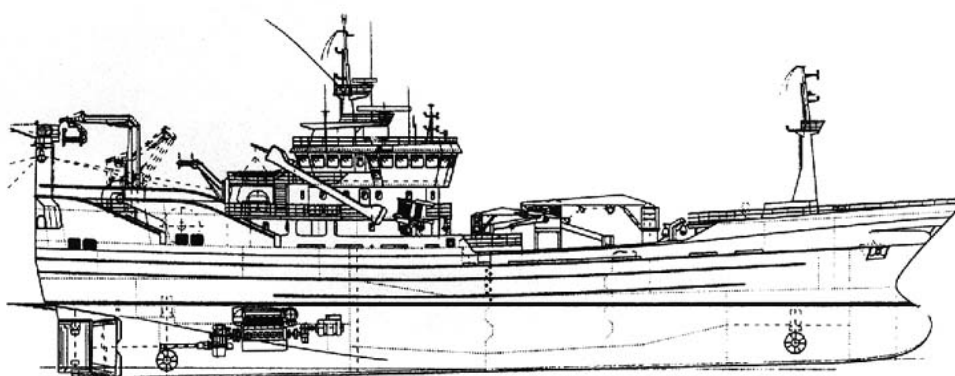
2.1 Fartøy

Under forsøket ble ringnotbåten M/S Zeta benyttet, se Bilde 1. Hoveddata er gjengitt i Tabell 1. Figur 1 viser fordeling av tanker.

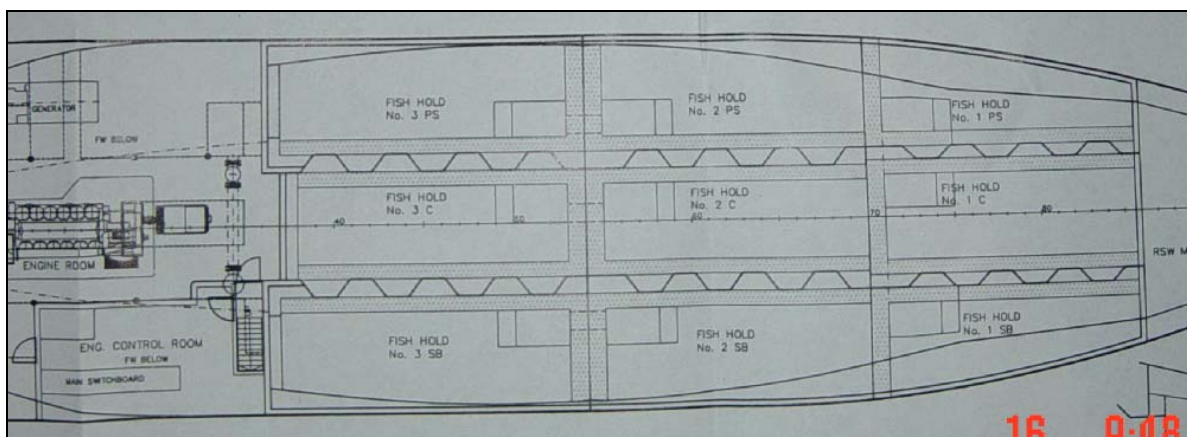
M/S Zeta er et ringnot/trålfartøy bygd i 1997. Broen har moderne utstyr for navigering, fiskeleting og fangstovervåkning. Med positivt og behjelpelig mannskap, rommelig innredning, gode lugarfasiliteter med kontorpult samt eget veierom på et ryddig og oversiktlig dekk, er fartøyet godt egnet til forskningsformål.

Tabell 1 Hoveddata for M/S Zeta

Tonnasje	GT: 1904, NT: 571, MDWT: 1800
Lengde o.a.	73,3 m
Lengde p.p.	65,5m
Bredde	12,6m
Dybde	8,2m
Lastekapasitet RSW-tanker	1800 m ³
Bunkers	585m ³
Vann	64m ³
Hovedmaskin	Wärtsilä Wichmann 12V28B 5380 BHP
Hjelpemaskin	Cummins KTA-38- G11030 BHP



Bilde 1 M/S Zeta (fra "Shipbase")

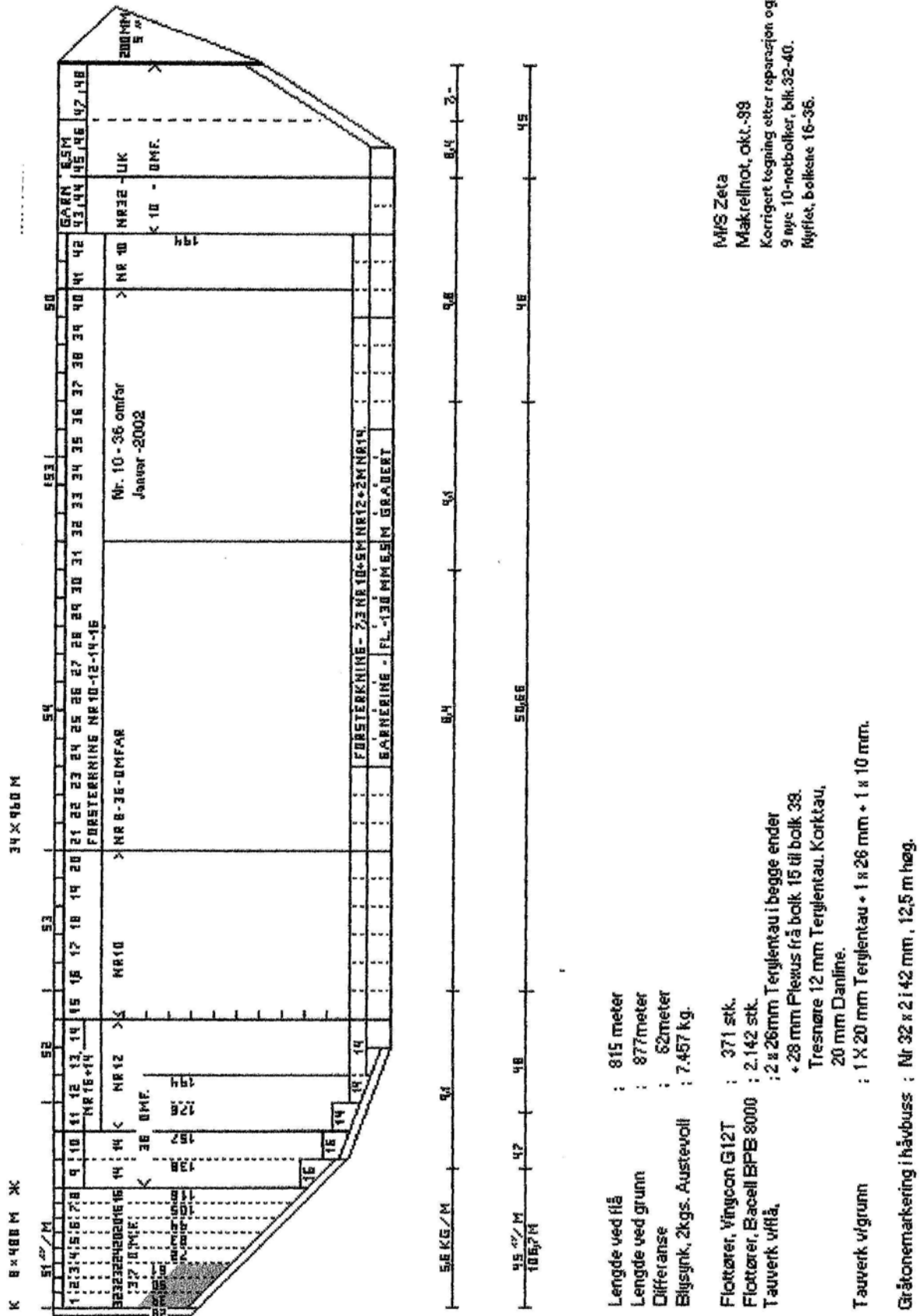


Figur 1 Fordeling av lagringstanker

2.2 Fiskeredskap

M/S Zeta kan som nevnt håndtere både trål og not. Under dette toktet ble not benyttet og en skisse av denne er vist i Figur 2.

Nota er levert av Fosnavåg notbøteri. Lengde ved flå og grunn er hhv. 815 og 877 meter. Nota har ca 7,5 tonn blysynk og oppdrift i form av flottører tilsvarende ca 20 tonn. Nota er oppdelt i bolker med ulikt tråddiameter, fra tråd nr.8 (forholdsvis tynn) i notas midtparti til tråd nr. 32. Maskeåpningen er 36 omfar (tilsvarer 35mm).



Figur 2 Not benyttet under toktet

2.3 Dekksarrangement og utstyr

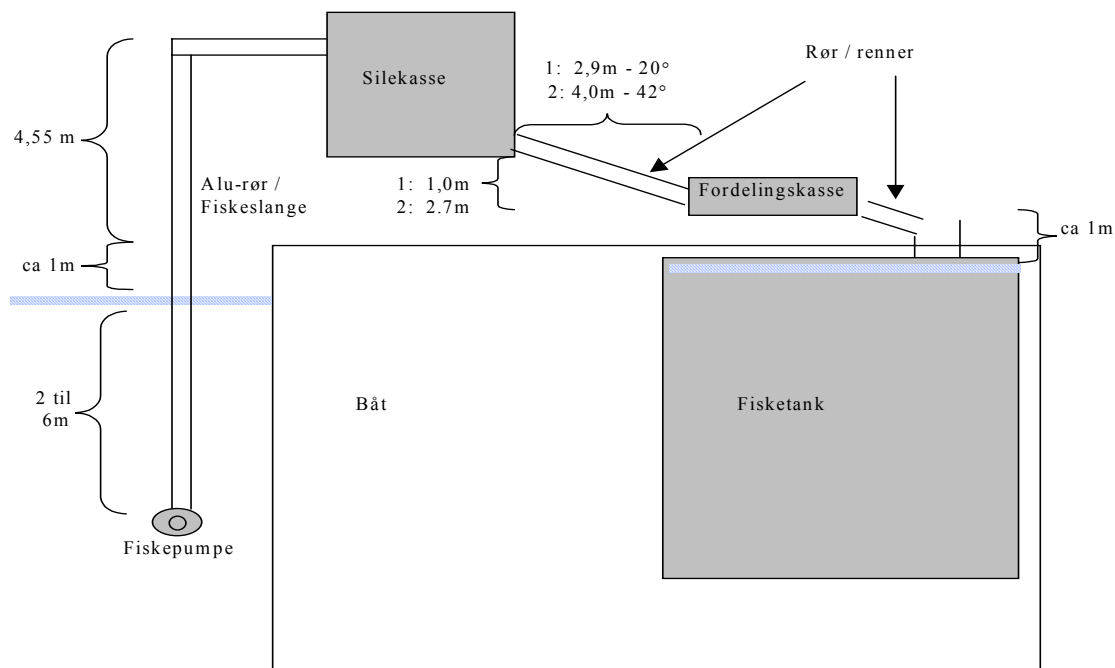
M/S Zeta er rigget som normalt for moderne ringnotfartøy av denne størrelsen. Noe som innebærer vinsjer og utstyr for gjennomføring av pelagisk tråling og fiske med ringnot. For prosjektet sin del er utstyr og arrangement som er i direkte kontakt med fisken av størst interesse.

"Kraftblokka" ombord i M/S Zeta, produsert av "Karmøy winch", kalles "Tristar". Rulldiameter og -høyde er hhv. 450 mm og 1100 mm med 294 mm avstand mellom de tre rullene. M/S Zeta sin vinsj har en hivekraft på 23 tonn.

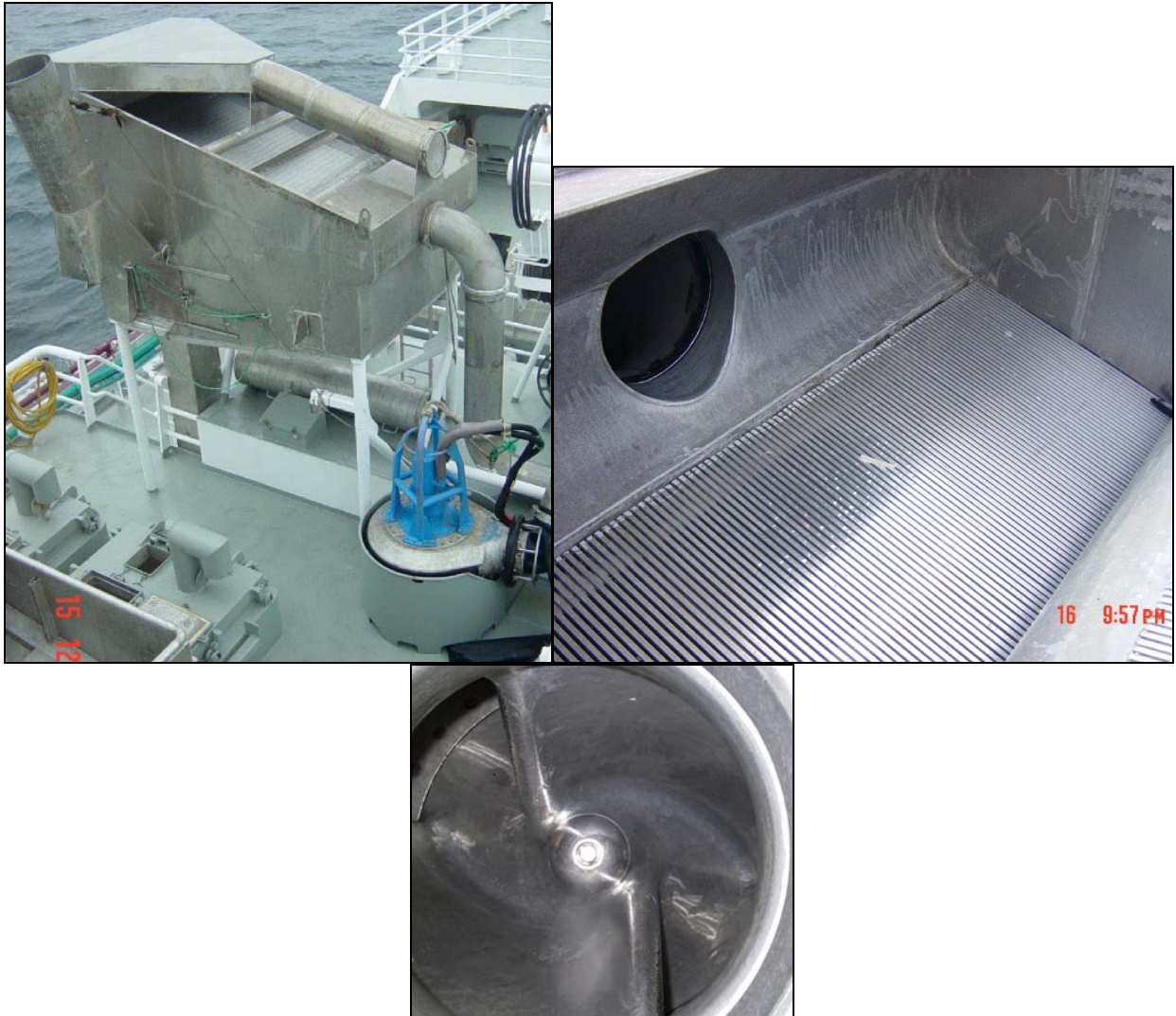
Fiskepumpen er ei 16" Karmøy. Det ble benyttet en 14" fiskeslange (fleksibel gummislange) med total lengde på ca 18 m. I tillegg brukte de ca 4 m 14" aluminiumsrør og bend.

Figur 3 er en skisse over dekkstrutningen som inngår i transport av fisk fra not til tank. Løfte- og fallhøyder er angitt. Ved begynnelsen av pumpingen når fisken står høyt i nota, slippes pumpa ned på ca 2 m dyp. Ved store kast er pumpa nede på ca 5-6 m dyp under pumping. Høyde fra dekk til havoverflate varierer med total fyllingsgrad i tankene, men er mellom 1 og 2 m. Løftehøyde fra dekk til inntak på silekasse er 4,55 m. total løftehøyde for fisken varierer således fra 7,5 til 12,5 m.

Silekassen er vist i Bilde 2. Den har to inntak slik at en kan velge om fisken skal siles over ei eller to rister. Det vanlige i fiske etter makrell er at den siles over ei rist. Høyden fra inntaket og ned på rista inne i silekassen er 10 cm. Rista består av "flåte" spiler (se Bilde 2). M/S Zeta har to fordelingskasser (Bilde 3). Avstand/høyde fra silekasse til de to fordelingskassene er angitt som "1" og "2" i Figur 3.



Figur 3 Dekksutrustning i forbindelse med transport av fisk fra not til tank ombord i M/S Zeta.



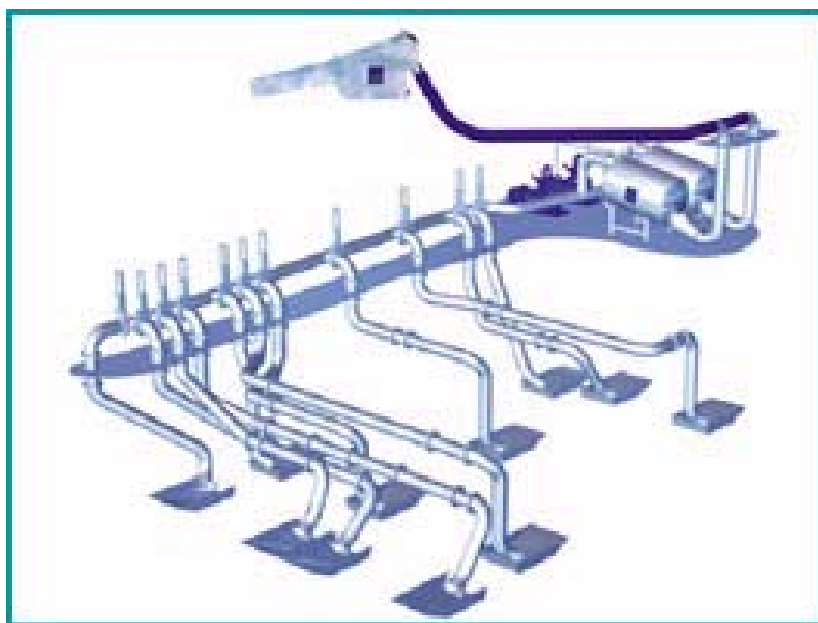
Bilde 2 Silekasse øverst til venstre. Rist inne i silekasse øverst til høyre. 10cm fallhøyde fra utløp og ned på rist. Nederst; fiskepumpens skovler.



Bilde 3 Fordelingskasser fremst og bakerst i bildet. Silekasse i midten.

Fra silekassen går det 14" aluminiumsrør til fordelingskassene. Gjennom fordelingskassene fordeles fangsten mellom de ni tankene i båten. Selve kassen er 75 cm bred med høyde på 60 til 80 cm (forskjell pga. fall i ene retningen) og kvadratiske utløp på 45 cm. Kassen kan deles av innvendig. Delingen og avslutningen mot utløp medfører at kassen innvendig har en rekke skarpe kanter og 90 % vinkler som fisken må rundt og forbi.

M/S Zeta har vakuumpumpe for levering av fangsten. Pumpen er av typen "Tendos" med et kammer på 3500 liter (TVP 3500). Figur 4 er en prinsippskisse av hvordan et slikt anlegg fungerer. I skissen er det to kammer med vakuumpumper. Det går rør fra båten fisketanker og inn på kammerets sugeside. Videre går det rør fra kammeret som kan kobles til eventuelle mottakstanker/binger på land. Først suges det vakuum i kammeret. Deretter åpnes en ventil/klaff på sugesiden og kammeret fylles med fisk. Ventil/klaff på sugesiden lukkes og det kjøres trykk på tanken. Deretter åpnes ventil/klaff på trykksiden, fisken presses ut av kammeret og ventil/klaff lukkes.



Figur 4 Prinsippskisse av anlegg hvor vakuumpumpe brukes for levering av fangst (Optimar, www.optimar.no).

2.4 Gjennomføring av fiske

2.4.1 Makrelltokt I

Tildelinger av forskningskvoter til prosjektet var ikke avklart i forkant av makrelltoktet. Turen ble derfor gjennomført med basis i fartøyets egne kvoter. Valg av tidspunkt for turen, fangstfelt, utførelse av fisket og forhold rundt levering ble således gjennomført uten påvirkning fra deltakende forskere. Deltakende forskere fra SINTEF var Hanne Digre og Snorre Angell. Bilder fra toktet er vist i vedlegg 1.

Før avgang ble temperaturloggere plassert i to av tankene, ved bunn, 2,5 m over bunn og 2 m under luka. M/S Zeta forlot Remøya 1215, lørdag 13.09, kurset sør og rundet Stadt ca 1415 med 20 m/s vind fra sør. Vann ble tatt ombord umiddelbart etter avgang og kjøling startet.

1300 søndag 14. gikk nota i posisjon N 59°33', Ø 3°13'. Det ble bomkast og letingen fortsatte på en nordlig kurs uten flere kast den dagen. Mandags morgen var M/S Zeta nær Osebergfeltet. Letingen fortsatte og noen små flekker makrell ble observert. Kl 2030 i posisjon N59°59' Ø2°54' gikk nota og denne gangen ble det fangst.

Pumpingen startet 2120 og avsluttet 2220. Fangsten ble anslått til ca 200 tonn, som gir en pumpehastighet på 200 tonn per time. To tanker på 224 m³ ble fylt med ca 70 m³ fisk og resten vann. En tank på 175 m³ ble fylt med ca 60 m³ fisk og resten vann. Fangsten gikk på auksjon til Global Fish i Liavåg hvor vi leverte tirsdag 16.09. Makrellen ble pumpet opp i en mottaksbinge på kaia ved hjelp av båtens egen vakuumpumpe.

Det er ikke vanlig at nota renses/skylles før neste hal i makrellfisket. Dette begrunnes med at det er lite fisk som sitter fast i linet og/eller blir med i notbingen.

2.4.2 Makrelltokt II

Etter tildeling av forskningskvote ble det satt av en makrellkvote på 62,5 tonn til M/S Zeta. Da kartleggingen av kvaliteten på notfanget makrell ble gjort hovedsakelig under toktet i september, og at tokt med et annet fartøy i prosjektet skulle gjennomføres i samme tidsintervall, ble det besluttet at SINTEF skulle delta med ingeniør Marte Schei. Hun skulle kun foreta en visuell vurdering av makrellen ombord.

M/S Zeta forlot Bergen 03.11 og satte kursen sør. Vann ble tatt ombord umiddelbart etter avgang og kjøling startet. 5.november om morgenen var båten i fangstområde 28/53 og nota ble lagt ut kl. 0420. Pumpingen startet 0535 og avsluttet 0610. Fangsten ble anslått til ca 62,5 tonn, som gir en pumpehastighet på ca 120 tonn per time. Fangsten ble levert til en av bedriftene i prosjektet; Austevoll fiskeindustri, ettermiddagen 5.november 2003.

Tabell 2: Kronologisk hendelsesforløp fra avgang til levering av fisken

	Zeta Makrell, tokt I	Zeta Makrell, Tokt II
Avgang	Remøya	Bergen
Sted og tidspunkt	13.09.03, kl 1215	03.11.03
Posisjon setting av not/trål	N59°59' Ø2°54'	Fangstområde 28/53
Tidspunkt setting av not/trål	15.09.03, kl 2030	05.11.03, kl. 0420
Start pumping	15.09.03, kl 2120	05.11.03, kl. 0535
Stopp pumping	15.09.03, kl 2220	05.11.03, kl. 0610
Mengde / art	200 tonn makrell	62,5 tonn makrell
Pumpehastighet; tonn/time	200 t/h	Ca 120 t/h
Bifangst	Ingen	Ubetydelig
Levering	"Global Fish",	Austevoll
Sted og tidspunkt	Liavaag	fiskeindustri
Lagringstid ombord	16.09.03. kl 1200 13h 40min	05.11.03 ca kl.1900 12h 50min

2.5 Temperaturlogging

Zeta er utrustet med 9 RSW-kjølte tanker, se også figur 1. På makrelltoktet var det kun tre av disse som ble brukt. To tanker på 224 m³ (styrbord og babord tank i posisjon 2) ble fylt med ca 70 m³ fisk, resten vann. En tank på 175 m³ (center tank i posisjon 1) ble fylt med ca 60 kubikk fisk og resten vann. Dette er en meget forsiktig fyllingsgrad pga at de ønsket topp kvalitet på makrellfangsten. (I fiske etter sild, og spesielt ved kolmule kan det være snakk om helt andre fyllingsgrader.)

For å etablere en oversikt over hvordan kjølekjeden ombord fungerte, ble det gjennomført temperaturmålinger i så vel enkeltfisk som i RSW-tanker:

- Loggere ble satt i to tilfeldige fisker og lagt i perforerte poser som så ble firet ned i hver sin tank. Posene ble senket ned i tankene kl 21.45 den 15. september og hentet opp kl 12.00 16. september. Posene med fisken lå ca i midten av fiskemassen i tankene.
- Det ble målt temperaturer i enkeltfisk hentet direkte ut av not – totalt 40 fisk ble registrert. Tilsvarende ble det også målt temperatur i enkeltfisk ved levering.
- Det ble plassert 5 temperaturloggere (egentlig 6, men en av loggerne viste seg å være ute av funksjon) i RSW-tankene før disse ble fylt med vann (kl 12.30 13. september). Loggerne ble fordelt i de to tankene og ble plassert i ulike nivå: I styrbord tank 2,5 meter fra bunn og 0,5 meter fra bunn. I babord tank 2 meter fra toppen, 2,5 meter fra bunnen og 0,5 meter fra bunnen. Båtens egen temperaturlogger står plassert på utløpet fra RSW-tankene.

2.6 Analyser og kvalitetsvurdering

Formålet med denne delen av undersøkelsen var å foreta en generell vurdering av kvaliteten på notfanget makrell ved å vurdere ulike forhold under fangstmetoden, ombordtaking og ombordhåndtering. Fisk som var levende ved prøveuttaket ble avlivet med slag i hodet.

2.6.1 Forsøksoppsett og prøvematerialet

Det ble tatt ut fisk på forskjellige steder ombord på M/S Zeta, Makrell tokt I:

- Gruppe 1; fisk fra nota, før pumping hadde startet
- Gruppe 2; første fisk etter pumping/i silekassen
- Gruppe 3; første fisk før lagringstank/etter silekassen
- Gruppe 4; fisk fra nota, siste rest
- Gruppe 5; fisk etter pumping/i silekassen, siste rest
- Gruppe 6; fisk før lagringstank/etter silekassen, siste rest
- Gruppe 7; fisk fra lagringstank ved levering hos bedrift

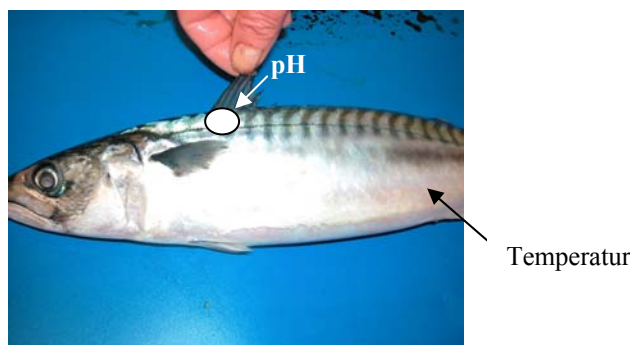
Den første fisken ble tatt fra de ulike trinnene i fangstprosessen kl.2120, mens den siste fisken ble tatt kl.2220. Fisk fra gruppe 2 og 3 ble ved en feiltakelse lagt på is rett etter uttak, slik at kjernetemperaturen i fisken ble ikke reell.

10 fisk fra hver gruppe ble merket og analysert om bord. (Bilde 4 viser lokaliseringen av ulike målinger som ble foretatt på fisken). Følgende vurderinger og målinger ble utført og registrert på denne fisken:

- Fangstkvantum, lengde og vekt

- Fiskens tilstand; død/levende og om fisken var kommet i rigor ved ombordtaking, rigor ble også målt etter noen timer ombord
- Muskel-pH ved avliving
- Kjernetemperatur

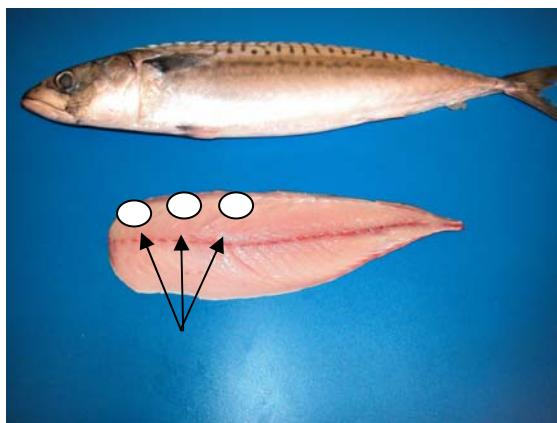
I tillegg ble et ulikt antall fisk fra hver gruppe vurdert i forhold til fangstskader, basert på kriterier og skjema som er under utarbeidelse i prosjektet (vedlegg 2).



Bilde 4 Lokaliseringen av ulike målinger som ble foretatt på fisken

De ti fiskene fra hver gruppe ble lagt i kasser med is og sendt til Trondheim. Ved ankomst Trondheim ble kassene satt på kjølelager. Til sammen ble 70 fisk fraktet til Trondheim, i tillegg til 15 stk for analyse av kjemisk sammensetning (delprosjekt 1 i dette prosjektet). Følgende analyser ble utført:

- 7 fisk fra hver gruppe, til sammen 49 fisk, ble analysert 3 dager etter fangst: gaping (filetspløtning), farge og visuell vurdering (vedlegg 2); bukhinne og blodflekker. Tekstur ble analysert etter 4 døgn på is. Bilde 5 viser lokalisering av farge- og teksturmålingene som ble foretatt på fileten.
- 11 fisk ble kjølelagret ved 4 °C i en uke for analyse av oksidasjon (TBARS og PV).
- 10 fisk fra de ulike gruppene ble frosset ned (-20°C) 2 dager etter fangst og fryselagret i ca 1 måned for analyse av oksidasjon (TBARS, PV, frie fettsyrer) og farge.



Bilde 5 Lokalisering av farge- og teksturmålingene som ble foretatt på fileten.

Når det gjelder makrelltokt II ble fisken vurdert i forhold til fangstskader, basert på kriterier og skjema som er under utarbeidelse i prosjektet (vedlegg 2). Videre ble 20 fisk fra 4 ulike plasser og tidspunkt ombord (første fisk fra not, første fisk etter pumping, siste fisk fra not og siste fisk etter pumping) vurdert i forhold til om fisken var død eller levende ved ombordtaking.

2.6.2 Analyser utført ombord

Slaktedata:

Lengde og vekt ble registrert på rund fisk.

Fiskens tilstand (dødlighet):

Hvorvidt fisken var død eller levende ved ombordtaking ble kontrollert ved å berøre sidelinja og ved spordgrep.

Rigor:

Det ble registrert om fisken var begynt å gå i rigor ved ombordtaking. Utviklingen av dødsstivheten (rigor) under islagring ble evaluert sensorisk ved å føle langs fisken og ved å løfte forsiktig på halen. Følgende skala ble benyttet:

- 0 – ingen rigor (pre- eller post-rigor)
- 1 - begynnende (lokal) rigor (eller nesten ut av rigor)
- 2 – rigor har spredt seg til en større del av fisken
- 3 – hele fisken tydelig i rigor
- 4 - sterk rigor
- 5 – meget sterk rigor

Fisk fra forsøkshalene ble evaluert m.h.t. rigor ved 0°C.

Muskel-pH:

Som indikasjon på graden av stressing (utmattning) av fisken under fangst og ombordtaking ble pH i muskelen målt så tidlig som mulig etter at fangsten var kommet på dekk. Fisken ble avlivet med et slag i hodet før muskel-pH og temperatur ble målt.

Målingene ble utført ved at det med skalpell ble skåret et snitt mellom sidelinjen og ryggfinne der muskel-pH ble målt. Kjernetemperaturen ble målt i gattåpningen. Ved alle pH-målingene ble det brukt et WTW 330 pH-meter. Elektroden som ble brukt ombord var en WTW Sen Tix 41 som er en spesialelektrode for målinger i blant annet fisk og kjøtt. Til kalibrering ble det brukt Beckman-buffere på henholdsvis pH 4 og 7.

Visuell vurdering av fangstskader på rund fisk:

Definerte redskapsskader ble vurdert visuelt på rund fisk i henhold til kriterier som er under utarbeidelse i prosjektet (vedlegg 2).

Typiske fangstskader og kvalitetsfeil på hel fisk ble fotografert med digitalt kamera (vedlegg 3).

2.6.3 Analyser utført på laboratoriet

Visuell vurdering av filetkvalitet:

Blodflekker og bukhinne ble vurdert sensorisk i henhold til kriterier som er under utvikling i prosjektet (vedlegg 2).

Graden av gaping (muskelspalting) ble vurdert på hel fileten med skinn. Skalaen som ble benyttet er utarbeidet av Andersen et al. (1994) og vist i Tabell 3.

Tabell 3 Skala for bedømmelse av gaping (Andersen et al. 1994).

Poeng	Beskrivelse
0	Ingen gaping
1	Få små spalter ¹⁾ (færre enn 5)
2	Noen små spalter (færre enn 10)
3	Mange spalter (flere enn 10 små eller få store ²⁾)
4	Utpreget gaping (mange store spalter)
5	Ekstrem gaping (fileten faller fra hverandre)

1)<2cm; 2)>2cm

Farge:

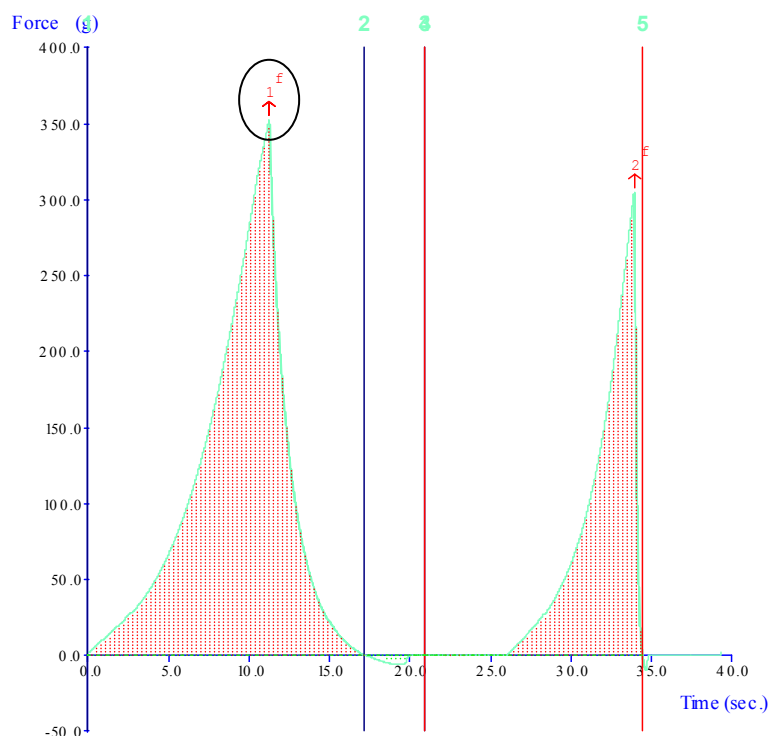
Farge ble vurdert ved hjelp av Minolta Chromameter (modell CR 200). Instrumentet måler følgende parametere:

- L* er et mål for lyshet der 0=svart og 100=hvit
- a* uttrykker fargeintensitet fra grønn (-) til rød (+)
- b* uttrykker fargeintensitet fra blå (-) til gul (+)

Fargemålingene ble utført direkte på fileten.

Teksturegenskaper:

Teksturmålingene ble utført ved hjelp av et instrument av type TA.XT2 Texture Analyser fra Stable Micro Systems, England, ved en modifisert metode beskrevet av Einen og Thommassen (1998). Det ble benyttet en sylindrisk probe med flat bunn med diameter 12 mm. *Hardhet* ved nedtrykk til 30% av prøvetykkelsen ble registrert ved at proben ble trykket ned i kjøttet normalt på muskelfibrenes lengderetning med en hastighet på 0,5 mm/s. Ut fra dette datamaterialet ble *Elastisiteten* og *Filettykkelse* beregnet (Bourne, 1978). Kraften som funksjon av tiden ble kontinuerlig registrert under målingen, og automatisk plottet i en Tekstur Profil Analyse (TPA)-kurve for hver måling vist i Figur 5. Kjøttets teksturegenskaper ble bestemt av tre paralleller fra hvert prøveuttak. Et snitt av disse er rapportert her. Makrellen ble analysert etter islagring i 4 døgn.



Figur 5 *Tekstur Profil Analyse-kurve for makrell etter 4 dagers islagring. Punkt 1 (som er innrammet) =hardhet, kohesistet beregnes ved å dele arealet mellom punkt 4 og 5 på arealet mellom punkt 1 og 2.*

Kjemisk sammensetning:

- *Totalt fettinnhold*

Lipider ble ekstrahert etter Bligh & Dyer (1959) for å finne totalt fettinnhold. Materiale ble ekstrahert med kloroform (CHCl_3), metanol (CH_3OH), og destillert vann (H_2O) (2:2:1,8). Kjent volum av kloroformfasen ble overført til små glassrør (på forhånd veid) som etter avdamping ble veid på nytt og totalt lipidinnhold ble bestemt gravimetrisk. Duplikate prøver ble analysert og gjennomsnittet uttrykt som resultat.

- *Protein*

Proteininnholdet ble bestemt etter Kjeldahls metode. Det ble tatt 2 parallelle analyser av prøvene.

- *Vanninnhold*

Prøvene ble veid før og etter tørking ved 105°C i 24 timer. Vektreduksjon angir vanninnhold i prøven. Vanninnholdet er oppgitt i prosent av våtvekt og er basert på middelveidien av to parallelle. Vanninnholdet ble bestemt i de samme prøvene som ble analysert m.h.t. totalt fettinnhold (prøven ble delt etter homogenisering).

- *Aske*

Innhold av aske ble bestemt ved 24 timers forasking ved 540°C . Duplikat av prøvematriksen ble analysert og gjennomsnittet av prøven uttrykt som resultat.

Oksidasjon:

- *Peroksidtall*

Peroksidtall er et mål for fettets grad av harskning. Peroksidallet indikerer et tidlig stadium av oksidasjonen, og viser hovedsakelig innholdet av primære harskningsprodukter. Metoden som ble benyttet var "Bestämning av PV med Ferrothiocyanatmetoden" etter Ueda *et.al.* (1986) og IDF-standard 174A:1991. Fettet blir ekstrahert fra prøvematerialet og løst i iso-hexan. Hydroperoksidene i fett oksiderer Fe(II) til Fe(III). Fe(III) reagerer senere med ammoniumthiocyanat under binding av et kompleks som har sitt absorpsjonsmaksimum ved 500 nm. Det ble tatt 4 paralleller av hvert prøveuttak. Middelerdien av disse er rapportert her.

- *Anisidintall*

Denne metoden påviser innholdet av sekundære harskningsprodukter. Anisidintall er et mål på mengden av α - og β - umettede aldehyder i en fettprøve. Ved bestemmelse av anisidinverdien er oljen løst i isooktan, og blandet med p-Anisidinreagent. p-Anisidin reagerer med aldehydene i prøven. Det dannes et gulaktig reaksjonsprodukt, som påvirkes både av aldehydenes konsentrasjon og struktur, og som bestemmes spektrofotometrisk ved 350 nm. Testen bestemmer mengden av aldehyder som er til stede i oljen. Det ble tatt 3 paralleller av hvert prøveuttak og middelerdien av disse er rapportert her.

- *Frie fettsyrer*

Frie fettsyrer ble bestemt etter metode: AOCS Official Method Ca 5a-40, utg. 1993. Frie fettsyrer er vanligvis et mål på i hvilken grad enzymatisk harskning har funnet sted og frigjort fettsyrer fra esterbindingene til glyseridmolekylet.

2.7 Statistiske metoder

De statistiske analysene bygger på variansanalyser (Minitab Ltd.). Signifikansnivået er satt til 5% ($p < 0,05$).

3 Resultater og diskusjon

3.1 Mannskapets innspill vedrørende kvalitet

M/S Zeta har rykte på seg blant kjøpere for å levere fine varer. Skipper og mannskap ombord i M/S Zeta virket generelt interessert i å oppnå god kvalitet på fangsten. Følgende punkter ble spesielt fokusert på:

- Vann ble tatt inn i tankene med en gang de forlot kai og ble kjølt ned til $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Under makrellfiske ville de i utgangspunktet ikke ta mer enn 200 tonn pr. kast/tur.
- De hadde relativt lite fisk i hver tank. Forholdet fisk:vann var ca 1:2 ved makrellfiske, og ca 1:1 ved sildefiske.
- Skipper mente det var meget viktig å få makrellen ombord og ned i det kjølte vannet mens den enda var levende. Dette sikret en "stiv" fisk (rigor) som er vesentlig for å oppnå høy pris fra japanske kjøpere.
- Hastigheten på fiskepumpen måtte ikke være for stor. For høyt trykk kunne medføre bløt fisk.
- Høy sjø og urolig båt virket negativt inn på fiskens kvalitet under transport til land.
- Naturgitte forhold, som vær, strøm og fiskens tilstand (kondisjon, åte, stressnivå) samt andre uforutsette ting som skader på utstyr (vinsjer, pumper, kjøleanlegg) kunne påvirke kvaliteten betydelig.

For å oppnå god kvalitet kan prosedyrer optimaliseres og/eller utstyr forbedres. For rederiene, som ved de fleste kommersielle bedrifter, vil det alltid være et spørsmål om kostnadene ved å endre rutiner og/eller forbedre utstyr kan forsvares ved at en oppnår høyere pris for produktet. Det finnes derfor mest sannsynlig et potensial i kvalitetsheving som kan forløses ved større prisdifferensiering på fangstene.

3.2 Not

Generelt kan det sies at not i et kvalitetsperspektiv er et relativt skånsomt fiskeredskap. Sammenlignet med f.eks. trål, har fisken et mye kortere opphold i redskapet før det tas ombord. Dette er gunstig i forhold til utmattelse og støt, klem og friksjonsskader som følge av direkte kontakt mellom fisk og redskap.

Den kritiske fasen i forhold til fiskens kvalitet er prosessen hvor nota tørkes for at fisken skal konsentreres i en så stor grad at pumping kan begynne. Denne fasen er stressende og utmattende for fisken. Skal en vesentlig kvalitetsgevinst oppnås bør en se etter andre måter å ta fisken ombord på. For eksempel kan en tenke seg at en tørker deler av fangsten av gangen, eller omgår problematikken med tørking/pumping ved å konstruere fartøy med slusekammer (se vedlegg 4).

Landanlegg påpeker at det til tider kan være innslag av gammel fisk i fangstene. Noe av dette kan være fisk som ligger i nota fra forrige hal. Krav til fangsteffektivitet og spesielt synkehastighet medfører en konstruksjon av nota som gir løst lin og "poser" under haling/tørking. Fisk kan dermed bli med linet opp i kraftblokka, bli delvis knust og liggende i notbingen. Under halingen kom det en og annen fisk med gjennom kraftblokka. I følge skipper var dette ikke noe stort problem i makrellfisket, men kunne være plagsomt i sildefisket. Ett enkelt mottrekk er å rense/skylle nota.

Hvis friksjonsskader (risttap, slitte finner etc.) pga oppholdet i tørkeposen er et problem, kan det benyttes et mer finmasket lin, evt. lin som er glattere i bakre del av nota.

3.3 Dekksutstyr

Noen generelle betraktninger:

Dekksutrustningen og utstyr som er i direkte kontakt med fisk ombord i fartøyer som fanger pelagisk fisk har i hovedsak to formål. Det ene er at utstyret skal bringe fisken fra utsiden av båten (nota) til fartøyets tanker. Den andre er at utstyret skal sørge for at eventuelt vann som blir med på ferden skal skilles fra fisken. Dette fordi fartøyene har nedkjølt vann ombord og ikke ønsker innblanding av sjøvann som ikke er nedkjølt.

Utstyret som brukes i dag for å dekke dette behovet er i prinsippet det samme for de fleste båtene som fisker etter pelagiske arter, og hovedkomponentene er fiskepumpe og silekasse. Fisken pumpes fra not/trålsekk og opp i en silekasse hvor vann og fisk skiller lag. Fisken blir så ved hjelp av renner og rør fordelt til tankenes inntak. Fremdriften besørages av tyngdekraften. Det vil si at fisken pumpes opp til en høyde som gir "fall" i resten av prosessen.

I løsninger som innebærer at høydeforskjeller skal besørge fremdrift ligger det potensielt mange kilder til negativ påvirkning av fiskens kvalitet. Spesielt kan en nevne friksjon mot underlaget (når vann er fraværende), kanter og vinkler i renner/rør, frie fall og prosessen hvor høydeforskjell oppnås (pumping i dette tilfellet).

Med bakgrunn i at jo høyere fisken må pumpes, desto større trykk må pumpen ha, er det en målsetting at fisken ikke skal pumpes høyere enn nødvendig. Følgende forbedring kan tenkes: Avsiling av vann fra fisk kan skje på ei rist med ca 50 cm høydeforskjell pr. 2 meter (som dagens rister). Den videre transporten fra silekasse til tankenes inntaksluker kan besørages av transportband som erstatter renner, rør og fordelingskasser. Transporten kan også skje vha. lukkede system og vakuumpumper. Dermed unngås behovet for overhøyde og friksjonsskader reduseres. I M/S Zeta sitt tilfelle vil en kunne redusere pumpehøyden med ca 4 meter og bli kvitt fordelingskassene.

Zeta har ni tanker. Fordelingen av fisk mellom tankene besørages av at det fra silekassen, som står plassert forholdsvis midt i båten, går renner og rør frem- og bakover til kasser som fordeler fisken tverrskips.

Avstanden mellom inntakslukene fra bakre til fremre tanker gjør at det er behov for to fordelingskasser med dertil hørende renner og rør. (Noen ringnotfartøy, f.eks. M. Ytterstad, Lødingen, har to silekasser, som er et alternativ). Fordelingskassene synes ikke å være optimalt konstruert i forhold til fisk sin kvalitet. Bilde 6 viser innsiden hvor det er en rekke 90° vinkler og kanter som fisken må passere. I de fleste tilfellene kunne dette vært unngått med små endringer i konstruksjon og ved å sveise på plater som gir mykere overganger.

Fordelingskassene er enkle, rimelige og funksjonelle løsninger. Ved hjelp av luker kan fisken fordeles i flere tanker samtidige og en kan åpne og stenge tilførsel av fisk til ulike tanker uten å stoppe pumpen. En bør imidlertid vurdere å benytte fleksible slanger fra silekassen til tankene. Ved å bruke silekassen som en buffer (luke i utløpet), kan en fremdeles fordele fisk mellom tankene uten å stoppe pumpen. Fleksible slanger vil være plassbesparende, vesentlig rimeligere enn renner, rør og kasser samt redusere risikoen for skader på fisken.

I røropplegget fra pumpe til silekasse er det ombord i M/S Zeta brukt både 45° og 90° bend (se Bilde 7). I forhold til fiskens kvalitet er det mer gunstig med myke overganger. I M/S Zeta sitt tilfelle kan det synes som om 90° vinkel ut fra silekasse er en konsekvens av at røret ikke skal komme i konflikt med en dekkskran.

Rørapplegget fra pumpe til silekasse er en kombinasjon av fleksible gummislanger og aluminiumsrør. I skjøten mellom disse (se Bilde 8) blir det en innvendig kant. Når denne står mot fiskens fartsretning er dette potensielt en kilde til skade på fisken.

Dekksutstyret ombord i Zeta er funksjonelt og har god standard. Deler av utstyret som er i kontakt med fisken bærer preg av en bakenforliggende kvalitetstenkning. For eksempel utforming av silekassens inntak og rister, samt fiskepumpen. Andre deler, f.eks. fordelingskassene, synes ikke å være utformet med basis i mest mulig skånsom behandling av fisken. Her er det tydeligvis funksjonalitet, rasjonalitet og tilpassing til annet utstyr som har stått i fokus. Således kan en hevde at det mangler en "helhetlig kvalitetstenkning" i konstruksjon av logistikkjeden fra not til tank.

Når det er sagt har vi i liten grad klart å påvise at dekksutstyret i seg selv påfører fisken en målbar kvalitetsforringelse. Ombygning av dekkarrangementet på M/S Zeta på bakgrunn av forsøkene vil således være en overreaksjon. De påpekte forholdene og prinsipielle betraktningene er likevel av betydning og bør tas hensyn til. Spesielt ved nybygg og ombygginger hvor en kan legge en helhetlig kvalitetstenkning til grunn for dekkarrangementet.

Som også skipper påpeker kan håndteringen av utstyret i mange tilfeller påføre større kvalitetsforringelse enn utstyret i seg selv. For eksempel overdreven hastighet på fiskepumpa.



Bilde 6 Innside av fordelingskasser. Vi ser flere skarpe kanter og plater som står 90° i forhold til fartsretningen til fisken.



Bilde 7 Rør fra pumpe til silekasse. Bend med både 90° og 45° vinkel.



Bilde 8 Skjot mellom gummislange og rør.

Vakuumpumpe/lossepumpe:

Ved prøvetaking i mottak på landanleggene ble det observert en del fisk som var skadet ved at hodet var kappet evt. ryggen knekt. Skadenes art og omfang var ikke registrert i liknende grad ombord i båtene. Det vil si at det i logistikken fra båt til mottak ved landanlegg skjedde en kvalitetsforringelse. Når fisk er skadet på den måten er det nærliggende å fokusere på vakuumpumpe/lossepumpen. Som nevnt inngår det i et slikt system ventiler/klaffer som åpnes/lukkes mellom sekvensene for sug og trykk. I følge Frode Voldsund ved Optimar kan fisk bli skadet i ventilene/klaffene med pumpene som er vanlig å benytte ved lossing av pelagisk fisk. Dette er imidlertid avhengig av bl.a. mulighetene ombord i båtene (plassforhold, etc.) for å konstruere et "riktig" arrangement rundt ventiler/klaffer og innløp/utløp til/fra vakuumpumpe.

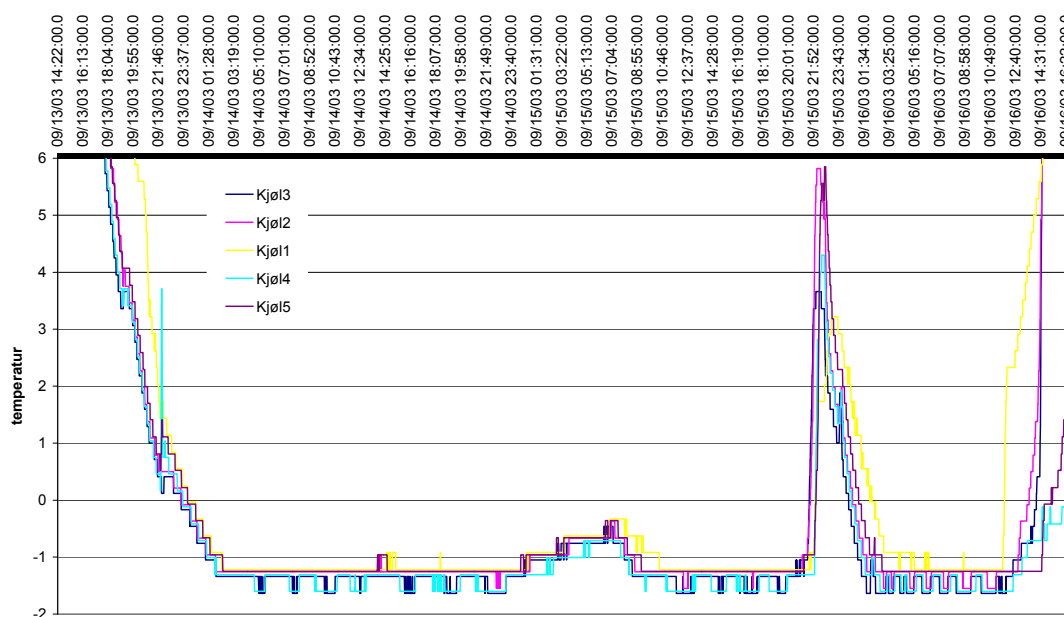
Et annet forhold, som ble erfart ved levering til anlegg med begrenset kapasitet i mottaket, var at den relativt store lossepumpen ombord i Zeta måtte stoppes før vakuumpumpe var tømt for fisk. Dette øker risikoen for at fisk blir kappet siden ventilene på trykksiden lukkes mens det er fisk i rør og kammer

Voldsund sier at det bl.a. gjennom Optimar foregår en kontinuerlig prosess for å optimalisere vakuumpumper med hensyn til skader på fisk. Videre henviser han til at pumper designet for transport av levende fisk (f.eks. oppdrett) er mer skånsomme enn de tradisjonelle lossepumpene og at det nevnte arrangementet rundt et slikt anlegg har betydning. Generelt er det mange ting som kan gjøres for å minimalisere skader som følge av vakuumpumper, klaffer og ventiler, og Voldsund henviser til at det ofte koker ned til økonomiske vurderinger og mulighetene det generelle arrangementet ombord gir for optimalisering av anlegget.

3.4 Kjølkjede ombord

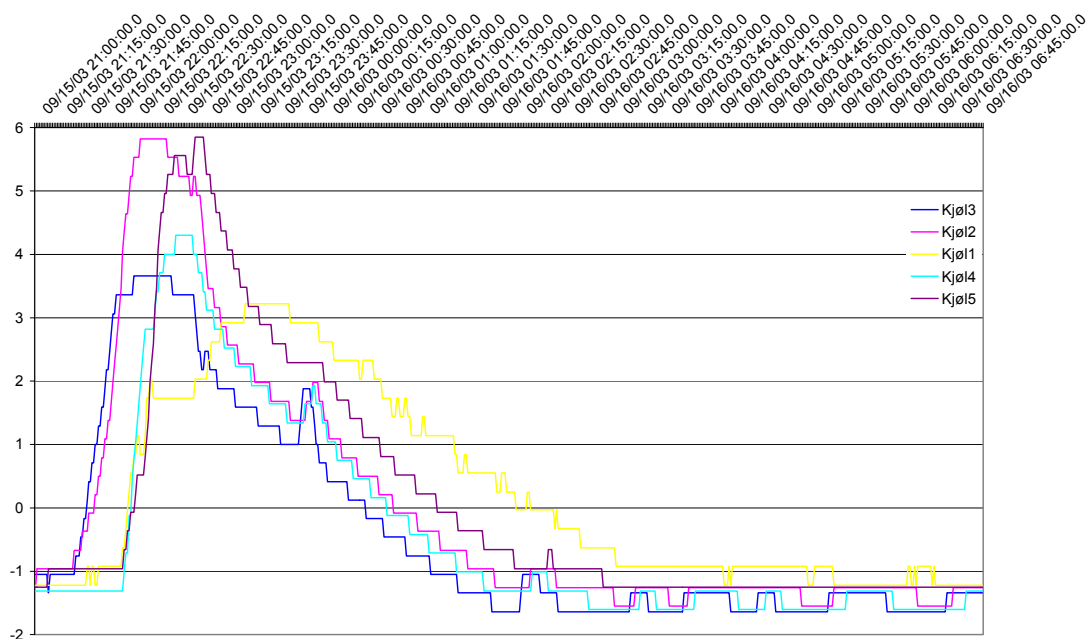
Makrellen hadde i gjennomsnitt en kjernetemperatur på 15,2 °C ved ombordtaking (målt gjennom temperaturregistrering i enkeltfisk, n=40, sd ± 0,7). Makrelltoktet som ble gjennomført i november var kjernetemperaturen i fisken sunket til 10 °C.

Figur 6 viser det samlede forløpet for alle fem loggere i RSW-tankene under hele toktet. Temperaturen i RSW-tankene ligger jevnt over på ca -1,5 °C uavhengig av hvilken tank det er snakk om og hvilken høyde i tanken.



Figur 6 Temperaturprofil under hele toktet. De fem loggerne følger følgende kodesystem: Kjø1 3 Styrbord tank, 0,5 meter fra bunn, Kjø2 2 Styrbord tank, midten 2,5 m fra bunn, Kjø1 1 Babord tank, 2 m fra toppen, Kjø4 4 Babord tank, 0,5 m fra bunn, Kjø5 5 Babord tank, 2,5 m fra bunn.

Et viktig moment er hvor lang tid det tar å kjøle ned fisken og reetablere temperaturnivået i tanken etter at tankene er lastet opp. Dette kan studeres nærmere i Figur 7 som kun viser ”nærbilde” av perioden under oppfylling og den påfølgende nedkjøling. Den fisken som ble fangstet holdt denne dagen ca 15,2 °C (j.fr målingene i enkeltfisk). Av temperaturloggen ser vi også at vanntemperaturen i RSW-tankene raskt steg til ca 6 °C etter at fisken var pumpet opp.



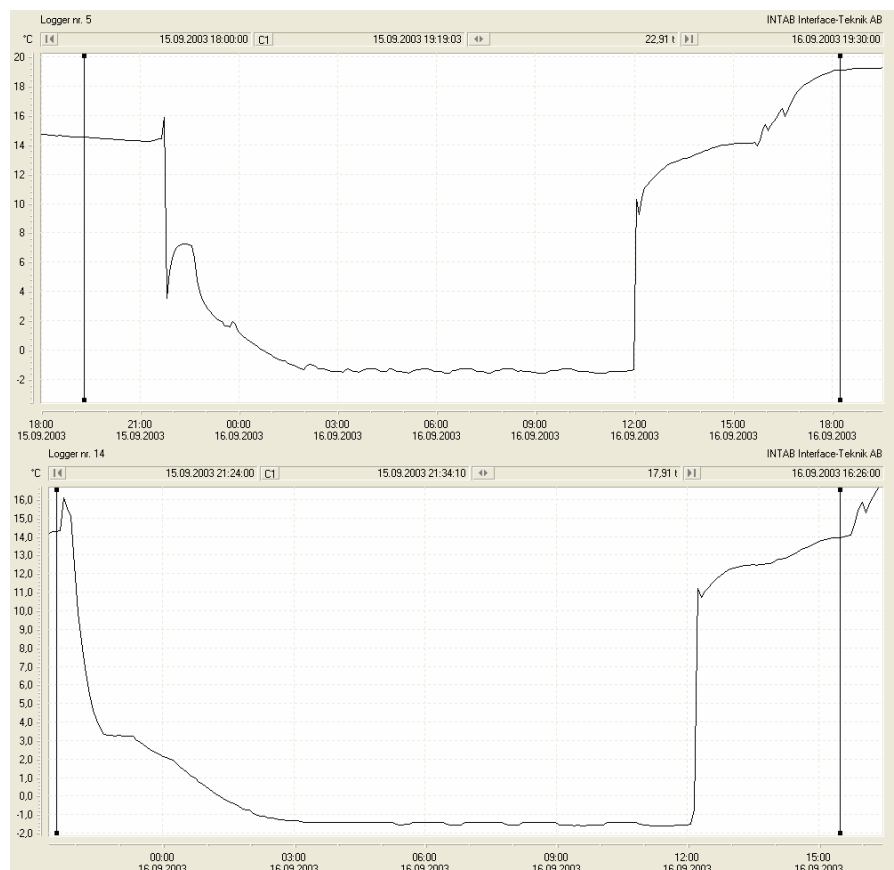
Figur 7 Vanntemperaturprofil i RSW-tanker på M/S Zeta

I styrbord tank, hvor loggerene "kjøl 2 og kjøøl 3" var plassert tok det 4,5 – 5,5 timer fra temperaturen steg over -1 grad (når fisken kom i tankene) til den igjen var nede på dette nivået. Perioden temperaturen var over 0 grader strakk seg over 3 timer. Nedkjølingstid fra høyeste temperatur og ned til 0 °C tok ca 2 timer. Styrbordtank ble fylt opp først.

I babord tank hvor opplasting startet en halv time senere enn i styrbord tank var de samme tidsspennene henholdsvis 3,5 – 6 timer (til -1°C) og 1,5 – 4 timer (til 0°C). Loggeren som lå høyest i tanken indikerte det tregeste nedkjølingsforløpet, men var aldri så høyt oppe i temperatur som de øvrige deler av tanken. Nedkjølingstid fra høyeste temperatur og ned til 0 °C tok ca to timer.

Det tok bare ca 15 minutter å kjøle tankene ned til 4 °C og dermed bringe fisken inn i det område som temperaturforskriften for ferskvare foreskriver. Dette er et godt resultat som er en følge av gjennomtenkt fyllingsgrad i tanken (forholdet vann/fisk) kombinert med riktig temperatur og god kjøling på RSW-tankene.

I Figur 8 indikeres nedkjøling og oppbevaringstemperatur for de fiskene som ble utstyrt med egne temperaturloggere. Logger nummer fem ble senket i styrbord tank og det tok 3 timer fra logger ble satt inn til temperaturen var nede på 0. Logger 14 lå i babord tank og det tok 3,5 timer før temperaturen var ned i 0 °C.



Figur 8 Nedkjølingsforløp for to enkeltfisk. Fisken ble tatt ut av tankene ved lossing 16.november ca kl.12:00.

Temperaturmålinger i enkeltfisk fra styrbord tank ved lossing, viste kjernetemperaturer i området -0,8 til +1 °C. Fisken ble levert ved Global Fish sitt anlegg i Liavaag 16. september, og der ble kjølekjeden brutt i og med svært høy temperatur i mottakskaret (12,7 °C). Kjølt vann som fulgte fisken fra Zeta var med på å bringe temperaturen ned i dette karet. Global Liavaag har i januar 2004 installert nytt RSW-anlegg for fiskemottaket og vil nå holde -1 °C i mottak og buffer-tanker.

3.5 Kvalitetsmålinger foretatt ombord

3.5.1 Slaktedata

Makrellen hadde en gjennomsnittlig rundvekt på 622 gram og en gjennomsnittlig lengde på 35 cm. Resultatene er vist i Tabell 4.

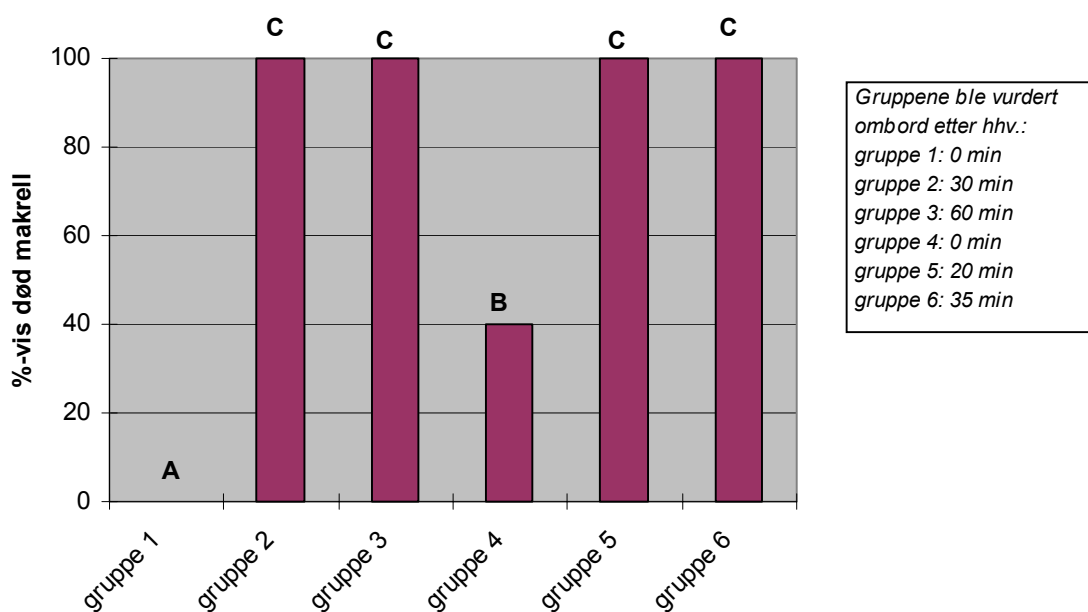
Tabell 4 Snittverdier med tilhørende standardavvik av rundvekt og lengde for notfanget makrell.

Variabel	Rundvekt (g)	Lengde (cm)
Makrell (n=70)	622 ± 123	35 ± 2

3.5.2 Fiskens tilstand (dødelighet)

Ingen av de første makrellene som ble tatt opp fra nota (gruppe 1) var død ved ombordtaking, mens det derimot var 40 % dødelighet på den siste makrellen som ble tatt direkte fra nota (gruppe 4). Det tok 1 time og 15 min fra den første fisken (gruppe 1) ble tatt ombord til den siste fisken i

nota ble tatt ombord (gruppe 4). Dette vil si at dødeligheten øker drastisk med tida fisken står i nota etter fangst. Resultatene viser også at fisken er død etter ca en halv time etter ombordtaking (gruppe 2; første fisk etter pumping, gruppe 3; første fisk før lagringstank, gruppe 5; siste fisk etter pumping og gruppe 6; siste fisk før lagringstank). Siden fiskene fra alle gruppene ikke ble kontrollert på samme tidspunkt er det vanskelig å vurdere om det er behandlingen ombord som gjør at fiskene dør, eller om det er tid etter ombordtaking som er avgjørende.



Figur 9 Andel død makrell i gruppe 1 t.o.m. 6 (n=10). Gruppene (definert over) ble vurdert ved ulike tidspunkt om bord. Ulike bokstaver indikerer signifikante forskjeller mellom gruppene ($p > 0,001$).

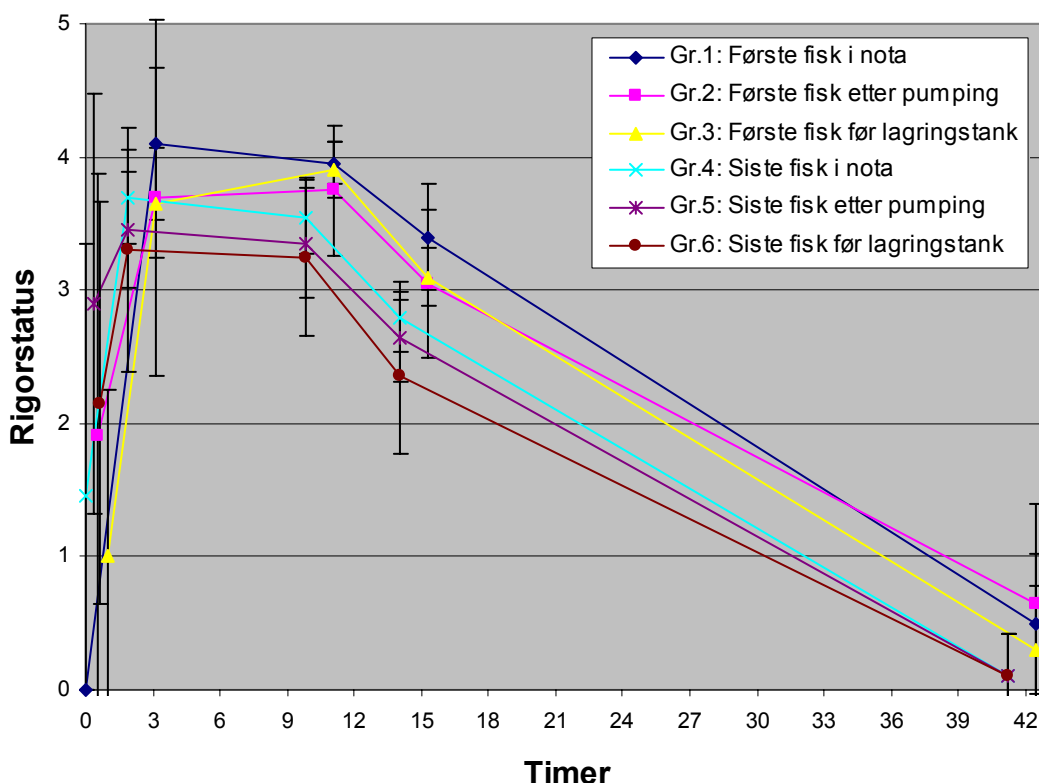
Under makrelltokt II ble fisken vurdert umiddelbart etter opptak, og kun 15 % av fisken som ble tatt ut sist etter pumping var død. Fisk som ble tatt ut først fra not og etter pumping, og siste rest av fisk som ble tatt ut fra not var alle levende. Disse resultatene viser derfor at fisken dør raskt etter opptak fra sjøen.

3.5.3 Rigor

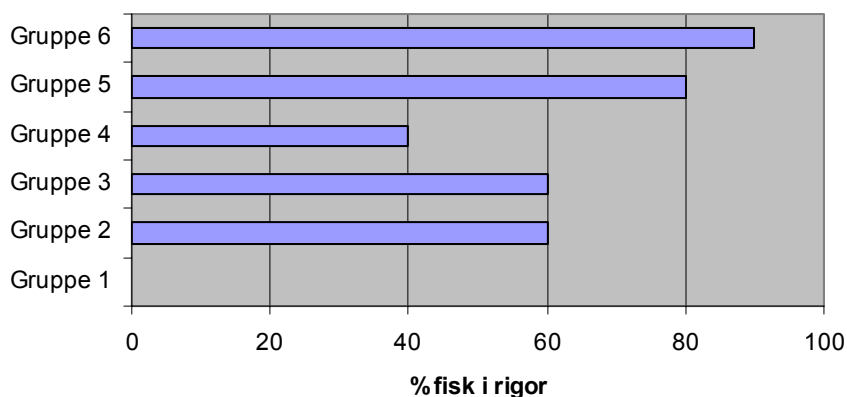
Utviklingen av dødsstivheten (rigor) har nøye sammenheng med stress i forbindelse med fangstsituasjonen. Dersom fisken er utmattet vil den gå i rigor 2-4 timer etter død. Rigorutviklingen hos makrell er vist i Figur 10. Resultatene gir indikasjoner på at fisk fra gruppene 2, 3, 4, 5 og 6 (for gruppedefinisjon, se Figur 10) ikke hadde en fullt så sterk rigor som fisk fra gruppe 1. Inntreden i rigor samt rigorstyrke har sammenheng med fiskens initielle stressnivå. Fisk som oppnår en rigorstyrke på ca. 4 vil få stor mekanisk spenning på muskelfilamentene og bindevevet. Dette kan tenkes å innebære at stresset fisk er mer utsatt for filetspalting enn ustresset fisk, noe som man kan se under foredling av fisken hvor fisken utsettes for håndtering. Derfor er det ønskelig at fisken utsettes for en mest mulig skånsom fangstbehandling.

Andel fisk i rigor ved ombordtaking er vist i Figur 11. Det var signifikante forskjeller mellom gruppene på den første målingen av rigor (dvs. ved tidspunkt 0) hvor ingen fra gruppe 1 var i rigor, mens 60 % fra gruppe 2 og 3, 40 % fra gruppe 4 og henholdsvis 80 og 90 % fra gruppe 5 og 6 (se). Noe som bekrefter at fisken var totalt utmattet ved ombordtaking.

Rigorutvikling



Figur 10 Rigorutviklingen i fisk etter ombordtaking for de ulike gruppene (n=10). Fisken var lagret på is. Standardavvik er også tatt med i figuren.

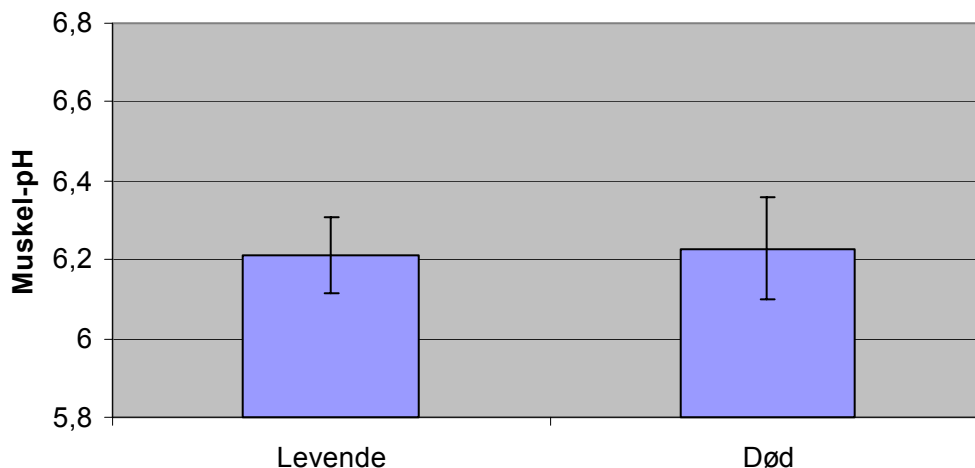


Figur 11 Andel fisk i rigor ved uttak 1 (dvs. ved ombordtaking). For gruppedefinisjon, se Figur 10. Ingen av fisken fra makrelltokt II var i rigor ved ombordtaking.

3.5.4 Muskel-pH

Ved å måle pH direkte i muskelen på levende fisk kan man få et inntrykk av hvor mye håndteringsstress fisken har vært utsatt for. I denne studien var det kun 16 makrell som var levende ved analysering (all makrell fra gruppe 1 og 6 makrell fra gruppe 4). Gjennomsnittlig

muskel-pH i denne fisken var $6,2 \pm 0,1$. Det var ingen signifikante forskjeller mellom makrell fra gruppe 1 og 4. Resultatene fra pH målt i "levende" og død fisk om bord er vist i Figur 12. Muskel-pH hos oppdrettslaks viser at så lenge fisken er i live, vil pH i hvit muskel variere mellom $7,4 \pm 0,1$ i hviletilstand, $pH 7,1 \pm 0,1$ i noe stresset fisk og $6,8 \pm 0,1$ når den er fullstendig utmattet. For ustresset vill torsk er pH funnet å være fra 7,2 til 7,5 (Fraser *et.al*, 1961). Når det gjelder makrell har jeg ikke funnet tilsvarende verdier, men siden "levende" og død fisk hadde samme pH-verdi betyr dette at makrellen i denne studien var svært utmattet og hadde dermed lav muskel-pH i dødsøyeblikket.



Figur 12 pH i muskel målt i "levende" (n=16) og død sild (n=44) om bord på M/S Zeta, ($p > 0,05$).

3.5.5 Visuell vurdering av fisken ombord

Den visuelle vurderingen ble gjort etter at fisken var kommet på dekk og de andre målingene var gjennomført. Hensikten med denne kvalitetskontrollen var å undersøke frekvensen av ulike typer fangstskader på råstoffet avhengig av hvor i ombordhåndteringen fisken befant seg. Vurderingskriteriene og poengskalaen som ble benyttet er vist i vedlegg 2. Resultatene (se

Tabell 5) viser at det er minst redskapsskader på fisken før den er kommet på dekk (gruppe 1 og 4), men at andelen øker etter pumping. Både "klemskade" og "blodfarget skinn" var det lite av. Resultater fra makrelltokt II er også tatt med i tabellen, og denne fisken ble i tillegg vurdert i forhold til bloduttredelse på øyne, gjellelokk og finner. Resultatene av denne vurderingen viser forholdsvis høy andel makrell med bloduttredelse på finner. Disse skadene er det nærliggende å tro oppstår i nota under tørking, når fisken blir gnisset mot notsekken.

Tabell 5 Prosentvis fordeling av redskapsmerker, klemskader og blodfarget skinn vurdert på makrell fra de ulike stedene om bord; i nota, etter pumping og før lagringstank. Resultater fra makrelltokt II er også tatt med i tabellen, og denne fisken ble i tillegg vurdert i forhold til bloduttredelse på øyne, gjellelokk og finner.

	Skala*	I nota n=64	Etter pumping n=37	Før lagringstank n=39	Makrelltokt II, etter pumping n=107
Redskapsmerker	0	92	78	90	89
	1	8	22	10	11
Klemskader	0	100	95	95	99
	1	0	5	5	1
Blodfarget skinn	0	98	100	95	100
	1	2	0	5	0
Bloduttredelse øyne	0	-	-	-	93
	1	-	-	-	7
Bloduttredelse gjellelokk	0	-	-	-	100
	1	-	-	-	0
Bloduttredelse finner	0	-	-	-	24
	1	-	-	-	76

* vurderingskriteriene er gitt i vedlegg 2

3.6 Kvalitetsmålinger foretatt på fileter etter landing

3.6.1 Kjemisk sammensetning

Resultatene av kjemisk sammensetning av makrell er vist i Tabell 6. Makrellen hadde i snitt et fettinnhold på 22,4 %, vanninnhold på 60 %, askeinnhold på 1,3 % og et proteininnhold på 19,6 %. Prøveuttaket var av reinskjærte fileter, 3 fisker i hvert uttak.

Tabell 6 Kjemisk sammensetning av makrell (n=3).

Uttak nr	% fett	% vann	% aske	% protein
I	21,1	60,9	1,3	20,1
II	22,1	60,1	1,3	19,4
III	24,7	57,9	1,3	18,7
IV	21,9	60,4	1,2	20,1
V	22,1	60,6	1,3	19,9
Snitt ± sd	22,4 ± 1,4	60 ± 1,2	1,3 ± 0,0	19,6 ± 0,6

3.6.2 Visuell vurdering av fileter

Et annet mål med kvalitetskontrollen var å undersøke konsekvensene av ulike typer skader på filetene. 7 fileter fra hver gruppe ble håndfiletert, og filetene ble vurdert etter kriterier gitt i

vedlegg 2, i dette forsøket ble filetene kun vurdert i forhold til ”blodflekker”. Filetene ble vurdert med skinn. Resultatene er vist i Tabell 7. Resultatene viser at den siste fisken som ble tatt om bord, både fra not, etter pumping og før lagringstankene, hadde størst prosentvis innhold av blodflekker. Gruppe 7 som er fisk som har ligget i lagringstanken kom best ut. En av grunnene til at fisken får blodflekker i fiskekjøttet kan skyldes trykkpåkjenningen fisken får i nota, og da kanskje særlig under tørkingen av nota før pumping.

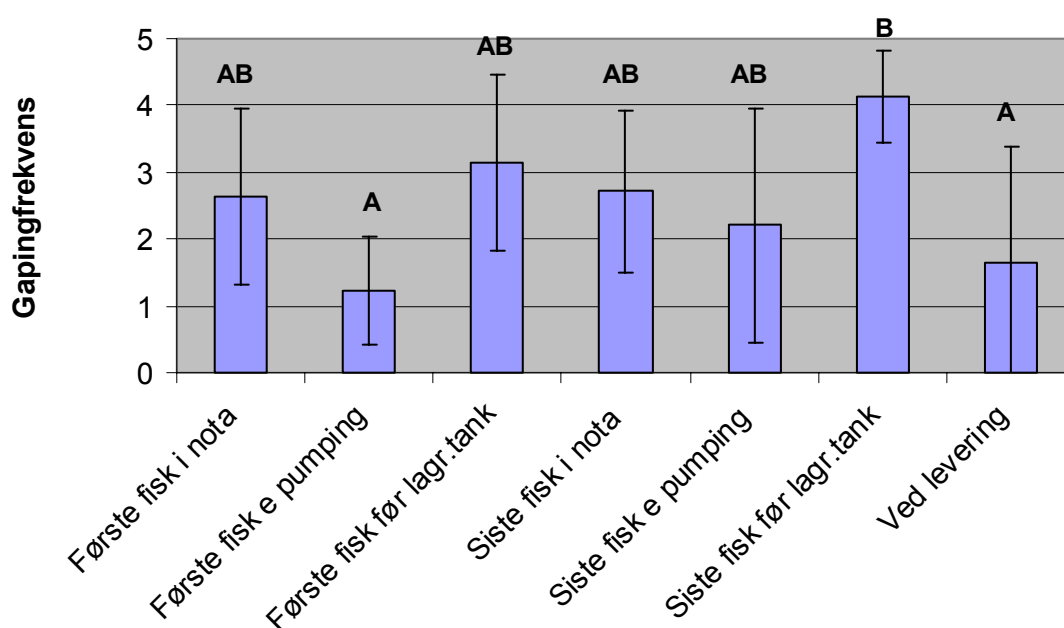
Tabell 7 Prosentvis fordeling av innhold av blodflekker vurdert på makrell fra de ulike gruppene (n=7).

	Skala*	gruppe 1	gruppe 2	gruppe 3	gruppe 4	gruppe 5	gruppe 6	gruppe 7
Blodflekker	0	57	71	29	0	14	14	86
	1	43	29	71	86	71	71	14
	2	0	0	0	14	14	14	0

* vurderingskriteriene er gitt i vedlegg 2

3.6.3 Gaping

Det er flere faktorer som påvirker utviklingen av gaping i fisk, og de viktigste faktorene er mekanisk behandling og enzymatisk nedbrytning. Resultatene i Figur 13 viser gapingfrekvensen i makrellfileter fra de ulike gruppene vurdert etter 3 døgns islagring. Makrell fra gruppe 2 (første fisk, etter pumping) og gruppe 7 (fisk fra lagringstanken) kom best ut, og hadde en signifikant lavere gapingfrekvens enn fisk fra gruppe 6 (siste fisk, før lagringstank). Det at fisk fra gruppe 6 hadde høyest gapingfrekvens er ikke overraskende, da det var denne fisken som hadde fått hardest ”medfart”. Man burde imidlertid forventet at fisk fra gruppe 1 (første fisk, i nota) hadde lavest gapingfrekvens, da denne mest sannsynlig hadde fått minst mekanisk påkjenning. Men dette viser ikke våre resultater, og det er uvisst hvorfor makrellfileter fra gruppe 2 kom så bra ut. I snitt hadde makrellen en gapingfrekvens på 2,5 som er forholdsvis høyt.



Figur 13 Gapingfrekvens vurdert på makrell fra de ulike gruppene etter 3 døgns islagring (n=7). Ulike bokstaver indikerer signifikante forskjeller mellom gruppene.

3.6.4 Teksturegenskaper

Ulike teksturrelaterte parametre som filettykkelse, gjennombruddskraft, hardhet, elastisitet, kohesitet og gummiaktighet blir ofte målt ved hjelp av instrumentet Texture Analyser. I denne studien er det valgt å se nærmere på parametrene som filettykkelse, hardhet og elastisitet.

Tykkelsen på fileten er i følge Hultmann og Rustad (2002) en viktig faktor i teksturmålingene. I deres studie ble det funnet at jo tynnere fisken var, desto hardere var den. Siden ingen av resultatene våre var signifikant forskjellige ble det ikke funnet en slik sammenheng. Gjennomsnittlig filettykkelse på makrellen varierte fra 5,9 til 6,4 mm. *Hardheten* på filetene varierte fra 253,7 g til 357,6 g. *Elastisiteten* varierte fra 0,38 til 0,41. Resultatene er vist i Tabell 8.

Tabell 8 Ulike teksturegenskaper i makrellfilet fra de ulike gruppene (n=7) målt etter 4 dagers kjølelagring.

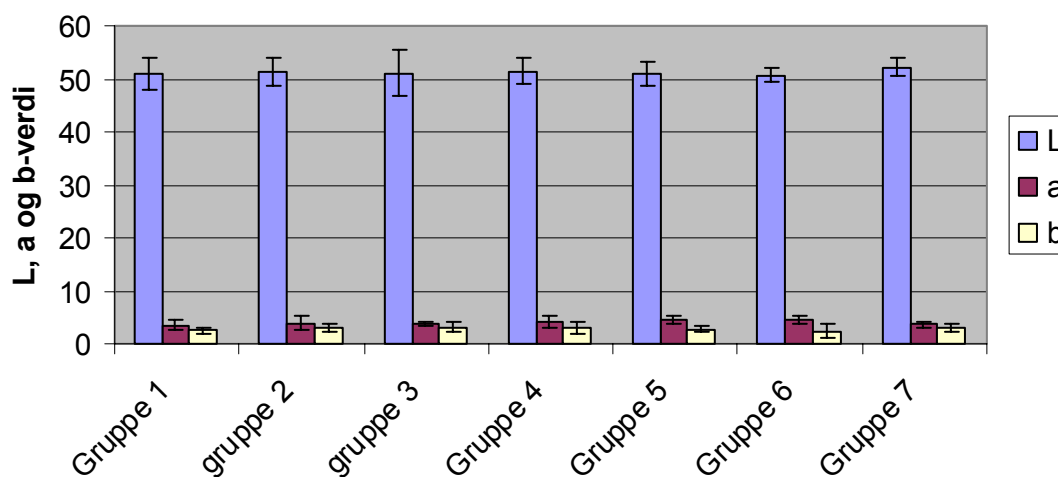
	Filettykkelse (mm)	Hardhet (g)	Elastisitet (-)
Gr.1: Første fisk i nota	6,2 ± 0,3	253,7 ± 55,8	0,39 ± 0,02
Gr.2: Første fisk etter pumping	6,0 ± 0,6	357,6 ± 50,3	0,38 ± 0,02
Gr.3: Første fisk før lagringstank	6,0 ± 0,8	274,6 ± 84,7	0,39 ± 0,03
Gr.4: Siste fisk i nota	6,2 ± 0,3	343,9 ± 55,1	0,40 ± 0,02
Gr.5: Siste fisk etter pumping	6,1 ± 0,4	314,5 ± 87,8	0,41 ± 0,03
Gr.6: Siste fisk før lagringstank	5,9 ± 0,4	262,9 ± 57,4	0,41 ± 0,02
Gr.7: Ved levering	6,4 ± 0,3	312,4 ± 91,7	0,39 ± 0,01

p > 0,05 for alle gruppene

3.6.5 Farge

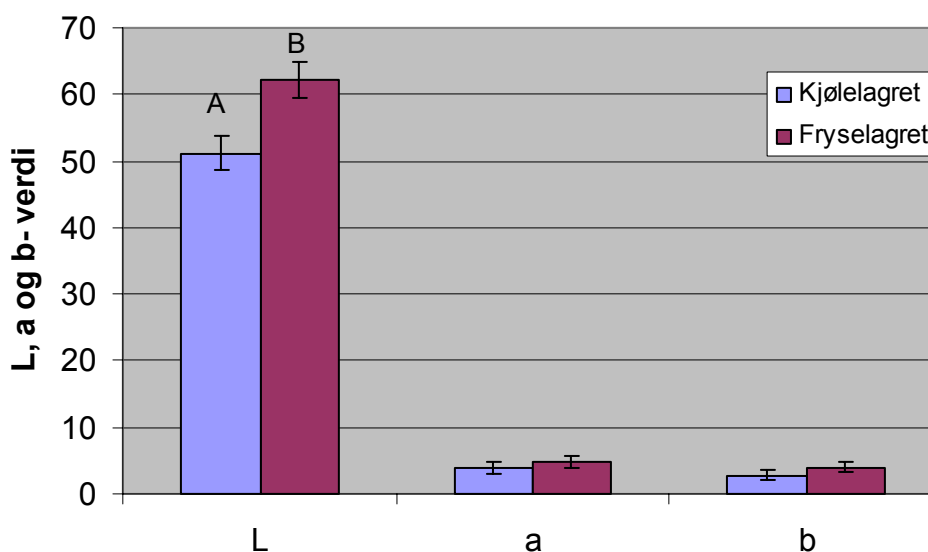
Instrumentelle fargemålinger målt på makrellfilet fra de ulike gruppene etter 3 dagers kjølelagring er vist i Figur 14. Det var ingen signifikante forskjeller på fargen på makrellfiletene fra de ulike gruppene. Makrellfiletene hadde en L-verdi (lysheten) i overkant av 50, mens a- og b- verdiene (henholdsvis rødheten og gulheten) lå på henholdsvis 4 og 2,8 i snitt.

Farge målt på makrellfileter



Figur 14 Farge målt på makrellfileter fra de ulike gruppene (for definisjon, se Tabell 8) (n=7) etter 3 døgn på islagring. L=lyshet, a=rødhet og b=gulhet ($p > 0,05$).

Resultater fra fargemålinger målt på kjøle- og fryselagret makrellfilet er vist i Figur 15. Fryselagret makrellfilet var lysere enn kjølelagret filet. Teksturforandringer som skjer under frysing er bl.a. avhengig av innfrysingshastigheten. Størrelsen på iskrystallene som dannes i og mellom cellene avgjør i hvilken grad strukturen i vevet ødelegges og proteinene denatureres. Dette kan påvirke fargen når produktet blir fryselagret.



Figur 15 Farge målt på kjøle- (n=49) og fryselagrede (n=9) makrellfileter. Ulike bokstaver indikerer signifikante forskjeller mellom makrellfiletene ($p > 0,05$). L=lyshet, a=rødhet og b=gulhet.

3.6.6 Oksidasjon

De mest benyttede metodene for analyse av oksidasjonsstatus er peroksidtall, anisidintall og tiobarbiturreaktive substanser (TBARS). I denne studien ble peroksidtall og anisidintall studert, i tillegg til frie fettsyrer. Peroksider er de viktigste primære oksidasjonsprodukter, og dannes i tidlige stadier av oksidasjonen. Nøyaktigheten har vist seg å være noe usikker, da de bl.a. er sensitive overfor temperaturendringer siden peroksidene er midlertidige mellomprodukter som nedbrytes raskt til sekundære reaksjonsprodukter. Under oksidasjonen kan peroksidtallet nå en topp for deretter å avta, derfor kan svært oksidert olje ha lave peroksidtall. Det er derfor viktig at man supplerer analyse av peroksidene med metoder som måler sekundær oksidasjon. Anisidintall gir et mål for innhold av aldehyder.

Resultatene fra de ulike oksidasjonsanalysene er vist i Tabell 9. Resultatene viser at både anisidintall, peroksidtall og mengde frie fettsyrer er meget lave, og kan følgelig betraktes som et uttrykk for lav oksidasjon. Vi har kun tatt noen få uttak for analyse av fisken i denne studien og dette er derfor ikke en fullstendig holdbarhetsanalyse. Vi kan likevel konkludere med at makrellfiletene tåler godt både 8 dagers kjølelagring og 1 måneds fryselagring ved -20°C .

Tabell 9 Anisidintall, peroksidtall og mengde frie fettsyrer i kjøle- og fryselagrede makrellfileter.

Anisidintall	PV (mEq O ₂ /kg fett)	Frie fettsyrer
--------------	-------------------------------------	----------------

Kjølelagret, 8 dager	n=11	1,45 ± 0,1	1,97 ± 0,4	Ikke målt
Fryselagret, 1 måned v/-20°C	n=10	1,35 ± 0,2	0,84 ± 0,4	0,97 ± 0,07

3.6.7 Total flyktig nitrogen, TMA-N og histamin

Fiskekjøttet inneholder en del nitrogen som ikke er forbundet til proteiner (NPN-stoffer). NPN-stoffene er lavmolekylære, vannoppløselige stoffer som nedbrytes til illeluktende, flyktige forbindelser post mortem og som direkte eller indirekte påvirker kvaliteten på fisken (Haard et.al., 1994), en av disse stoffene er TMAO. Nedbrytningen av TMAO i muskel post mortem kan skje ved to ulike reaksjoner, og begge disse fører til kvalitetsforringelse. Ved is- eller kjølelagring vil etter hvert TMAO nedbrytes enzymatisk til TMA (trimetylamin) ved hjelp av TMAO-reduktase positive mikroorganismer, som gir gammel fisk sin særegne aroma (Hobbs, 1987). TMA er flyktig, og forbindelsens lukt og smak minner om ammoniakk. TMA kan derfor være en nyttig indikator på fiskens ferskhet (Hultin, 1992). Kontrollverkets øvre grenser for innhold av TMA i fersk fisk er satt til 3 mg/100g (Lynum, 1994). Som Tabell 10 viser, ligger TMA-N- innholdet for makrellfilet i dette forsøket lavere enn kontrollverkets grense. Innhold av total flyktig nitrogen var i snitt 13,3 mg/100 g, noe som er lavt. Økningen av flyktige nitrogenbaser i fisk starter som regel først etter omlag 10 døgns islagring.

Når det gjelder innhold av histamin i fisken, lå dette under 5 mg/kg. Makrell inneholder forholdsvis mye histidin og naturlig forekommende bakterier i fisken kan benyttes til å danne biologisk aktive aminer som histamin. Histaminforgiftning kan oppstå når bakterier nedbryter histidin når fisken lagres ved høy temperatur (15-20°C). Histamin har uheldige fysiologiske virkninger selv i små konsentrasjoner og fører til senket blodtrykk og økt produksjon av magesyre. Doser over 20 mg/100 g fisk kan være farlige.

Tabell 10 Total flyktig nitrogen, TMA-N og histamin målt på kjølelagret makrellfilet (n=3).

	Makrell-filet
Total flyktig nitrogen (mg/100 g)	13,3 ± 0,5
TMA-N (mg/100 g)	0,33 ± 0,23
Histamin (mg/kg)	< 5

4 Oppsummering og konklusjon

Resultatene viser følgende:

- Temperaturregistreringene gjort under toktet viser at kjølekjeden er under kontroll. En kombinasjon av riktig temperaturnivå i RSW-tankene og kontrollert fyllingsgrad (forhold fisk/vann) gav rask nedkjøling selv med høy inngående temperatur på fisken. Lavt kjernetemperaturnivå ble opprettholdt helt fram til lossing.
- Not er generelt et skånsomt fangstredskap og påførte fisken minimalt med ytre skader. Fangstprosessen er imidlertid stressende for fisken og den var utmattet før ombordtaking startet. Eventuelle forbedringer kan oppnås ved skånsom tørking, evt. andre prinsipper for ombordtaking av fisk.
- Dekksarrangementet er funksjonelt. Renner og fordelingskasser har imidlertid noen kanter og 90° vinkler som er ugunstige i forhold til skader på fisk. For å redusere total løftehøyde for fiskepumpen og unngå skader på fisk kan en vurdere bruken av fleksible slanger istedenfor renner og fordelingskasser.
- *Dødeligheten* øker med tida fisken står i nota.
- All fisk var i *rigor* 2 til 3 timer etter ombordtaking, noe som betyr at fisken var totalt utmattet i fangstøyeblikket.
- Det var minst *redskapsskader* på fisken før den kom på dekk (gruppe 1 og 4). Andelen økte etter pumping, både ”klemskader” og ”blodfarget skinn” var det lite av.
- Den siste fisken som ble tatt om bord (både fra not, etter pumping og før lagringstankene), hadde størst prosentvis innhold av *blodflekker* i fileten vurdert etter 3 dagers kjølelagring. I tillegg hadde fileter fra siste fisk som ble tatt ut før lagringstank høyest gapingfrekvens.
- Det var ingen forskjell i tekstur og farge på makrell fra de ulike gruppene. Oksidasjonstallene var lave, noe som viser at makrell kan fint lagres i 8 dager på kjølelager (v/ +4°C) og 1 måned på fryselager (-20°C) uten å harskne.

Referanser

Andersen, U.B., A.N. Strømsnes, K. Steinsholt & M.S. Thomassen, 1994. Fillet gaping in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*). Norwegian J. Agricul. Sci. 8:165-179.

Bligh, E. G. & Dyer, W. J., 1959, A rapid Method of Total Lipid Extraction and Purification. Can. J. Biochem. Physiol., Vol. 37.

Bourne M.C., 1978. Texture profilet analysis. J. Food Technol. July: 62-66, 72.

Einen O. & Thomassen M.S., 1998. Starvation prior to slaughter in Atlantic salmon (*Salmo salar*) II. White muscle composition and evaluation of freshness, texture and colour characteristics in raw and cooked fillets. *Aqualculture* 169: 37-53.

Fraser, D., S. Punjamapirom & W.J. Dyer, 1961. Temperature and the biochemical processes occurring during rigor mortis in cod muscle. J. Fish. Res. Bd. Can., 18:641-644.

Haard, N.F., Simpson, B.K. & Pan, B.S. 1994. Sarcoplasmic proteins and other nitrogenous compounds. In Z.E. Sikorski, B.S. Pan (Ed.), *Seafood Proteins*, Chapman and Hall. Inc New York. p13-39.

Hobbs, G., 1987. Microbiology of fish. In: J.R. Norris & G.L. Pettipher (Editor), *Essays in Agricultural and Food Microbiology*. John Wiley & Sons Ltd., Toronto. p. 119-226

Hultmann L. & Rustad T., 2002. Texture and properties of muscle proteins of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) – the importance of size. WEFTA, 32 nd Meeting, Galway, Ireland.
Hultmann og Rustad (2002)

Hultin, H.O., 1992. Trimethylamine-N-oxide (TMAO) demethylation and protein denaturation in fish muscle. I G.L. Flick, R.E. Martin (red). *Advances in seafood biochemistry* s. 25-42, 398-399. Technomic publishing Co. Inc., Lanchaster Basel.

Lynum, L., 1994. Fisk som råstoff. Tapir forlag. 261s.

Optimar, www.optimar.no, nedlastet februar 2004

Vedlegg

1. Bilder fra toktet, 3 s.
2. Kriterier og poengskala for ulike fangstskader og kvalitetsfeil, hel fisk og filet, 2s.
3. Bilder av fileter, 2 s.
4. Fartøy med slusekammer, 1 s.