

www.sintef.no



**SINTEF****SINTEF Energiforskning AS**

Postadresse: 7465 Trondheim  
 Resepsjon: Sem Sælands vei 11  
 Telefon: 73 59 72 00  
 Telefaks: 73 59 72 50

www.energy.sintef.no

Foretaksregisteret:  
 NO 939 350 675 MVA

**TEKNISK RAPPORT**

SAK/OPPGAVE (tittel)

**Tining av råstoff for flekking - forprosjekt**

SAKSBEARBEIDER(E)

Ola M. Magnussen

OPPDRAKSGIVER(E)

FHL Bacalao Forum på vegne av FHF

TR NR. TR A6800	DATO 2009-03-24	OPPDRAKSGIVER(E)S REF. Finn-Arne Egeness	PROSJEKTNR. 16X847
EL. ARKIVKODE 08102810417	RAPPORTTYPE	PROSJEKTANSVARLIG (NAVN, SIGN.) Inge R. Gran	GRADERING Åpen
ISBN NR. 978-82-594-3479-1		FORSKNINGSSJEF (NAVN, SIGN.) Inge R. Gran <i>Inge R. Gran</i>	OPPLAG      SIDER 33
AVDELING Energiprosesser	BESØKSADRESSE Kolbjørn Hejes vei 1 d.	LOKAL TELEFAKS 73 59 38 50	

## RESULTAT (sammendrag)

Industriell tining av marint råstoff har foregått siden det ble tillatt for produksjon av frosset konsumfilet på 1960-tallet. Forskningsaktiviteten innen industriell tining har siden vært høy i perioder, og mest knyttet til tining av hvitfisk.

Tining er varmeteknisk sett det motsatt av frysing, men mye vanskeligere å gjennomføre fordi temperaturdifferansen mellom produktet og tinemediet må begrenses for å unngå temperaturer som reduserer utbytte og kvalitet. Dessuten har tint fisk lavere varmeledningsevne enn frosset og tiningen danner et sjikt med dårlig varmeledningsevne som reduserer varmestrømmen mer jo mer tint produktet er. Variasjonen i tineetid mellom fiskenes tynne parti som buker og tykkfisk gjør styring av prosessen til en jevn og lav temperatur krevende. Målinger og samtaler med fire anlegg bekrefter tidligere resultater og dokumenterer at dagens tinesystemer og drift av disse gir generelt for høye og varierende temperaturer i den tinte fisken.

Undersøkelse viser at optimal kvalitet og maksimalt produktutbytte oppnås med jevn temperatur i området -1,0 til 0 °C. I dette temperaturområdet får fiskekjøttet jevnt hvit farge og er uten sprekker/spalting. Fisken er også stiv/fast i kjøttet og skjæring, handtering, mv. gir lave tap ved mindre feilskjæring, riving og tap av biter.

Temperaturmålingene ved produksjonsanleggene bekrefte tidligere målinger og viser temperaturer i fisken mellom -1,5 °C til 7 – 10 °C avhengig av sjøtemperatur/årstid. Tykkfisk områdene kan ha betydelig is samtidig som buker og tynne parti har temperaturer nær tinevannet som ofte er 4 °C (kald sjø) til 8 – 10 °C (sommer). Når overtint fisk saltes i 1000 l kar vil nedkjøling på kjølt lager gå uhyre langsomt og kan gi store kvalitetstap og misfarging.

Tineforsøk i prosjektet viste at fisk tinet i sjøvann til ca. -1,0 °C ga et utbytte av saltfisk på 76,1 % fra sløyd og hodekappet fisk. Fisk som ble tinet på 2 °C og 4 °C ga et utbytte på rundt 75,5 %. Dette bekrefter tidligere forsøk som viser forskjeller i utbytte på 1,0 – 1,5 %. Dette viser at kvalitetsøkning og direkte økonomisk gevinst kan oppnås ved å holde temperaturen lav etter tining.

**STIKKORD**

EGENVALGTE	Tining	Fiskeblokker
	Saltfisk/klippfisk	Utbytte

## INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
MÅL .....	3
1 NYTTEVERDI .....	4
2 BAKGRUNN .....	5
3 TING AV FISK .....	6
3.1 TINETEMPERATUR .....	6
3.2 DELING AV BLOKKER .....	9
3.3 TING OG FOREDLING I SALT- OG KLIPPFISKINDUSTRIEN .....	9
3.4 TING OG PROSESSERING I FILETINDUSTRIEN .....	14
3.5 KONKLUSJONER TIDLIGERE FORSKNING .....	17
3.5.1 Tinemetode .....	17
3.5.2 Temperatur .....	17
3.5.3 Kvalitet og utbytte .....	18
4 MÅLINGER AV TINETEMPERATURER VED BEDRIFTER .....	19
4.1 INNLEDENDE MÅLING OG REGISTRERING .....	19
5 TINEFORSØK VED KVALITETSPROSJEKT .....	22
5.1 TING .....	22
5.2 FLEKKING .....	23
5.3 SALTFISK .....	26
5.4 KONKLUSJONER TINEFORSØK .....	26
6 HOVEDKONKLUSJONER .....	28
6.1 KVALITET .....	28
6.2 UTBYTTE VED FOREDLING .....	28
6.3 TINEUTSTYR OG DRIFT .....	28
6.4 TEMPERATURSTYRING UNDER TINGEN .....	29
6.4.1 Nedkjøling med frossen fisk til tining .....	30
6.4.2 Nedkjøling med is, issørpe eller RSW .....	30
6.4.3 Nedkjøling i etterkjøleutstyr .....	30
6.5 SAMMENFRYSING AV BLOKKER .....	31
6.6 UTFORDRINGER VIDERE .....	31
Litteratur: .....	32

**MÅL**

*Innhente informasjon om tinesystemer og -anlegg i saltfisk- og klippfiskindustrien og kartlegge utfordringer og potensial ved forbedringer av teknologi, anlegg og drift.*

## **1 NYTTEVERDI**

Prosjektet vil gi grunnlag for videre arbeid med en kontrollert tineprosess i saltfisk og klippfiskproduksjonen. Økt kontroll over tineprosessen er en forutsetning for forbedring av produktkvalitet og utbytte, og kan innebære stor økonomisk gevinst for næringen. Tidligere studier viser nettopp at kontrollert tining i klippfiskproduksjon og filetproduksjon medførte bedre produktkvalitet og et økt utbyttet på minst 1,5 % sammenlignet med tining i 1000 liter containere [1].

Bedret kontrollert og styring av tineprosessen vil også forenkle og effektivisere produksjonen i salt- og klippfiskindustrien. Ensformig og tungt arbeid i produksjonsprosessen har tidligere medført høyt sykefravær og ustabil tilgang på arbeidskraft.

## **2 BAKGRUNN**

Industriell tining av marint råstoff har foregått i stor skala i Norge etter at Fiskeridirektoratet ved ”Dobbeltfrysingsutvalget” tillot at fisk ble frosset, lagret og tint for bearbeiding til frosset konsumfilet på 1960-tallet. Forskningsaktiviteten innen industriell tining av fiskeråstoff har siden vært høy i perioder, og mest knyttet til tining av hvitfisk og pelagisk fisk til filetering eller flekking. Den siste store forskningsinnsatsen ved NTNU og SINTEF som ble finansiert av Norges Forskningsråd i perioden 1998 til 2002, er sammenstilt i en Dr.ing. avhandling [1] Arbeidet ble også videreført i en postdoc-oppgave i samarbeide med Norges Fiskerihøgskole og ved industrielle prosjekter knyttet til filetindustrien. Det er også gjennomført flere utviklings prosjekter med beregninger og simulering av tinesystemer knyttet til produsenter av tineutstyr og energisystemer.

### 3 TINGING AV FISK

Tining er, varmeteknisk sett, den motsatte prosessen av frysing, men likevel vanskeligere å kontrollere av flere årsaker som:

- Drivende temperaturdifferanse mellom produktet og tinemediet må begrenses for å unngå overflatetemperaturer som reduserer utbytte og produktkvaliteten.
- Tint materiale har lavere varmeledningsevne enn frosset produkt og ved tiningen dannes det sjikt med dårlig varmeledningsevne som energien må ledes gjennom. Varmetransporten inn i produktet reduseres derfor mer desto mer tint produktet er. Tinetider øker derfor sterkt med tinematerialets tykkelse og av hvor effektiv varmeoverføringen til overflaten er.

For hel fisk med varierende tykkelse blir tintetiden svært forskjellig mellom tykkfisk og tynne parti av fisken som buk og spord. Dersom hele fisken skal være tint vil derfor tynne deler av fisken og overflaten på de tykke delene av fisken ha en temperatur nær temperaturen til tinemediet. For å unngå dette forsøker en å stoppe ved et tidspunkt hvor det er nok is inne i tykkfisken til å kjøle ned de overtinte eller for varme delene og oftest også omliggende tinemedium. Utfordringen er derfor å bestemme:

- Er produktene nok tint eller tilført nok varme for tiningen?  
og
- Hvor lang tid tar dette?

På grunn av fiskens form og store forskjeller i tykkelse blir tintetida forskjellig for deler som buk, spord og tykkfisk områdene. Tininga må derfor styres til en gjennomsnittlig tintetemperatur noe som betyr at tynne områder blir for varm og at tykke områder har is i kjerneområdene. For å oppnå en jevn og lav sluttemperatur må varme fra tynne overtinte/varme områder tilføres isen. Dette tar lang tid siden tint fiske har lav varmeledningsevne, temperaturforskjellene er små og derved drivkraften for varmetransporten og transportveien relativt lang. Et annet viktig spørsmål blir derfor

- Hvor lang tid trenges for å utjevne temperaturen i varen?

#### 3.1 TINETEMPERATUR

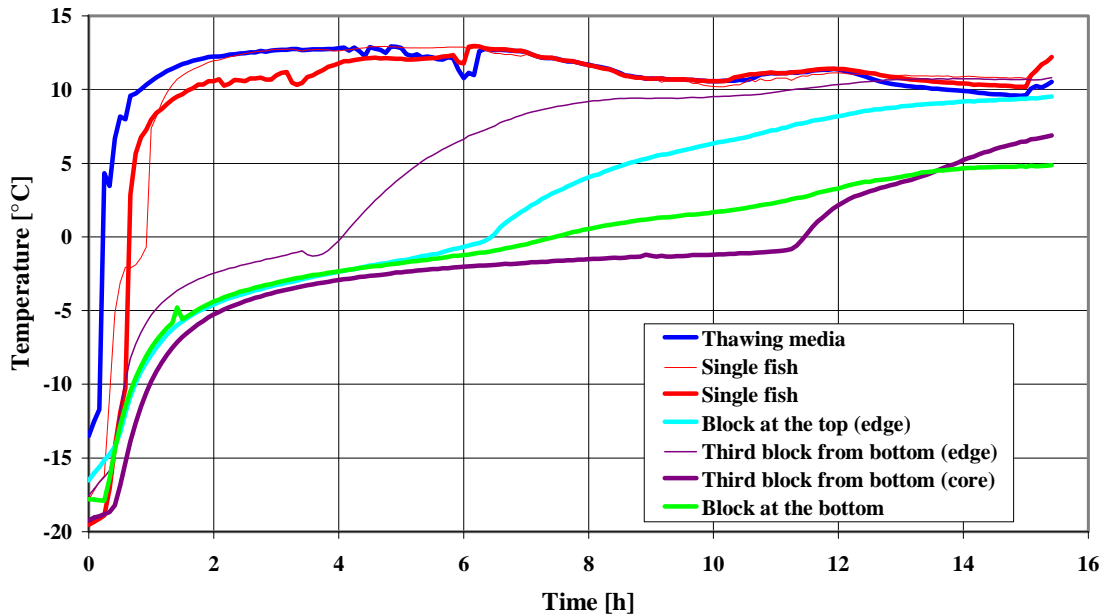
Tidligere forskning har fokusert på effekten av temperatur på kvalitet og utbytte. Siden temperaturforskjellen er drivkraften i all varmetransport er tiningen raskere jo høyere temperaturen på tinemediet er. I starten av tiningen, hvor hele fisken er frossen, kan tinemediet ha høy temperatur uten at fiskeoverflaten får høy temperatur, men tynne partier tiner raskt og derved også overflatetemperaturen. Ved "bakkemetoden", den første industrielle tinemetode for fiske, ble blokkene satt i "reoler" og vann tilsatt med tilpasset volum og temperaturen slik at temperaturen ved utjevning skulle være 0 °C. Temperaturgrensen for start av denaturering eller endringer av proteinstrukturen på skinn/fisk er i området 40 °C og vannet ofte tilsatt med denne temperatur. Med riktig forhold vann : fisk var erfaringene med dette rimelig god, men å tilpasse vannmengder krevde bergninger/bruk av tabeller og for å få lav utjevningstemperatur tok tiningen lang tid.

Vanlig prosedyre i fiskeindustrien ble raskt bruk av standard 1000 liter kar med innlagt 300 – 400 kg fisk á 50 kg blokker (vanlig 1000 x 500 x 10 mm) tilfeldig plassert. Sjøvann med tilgjengelig temperatur ble pumpet inn i bunnen med overløp over kantene inntil en erfaringsmessig mente at fisken var tint. Omfattende målinger ved en rekke anlegg viste at tiningen var arbeidskrevende og resulterte i svært varierende temperaturer i fisken. Både utkast og omtining av for kald/isholdig fisk og overtint fisk som gav generelt lavt utbytte ved bearbeiding og kvalitetstap.

I prosjektet ”Industriell tining” ble det mellom annet gjennomført en forsøksserie med tining av råstoff ved ett saltfisk og klippfisk anlegg. Bedriftene tinte ofte mer enn 20 tonn fisk og med ca. 400 kg/kar hadde en over 50 kar stuet 4 – 5 i høyden i tinehallen. Dette gav store utfordringer med å få til jevn og lik vanntilførsel og styring av temperaturene. En rekke målinger av temperatur i vann, enkeltfisker og blokker i kar med 400 kg fisk er gjennomført og et typisk eksempel er vist i Figur 4.1. Temperaturene viser store forskjeller i tinehastigheter mellom deler av partiet og at enkeltfisker naturligvis tiner raskest. De fleste andre temperaturene er tilnærmet lik i de deler av fisken som tiner senest, bortsett fra ”Block at the bottom”. Typisk for temperaturforløpet i kjerna er at temperaturen relativt raskt stiger til temperaturen hvor mesteparten av isen tiner og at den holdes lenge der siden varmetilførselen for selve tiningen tar lang tid. Styrima av tineprosessen under målingene var at en skulle kjøre pumpene og tilføre sjøvann i 10,5 timer inntil nødvendig varme var tilført. Uten vanntilførsel skulle så temperaturene utjevnes ved kjøling av resten av isen i fisken.

Figuren viser også viktigheten av å få delt blokkene i enkeltfisker så raskt som mulig. En deling i enkeltfisker vil både redusere tintetiden og være viktig for å redusere de store temperaturforskjeller som oppstår mellom ”løse” fisker og de som er inneklemt i blokkene. En undersøkelse ved blokk tining viste at i snitt ca. 30 % av fiskens overflate var utnyttet til varmeoverføring og derved årsak til ujevn tining mellom løs fisk og fisk i blokker. Erfaringsmessig er det ønskelig/en fordel med en mekanisk påvirkning for at blokkene deles raskt, men dette finnes i liten grad ved eksisterende tineutstyr.





**Figur 4.1.** Temperaturmålinger ved vanlig industriell tining av 400 kg fisk i 50 kg blokker i 1000 l kar ved en som produsert saltfisk og klippfisk[1].

Etter at tiningen var gjennomført ble kjernetemperaturene i hver fisk i containeren målt og tabellene 4.1 and 4.2 gir en framstilling av disse. Målingene viser klart de store temperaturforskjeller denne fremgangsmåte gav, selv om bedriften hadde som målsetning å få en jevn temperatur mellom 0 °C og 2 °C som de anså som optimalt. Som målingene viser var bare i størrelsesordenen under 6 % i det ønska temperaturintervall og 84 % av de målte temperaturer var over 8 °C.

**Tabell 4.1.** Midlere temperaturer i torsk etter industriell tining med bakkemetoden. [1].

	Temperatur [°C]
<b>Midlere (n=109)</b>	9,6
<b>Standard avvik</b>	3,0
<b>Høy</b>	11,9
<b>Lav</b>	-2,2

**Tabell 4.2.** Prosenten av fiskene med temperaturer innen 2 °C temperaturgrenser etter tining [1].

Temperatur område [°C]	Prosent av fisken
< -2	1,8
-2 – 0	1,8
0 – 2	0,9
2 – 4	0,9
4 – 8	10,1
> 8	84,4

### 3.2 DELING AV BLOKKER

Deling av blokkene så raskt som mulig under tineprosessen er en viktig faktor både for å få en rask tining og jevn temperatur på fiskene etter prosessen. Tilført varme som først og fremst avhenger av tinevæskes temperatur er viktigste faktor for oppdeling, men erfaring fra en rekke forsøk og tester viser at oppdelingen også er avhengig av ”sammenliming” mellom skinnene eller tilfeldige årsaker. Oppbryting av blokkene påvirkes derfor mye av mekaniske påkjenninger som løfting/flytting, bølgebevegelser i tineapparatene, mv. Det ble gjennomført en rekke forsøk for å bestemme tid for oppdeling av blokkene [1] avhengig av temperatur, mekanisk påvirkning, saltinnhold i tinevæske, starttemperatur i blokk, mv.

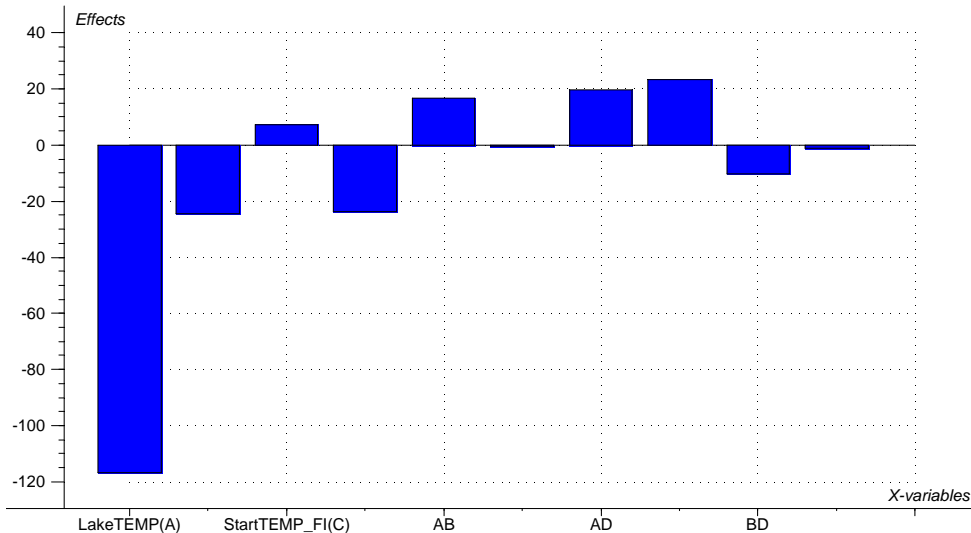
Ut fra forsøk og teoretiske betraktninger så en at de viktigste faktorer for tineprosessen var:

- A Blokktemperatur før tining
- B Tinemedietemperatur
- C Saltkonsentrasjon i tinemediet
- D Agitasjon eller mekanisk påvirkning i tinetanken

Tineforsøk hvor hovedfaktorene ble systematisk endret og bruk av statistisk analyseverktøy viste at de tre viktigste faktorer for å få en rask tining er temperatur, saltinnhold og agitasjon/mekanisk påvirkning i tinemediet. Figur 4.2 viser påvirkningen av tinetiden for hovedfaktorene og for deres 2-variable påvirkninger. Det må likevel bemerkes at selv om variablene i forsøkene er forsøkt holdt konstant er resultatet basert på relativt få forsøk og at forskjeller i tetthet, sammenfrysing, vann, mv. av blokkene som ble benyttet kan ha tilfeldig påvirka resultatet. Dette betyr at de absolutte verdiene for effektene ikke kan sammenlignes direkte.

### 3.3 TINING OG FOREDLING I SALT- OG KLIPPFISKINDUSTRIEN

Som en del av det tidligere tinearbeidet [1] ble det gjennomført en rekke tineforsøk ved en stor salt- og klippfisk produsent for å undersøke tinetid og effekter av tiningen på foredling og kvalitet. Råstoffet var torsk i størrelsen 1 – 3 kg frosset i vertikale fryserer ombord, i alt 80 blokker á 25 kg ble benyttet. To av forsøkene ble utført som en del av bedriften daværende tineopplegg med 400 kg fisk i 1000 l kar med sjøvann fra slanger som gikk ned til karene. Tiningen var fra ettermiddagen til neste morgen og sjøvannstemperaturen under varierte fra ca. 6 °C til 7 °C. Temperaturene ble målt etter tining og er gitt i Tabell 4. 3. Samtidig registrerte en at ca. 7 % av fisken var for kald eller hadde for mye is til å kunne flekkes.



Figur 4.2 Effekt av enkelt og 2-variable faktorer på oppdelingstiden for blokker av torsk.[1]

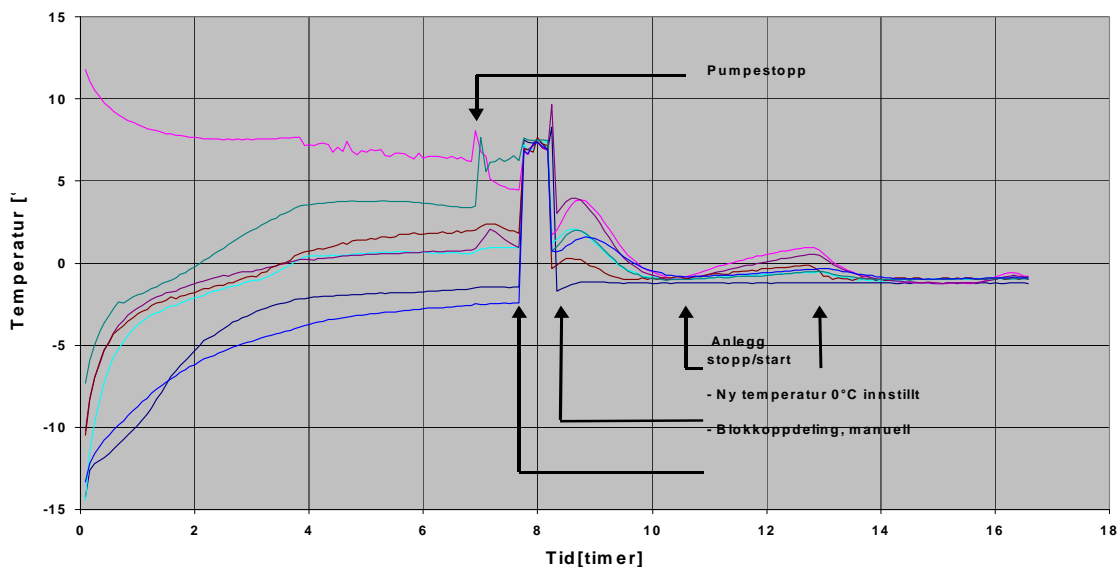
**Tabell 4.3.** Målte kjernetemperaturer etter tradisjonell tining i kar.

Temperatur	[°C]
Midlere	5,2
Standardavvik målingene	3,4
Maksimalt målt	7,7
Minimum målt	-3,8

Tilsvarende mengde fisk ble tint under kontrollerte betingelser i et transportabelt laboratorieanlegg hvor temperaturen ble styrt av et RSW anlegg. Tiningen ble etter erfaringen fra andre råstoff gjennomført i en to trinns prosess. I første trinn ble aggregatet kjørt som ble regulert til ønsket verdi inntil tilstrekkelig energi var tilført fisken. I andre trinn var målet å oppnå en ønsket jevn temperatur i fisken før bearbeiding og tre forsøk mot 1 °C, -0,5 °C og -1 °C ble gjennomført. Som eksempel er et tineforsøk mot -1 °C vist i Figur 4.3 og hvor styring av pumper og temperaturer er vist. Etter at blokkene ble splittet er målepunktene flyttet til utvalgte fisker og vises som temperatursprang i figuren. Etter tiningen ble temperaturene i fisken målt og de viktigste verdier er vist i Tabell 4.5.

Selv om en under den kontrollerte tiningen ikke traff temperaturene helt er variasjonen mellom fiskene (standardavviket) betydelig lavere enn ved den tradisjonelle tining. Spesielt er variasjonene lave i tineforsøket mot -1 °C noe som trolig skyldes at en traff godt med tilført energi og at en hadde lang nok tid for temperaturutjevning. En viktig fordel ved bruk av en to trinns tineprosess med sluttnekkjøling er lavere spredning i sluttemperaturer som vist i Figur 4.4.

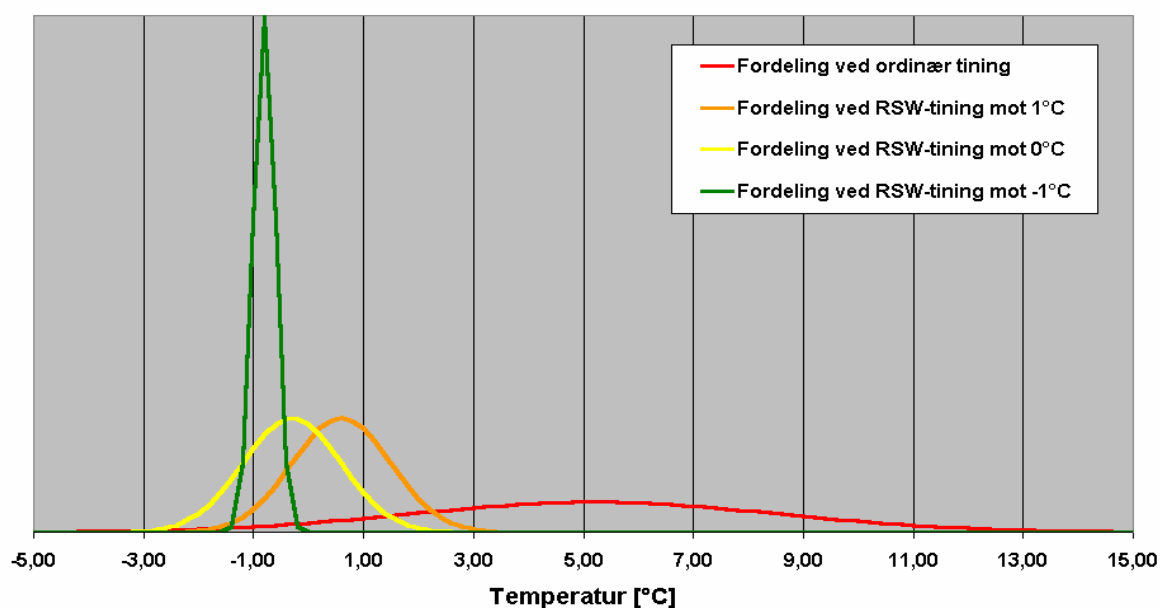
Den store spredning i temperaturen ved tining i kar er velkjent og en får erfaringsvis tilsvarende resultat ved tining i store tanker. Hovedårsaken er at en i dagens tanker ikke har god nok styring av temperaturen, noe som igjen forårsakes av ujevn strømming og fordeling av vannet. Bruk av dataverktøy for å simulere strømmingen har vist at systemene kan forbedres, men målinger viser at en i tillegg har tilfeldige hendelser i tankene som gjør dette mer komplisert. En hovedårsak er at



Figur 4.3. Temperaturer målt under tining mot  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$  i RSW anlegget.

**Tabell 4.4.** Kjernetemperaturer for torsk etter RSW tining mot  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  og  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$

Temperaturer	Tining mot $[1,0\text{ }^{\circ}\text{C}]$	Tining mot $[-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}]$	Tining mot $[-1,0\text{ }^{\circ}\text{C}]$
Midlere	0,6	-0,3	-0,8
Standardavvik	0,9	0,9	0,2
Maksimum	2,2	0,8	-0,4
Minimum	-1,3	-1,3	-1,2



Figur 4.4. Målt temperaturfordeling etter tining avhengig av tinemetode og utjevningstemperatur.

under innfylling av blokker i tinesystemet blir ofte to eller flere blokker liggende oppå hverandre og fryser sammen til store enheter som tiner svært langsomt. Et hovedproblem med dagens tinesystem er at forskjellen i tinetid i samme tank/temperatur mellom enkeltfisker som faller av blokkene, blokker og sammenfrosne blokker er svært stor. Resultatet er et svært stort spenn i temperaturer mellom enkeltfisker når tinetiden er den samme.

All fisk fra tineforsøkene ble flekket og salta ved bedriften under like forhold og resultatene er vist i Tabell 4.5. Alle blokkene viser vektøkning under tining i størrelsen 1,5 % til 2,3 % i forhold til innveid vekt. Dette skyldes at proteinet absorberer vann fra tanken avhengig av tid i vannet etter at isen er fjernet og også av saltinnholdet i vannet. Dette er vann som er løst bundet til proteinene og som lett tapes igjen når fisken utsettes for press og bearbeiding.

Flekkeutbyttet ved de godt kontrollerte målingene, er økende med avtagende temperatur på fisken og gav også jevnere temperaturen i fisken (Figur 4.4). Vekttapet i flekkingen er vekta av beinet som fjernes og fiskekjøtt som følger med, blod og eventuelt også svarthinne som vaskes av, samt tap av fiskekjøtt ved dårlig skjæring og handtering. Årsaken til de forskjeller i produkttapet en finner er høyst sannsynlig temperaturpåvirkning på av flere av faktorene.

Ser en på målt utbytte av flekka fisk er det for partiet tinet som vanlig ved anlegget på 93 % av innveid frossen fisk. For den mer kontrollert tinte fisken varierer utbytte fra 94,2 % til 95,4 % og 97,5 % med senking av temperaturen fra 1,0 °C til -1,0 °C. Spesielt den kaldeste fisken får svært høyt utbytte, trolig av to hovedårsaker: 1. Lav temperatur gir øket mekanisk styrke i muskelen og øket "fasthet" som gir sikrere skjæring ved flekking. 2. Fisken ved -1 °C har temperatur rett under frysepunktet for muskelen som ligger i området -0,8 °C til -0,9 °C. Under tining og temperaturutjevning vil en ha noe mer is i tykkfisken som etterkjøler "varme" områder til en temperatur like under frysepunktet. Dette sikrer både jevn temperatur i tykkfisken og god kjøling av alle deler. Ved at en har litt is og magasineres også litt kulde til etterkjøling ved videre bearbeiding. Dette er en trolig årsak til at en ved å framstille tapet ved flekking som funksjon av temperaturen får en kurve som vist i Figur 4.5.

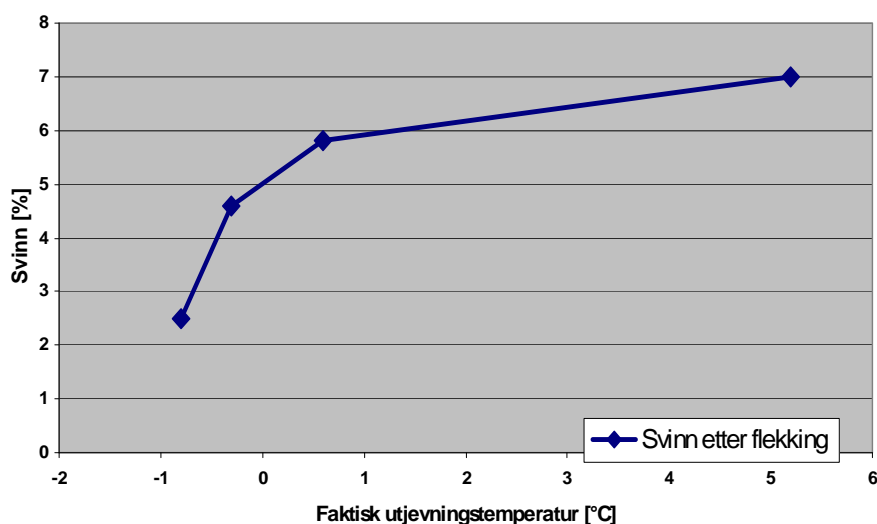
Selv om det knytter seg usikkerheter til denne type målinger i industrianlegg både ved temperaturmålinger og ikke minst vedheng av vann ved veiing, tyder resultatene på at utbytte ved flekking øker jo nærmere fiskens temperatur er frysepunktet og jo mindre spredning i temperaturen en har. Som en ser av temperaturfordelings kurven (Figur 4.5) vil jo færre fisker med høy temperaturen har, jo mindre tap av fiskekjøtt. En annen viktig faktor er at en under aktiviteten ved anlegget registrerte at den kalde fisken hadde betydelig lysere farge og mindre oppsprekking ("gaping") i fiskekjøttet enn fra den vanlige produksjon (Figur 4.6).

**Tabell 4.5** Vektforløp gjennom tine og flekkeprosessen for alle forsøkene.

	Tinemetode			
	Ordinær	RSW-tining		
Ønsket sluttemperatur	0-2°C	-0,5°C	1,0°C	-1,0°C
Faktisk sluttemperatur	5,2°C	-0,3°C	0,6°C	-0,8°C
<b>Vekt før tining</b>	393 kg	388 kg	397 kg	393 kg
<b>Vekt etter tining</b>	402 kg	396 kg	403 kg	399 kg
<b>Vektøkning under tining</b>	2,3 %	2,1 %	1,5 %	1,5 %
<b>Vekt på for kald fisk (til flekking)</b>	27 kg	-	14 kg **	-
<b>Andel for kald fisk</b>	6,7 %	-	3,5% **	-
<b>Vekt flekkbar fisk (På frosset basis)*</b>	366,6 kg	388 kg	383,2 kg	393 kg
<b>Vekt etter flekking</b>	341 kg	370 kg	361 kg	383 kg
<b>Totalt utbytte</b>	<b>93,0 %</b>	<b>95,4 %</b>	<b>94,2 %</b>	<b>97,5 %</b>
<b>Totalt utbytte av tint fisk</b>	<b>91,1 %</b>	<b>93,4 %</b>	<b>92,9 %</b>	<b>96,0%</b>

\*) – Denne vekten er vekten av tint råstoff minus vekten av de fiskene som er for kalde til å flekke, og justert for vektøkningen under tineprosessen. Relaterer utbyttet og svinnet i forhold til innkjøpt råvare

\*\*) – Disse 14 kg kunne ikke flekkes maskinelt p.g.a. for svak spore, og ikke p.g.a. for kald kjerne.


**Figur 4.5.** Vekttap av vekt før tining ved flekking avhengig av fiskens temperatur.



Figur 4.6. Bilde som viser visuell kvalitet rett etter flekking. Fisk fra vanlig produksjon til venstre holdt 4,2 °C og den kalde fisk til høyre holdt -1,1 °C.

### 3.4 TINGING OG PROSESSERING I FILETINDUSTRIEN

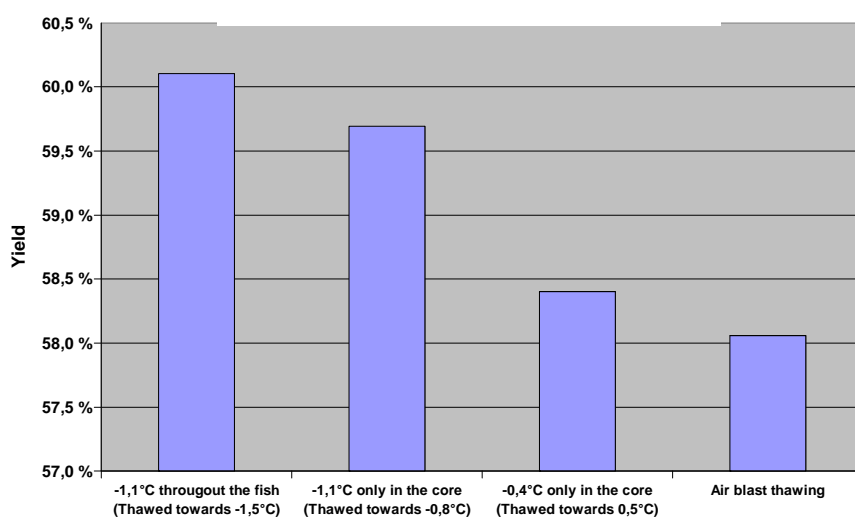
Bruk av “dobbeltfrysing” har i lange perioder vært viktig for å skaffe råstoff til bedriftene, spesielt i Troms og Finnmark. Allerede fra slutten av 1960-tallet da tining og refrysing ble tillatt ble det bygget lufttunneler med befuktingsanlegg for noen større bedrifter. Forskning og utvikling ved NTH/SINTEF førte til at bakkemetoden (kar med tilpasset vann : fisk forhold og vanntemperatur) noe som på grunn av arbeidsbehovet i praksis raskt ble forenklet til tining i 1000 l kar og rennende sjøvann. Etter forskningsarbeidet om tineproblematikken [1] på 1990-tallet førte arbeidene til at de første tanktineanleggene ble tatt i bruk i Finnmark som hadde god tilgang på frosset fisk fra Russiske trålere.

Det er gjennom en lang periode utført en rekke tineforsøk og tester av tineutstyr i filetindustrien. Alle resultatene viser, som i saltfisk- og klippfiskindustrien, entydig forbedring av utbytte jo nærmere temperaturen ved filetering er fiskens frysepunkt. Som eksempel er her tatt med resultat fra tineforsøk ved en bedrift som benytta en eldre lufttunnel med varme og fukting av lufta (Tabell 4.6. samt Figur 4.7 og 4.8). Som tabellen viser gav den industrielle lufttining altfor høye og varierende produkttemperaturer, samtidig som arbeidsbehov, energibruk, vekttap, mv. noe som gjør denne metoden lite aktuelt for tining av fiskeråstoff.

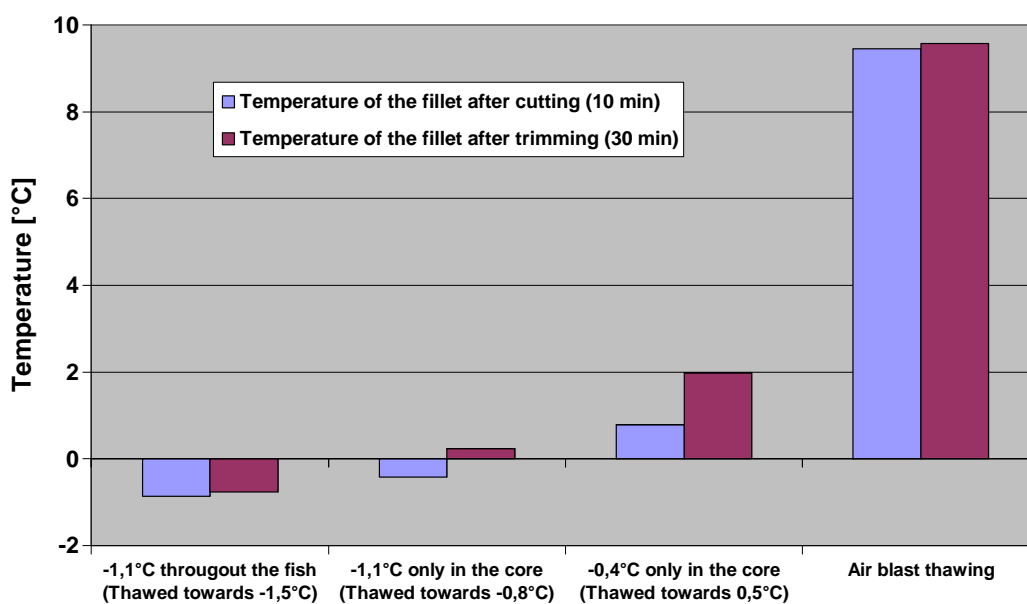
Ved disse forsøkene ble produkttemperaturen registrert også videre etter filetering gjennom rensing og trimming. Denne bearbeidinga tar noe tid og fisken blir liggende på bånd eller bakker gjennom bearbeidingen som foregår i tempererte rom og dette resulterer i varmetilførsel til produktene. Den godt tina fisken som har litt is igjen har derved et kuldemagasin som gjør at fisken holdes kald også gjennom bearbeidingsprosessene.

Tabell 4.6. Temperaturer etter tining ved filetbedrift med lufttining.

Temperatur	RSW tining mot -1,5°C	RSW tining mot -0,8°C	RSW tining mot 0,5°C	Tining i luft tunnel
Midlere	-1,1°C	-1,1°C	-0,4°C	13,8°C
Std. avvik	0,2°C	0,2°C	0,8°C	1,7°C
Maksimum	-0,9°C	-0,7°C	0,7°C	16,0°C
Minimum	-1,5°C	-1,5°C	-1,2°C	10,7°C



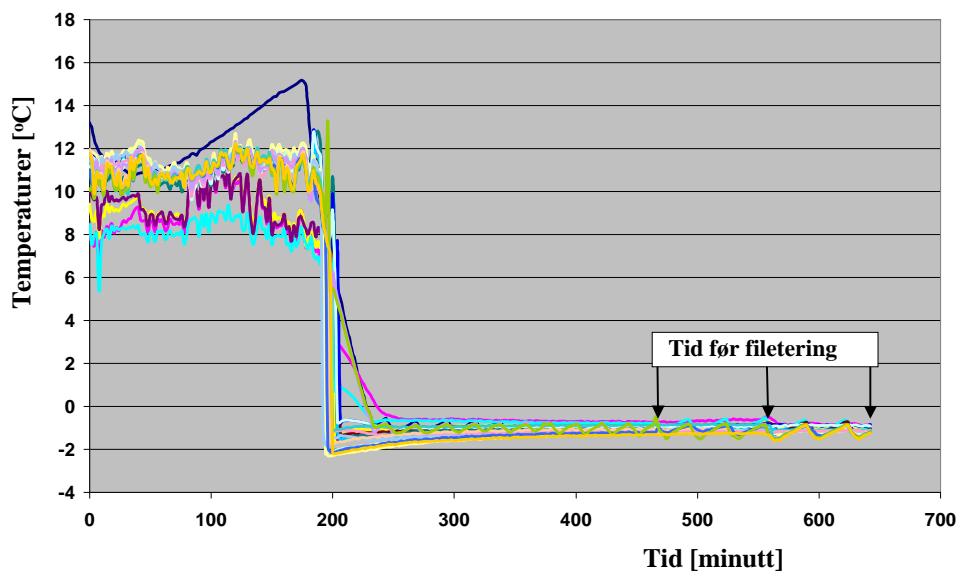
Figur 4.7. Utbytte etter rensing og trimming av torskfilet (Japan cut)



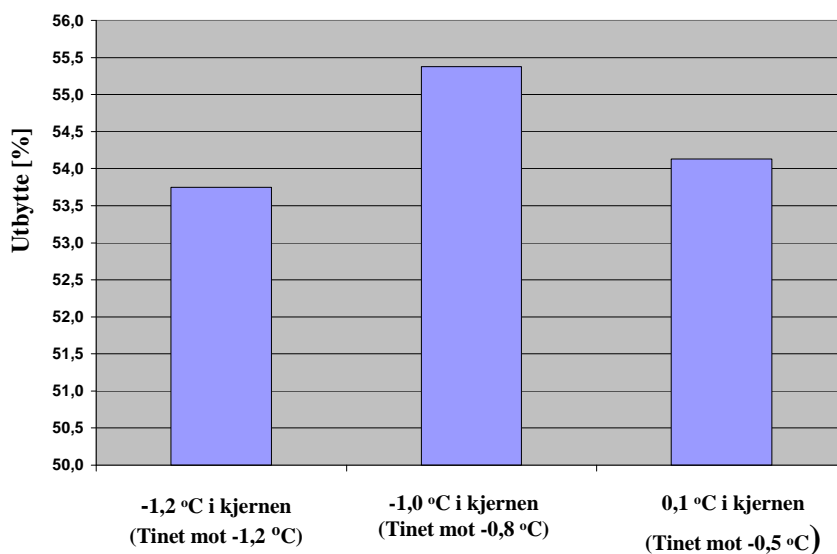
Figur 4.8. Temperaturutviklingen ved bearbeiding av ting råstoff vist i Tabell4.6.



For de fleste av tineforsøkene ble benyttet tinetiden som anleggene vanligvis hadde. Dette gav under de fleste forsøk tid nok for å kontrollere og utjevne temperaturene i fisken. Flere anlegg ønsket å kunne utnytte tinesystemet for en kontinuerlig produksjon eller til flere tineprosesser pr. døgn. Det ble derfor gjennomført forsøk for å teste hvor raskt en kunne gjennomføre tininga samtidig som en kunne styre temperaturen. For forsøkene ble benyttet et RSW anlegg slik at temperaturen ble styrt under tining og etterfølgende kjøling. Et eksempel på et slikt forsøk er vist i Figur 4.9. Variasjonen i nedkjølingstid for å få god nok utjevning av temperatur etter varmetilførselen var 3, 5 og 7 timer. Utbyttet etter filetering og trimming er vist grafisk i Figur 4.10 og tyder på at en får høyest utbytte ved tiningen mot  $-0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Resultatet tyder på at en under denne tineprosessen får for mye is i fisken om en tiner mot  $-1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$  og også at temperaturen i RSW anlegget var litt for lave ved så lang kjøletid.



Figur 4.9. Temperaturforløp forskjellige steder i tinetanken, de tre forskjellige fileterings tidspunkt er angitt.



Figur 4.10. Filetutbytte avhengig av kjernetemperaturen ved tinetemperatur vist i Figur 4.9.

### 3.5 KONKLUSJONER TIDLIGERE FORSKNING

#### 3.5.1 Tinemetode

En gjennomgang av alle aktuelle tinemetoder viser at for tining av *råstoff* til fiskeindustrien er bruk av sjøvann det best eigna varmeoverføringsmedium. Selv med lav væskehastighet fås effektiv varmeoverføring til produktene og i mesteparten av året kan sjøvarmen benyttes som energikilde. Ved høy sjøvannstemperatur kan tinetemperaturen styres ved resirkulasjon av tinevannet slik at fisken kjøler sjøen så lenge fisken er frosset. Ved lav sjøtemperatur kan eventuelt kjølevann fra kuldesystemet nyttes for varmetilførsel. Saltinnholdet i sjøvannet reduserer vannopptak under tining som etter forsøk i filetindustrien ofte ligger i området 1,5 – 2,5 %, bruk av ferskvann vil øke dette. Saltinnholdet er også positivt for tineprosessen idet det reduserer sammenfrysing noe, men sammenfrysing av blokker ved innlegging er en utfordring.

Overgangen fra tining i et stort antall 1000 l kar til store tanker har i betydelig grad redusert arbeidsbehovet ved tining av fiskeråstoff. Det er imidlertid å teknisk krevende å få jevn og tilstrekkelig sirkulasjon av vannet i store tanker og dette bidrar til ujevn tining og medfører ujevne temperaturer i tankene. En annen utfordring er at ved rask innlegging av kalde blokker unngås ikke at blokker faller oppå hverandre i vannet og raskt fryser sammen til ”storblokker”.

#### 3.5.2 Temperatur

Med dagens vanlige tinemetoder viser undersøkelsene at for å få optimalt utbytte og kvalitet bør temperaturen i første fase av tiningen av torsk ikke bør overstige 10 - 15 °C. For industriell praksis anbefales ofte en maksimaltemperatur for tining i området 10 °C om en ikke har spesielt god kontroll i anlegget. Dette er en maksimal temperatur i starten av tininga da varmen skal tilføres og en ønsker stor drivkraft i energitransporten som er temperaturforskjell væske til fiskeoverflate. Overflatetemperaturen, spesielt for tynne partier som buk og spord, vil siden ismengden i disse parti er liten, ganske raskt stige mot væsketemperaturen. Det blir derfor en vanskelig balansegang under tiningen for å unngå for mye varme til tynne parti og ønsket varmetilgang til tykkfisken hvor en enda har mye is. En nedtrapping av tinetemperaturen så snart tynne parti og fiskeoverflatene nærmer seg 5 - 8 °C er derfor ønskelig. Dette er imidlertid en altfor høy sluttemperatur til å oppnå høyt utbytte ved videre bearbeiding.

For å komme ned mot ønsket fisketemperatur ved flekking og bearbeiding/salting må en derfor så raskt som mulig etter at fisken er overført nok varme, nedkjøles ved at tinetemperaturen senkes. I dag forsøker en vanligvis å få dette til ved at tiningen stoppes så tidlig at tinevæska og overtint fisk kjøles av restisen i tykkfisken. Dette tar svært lang tid siden: 1. Drivkraften i varmestrømmen er temperaturforskjellen i tineområdet er ca. -1,5 °C og i buk/spord i område 5 – 8 °C – og synkende etter som nedkjølingen går. 2. Varmeledningsevnen for tint/kjølt fisk er svært lav, ca. ¼ av frosset. 3: Avstanden mellom restisen i tykkfisk området til ytterste deler av buk og spord er relativt lang. Resultatet er en langsom prosess, det er vanskelig å fastsette når temperaturene skal reduseres og vanskelig å få lav nok temperatur i slutten av tininga. Dagens tineanlegg er derfor svært erfaringsstyrt og en krevende oppgave for de ansvarlige. Små feil som gir for høy temperatur lar seg ikke rettes på.

### **3.5.3 Kvalitet og utbytte**

Alle systematiske undersøkelser ved tining i fiskeindustrien og også ved bearbeiding/prosessering av fersk fisk, viser en entydig bedret kvalitet når temperaturen ligger i området -1 °C til 0 °C. I dette temperaturområdet viser forsøkene at fisken får en hvit, blank og jevn overflate med lite filetspalting. Siden fiskekjøtt har lav mekanisk styrke (sammenlignet med eks. vis kjøtt) som videre svekkes ved frysing er lav temperatur ekstra viktig etter tining. Dannelsen av is ved frysing løsriver vannet fra proteinstrukturene og reduserer vannbindingsevnen noe som forårsaker væsketap ved tining. Ved transport, løfting, mekanisk bearbeiding som flekking/filetering, mv. vil bøying og mekanisk press gi væsketap og den myke fisken får lett feilskjæring og tap av vev. En rekke forsøk dokumenterer optimal kvalitet og maksimalt utbytte ved skjæring/bearbeiding med jevn fisketemperatur nær -1 °C.

## **4 MÅLINGER AV TINETEMPERATURER VED BEDRIFTER**

Ved besøk ved bedrifter og under annet prosjektarbeid ble det tidlig registrert at det ble benyttet store tinetanker tilsvarende det som vi tidligere hadde arbeidet med i filetindustrien. Erfaringen fra denne industrien tilsa at en trolig hadde utfordringer med å styre temperaturene etter tining siden driftsmåten i liten grad var forbedret. Samtaler med bedriftene og registreringer ved anleggene var bakgrunnen for oppstart av et forprosjekt for kartlegging av tining og målinger av temperaturer og driftsforhold.

### **4.1 INNLEDENDE MÅLING OG REGISTRERING**

Ved annen prosjektaktivitet ble det gjennomført målinger av fisketemperaturer ved fisk tatt ut av transportbåndet fra tinetank til skjæremaskinene. Et stikktermometer ble benyttet for målingene og målespissen ble plassert i tykkfisken (forutsatt laveste temperatur), midt i den tynne del av bukklappene og ved beinet i sporddelen. Resultatene er vist i tabell 5.1. og dokumenterer at en hadde altfor høye temperaturer. Forklaringen fra bedriften var at en etter noen timer hadde fylt inn mer sjøvann i pumpesystem og tanker og dette var årsak til den høye sjøtemperaturen. Imidlertid viser en analyse av målingene at både tynne og tykke parti av fisken har nært samme temperatur og dette betyr at fisken har ligget ved samme temperatur over lengre tid (timer).

Fisken ble etter flekking/filetering pickelsaltet i 1000 l kar, metta saltlake med temperatur på ca. 8 °C påfylt og karene kjørt inn på kjølelager. Med den høye temperatur på fisken vil nedkjølingen være svært langsom i et så stort kar med liten kjøleflate og en stor fiskemengde, liten luftsirkulasjon i lager, mv. Temperaturendringen i karene vil gå svært langsomt og det tar trolig flere døgn før varmeste fisk nærmer seg lagertemperaturen. Tilfeldige målinger på saltmoden fisk fra lageret indikerer også at fisken er lagret ved ca. 2 °C.

Med bakgrunn i prosjektmål om å få en bedre oversikt i forholdene ved tining i bransjen ble det gjennomført samtaler og målinger ved 4 forskjellige anlegg i starten av november -08. Ved ett av anleggene ble etter målingene om ettermiddagen disse gjentatt neste formiddag siden ansvarlig for tining/prosessering mente de hadde uvanlig høy temperatur. Alle ansvarlige for prosesseringen ved bedriftene var klar over at temperaturen etter tining/for skjæring var viktig for den videre prosess. De mente likevel at de hadde god kontroll med tininga, men bare en av de sa at han regelmessig målte temperaturen før flekking. Alle bedriftene hadde en til to store tinetanker, enten rektangulære fra Prosessindustri/Stette eller sylindriske fra Tendos og tinekapasiteter fra 20 til 50 tonn/døgn.

*Tabell 5.1. Målte temperatur ved tilfeldig besøk, ca. kl. 12:30 [Bedrift A]*

<b>Fisk Nr.</b>	<b>Kjerne tykkfisk [°C]</b>	<b>Buklapp [°C]</b>	<b>Spord [°C]</b>	<b>Målested</b>
<b>1</b>	<b>9,5</b>	<b>10,8</b>	<b>11,3</b>	<b>Før flekking</b>
<b>2</b>	<b>8,8</b>	<b>9,2</b>	<b>9,1</b>	”
<b>3</b>	<b>10,0</b>	<b>10,1</b>	<b>10,5</b>	”
<b>4</b>	<b>10,6</b>	<b>10,7</b>	<b>10,1</b>	”
<b>5</b>	<b>10,2</b>	<b>10,1</b>	<b>10,1</b>	”
<b>6</b>	<b>8,1</b>	<b>9,0</b>	<b>8,6</b>	<b>Før filetering</b>
<b>7</b>	<b>7,8</b>	<b>8,9</b>	<b>8,4</b>	”
<b>8</b>	<b>7,8</b>	<b>8,5</b>	<b>8,4</b>	”
<b>9</b>	<b>8,0</b>	<b>8,5</b>	<b>8,2</b>	”
<b>10</b>	<b>8,1</b>	<b>8,9</b>	<b>8,5</b>	”

**Ved salting: Temperatur lake; ca. 8,5 °C**

**Ved uttak ferdig saltfisk: Temperatur; 1,5 – 2,2 °C**

Tankene driftes etter relativt likt mønster med start innfylling av fisk etter lunsj så snart tankene er tomme, en har ledig arbeidskapasitet og for noen anlegg etter årstid og tilgjengelig sjøtemperatur. De rektangulære tankene har enn bevegbare skillerist slik at tint fisk kan presses mot utpumping og samtidig skape plass for innlegging av frossen fisk, mens sylindriske tankene må tømmes helt før start innlegging av frossen fisk. Styring av tine temperaturer og tine tid varierer mellom bedriftene etter erfaringer med sjøtemperatur og fiskemengde i tankene. Alle anlegg poengterte at det var utfordrende å styre tineprosessen mot ønsket fisketemperatur på 0 – 2 °C og samtidig unngå stor ismengde i kjernet og derved utkast/ettertining ved skjæring. Sommer/høst når en har høy sjøtemperatur er utfordringen å redusere temperaturen ved å stoppe vanntilførselen tidsnok til at restisen i fisken kjøler både tinevannet og for varmt fisk. Ved lave temperaturer går tiningen langsomt og det må pumpes inn vann lenge for å få tiningen ferdig. Det blir da for liten tid til utjevning av temperaturene siden også temperaturforskjellene er små. Anlegg med temperaturloggere på datasystem med styring fra dette og med ansvarig person for oppfølging også ettermiddag/kveld gjør oppfølging enklere og rasjonelt.

Temperaturmålingene ved anleggene ble gjennomført etter samtale ved driftsansvarlig og det ble plukket ut tilfeldige fisker fra transportlinjen til skjærer. Temperaturene ble målt med stikktermometer med nåla plassert mest mulig midt i bukappen, ved bein i spord og i termisk senter av tykkfisken. Det ble tatt ut tilstrekkelig mange fisker til at en vurderte målingene representative for det tidspunkt målingene ble tatt. Resultatet av de 5 måleseriene, hvorav to ved samme anlegg, er vist i tabell 5.2. Målingene er gjennomført etter at produksjonen har foregått i noen timer og temperaturene i de tynne partier viser som forventet liten variasjon mellom fiskene og temperatur nær tine temperaturen. Dette viser at tine temperaturen må ha vært rimelig jevn over en lang periode. Et unntak er ved anlegg C hvor tinevannet har mye lavere temperatur enn fisken og må trolig være en feilmåling. Tykkfisk temperaturene varierte langt mer enn for buk/spord siden disse naturlig nok henger etter på grunn av at varmetransporten går langsommere både på

grunn av lang transportvei og mindre overflate/volum forhold. Ved å håndtere eller bøye fisken merket en at noen fisker hadde betydelig ismengde i tykkfisken, spesielt gjaldt dette anlegg C hvor noen fisker måtte tas ut til ettertining før skjæring. Det er her viktig å være klar over at temperaturmålinger er lite egnet mål for ismengde siden dette bare viser tempertur i tineområdet.

*Tabell 5.2 Målte temperaturer i tinevann og fisk før flekking*

Bedrift	Tinevannstemperatur, $T_v$ [°C]	Temperatur før flekking, $T$ [°C]		
		buk	spord	tykkfisk
A (n=6)	3,0	2,4 ± 0,22	2,9 ± 0,34	0,3 ± 1,30
B (ettermiddag) (n=3)	4,0	4,2 ± 0,06	4,0 ± 0,06	3,9 ± 0,10
B (morgen) (n=3)	2,5	2,0 ± 0,39	1,2 ± 0,35	1,5 ± 0,53
C (n=3)	-1,1	3,1 ± 0,35	2,5 ± 0,31	1,9 ± 0,12
D (n=3)	3,8	3,7 ± 0,17	3,7 ± 0,49	2,4 ± 0,87

## 5 TINEFORSØK VED KVALITETSPROSJEKT

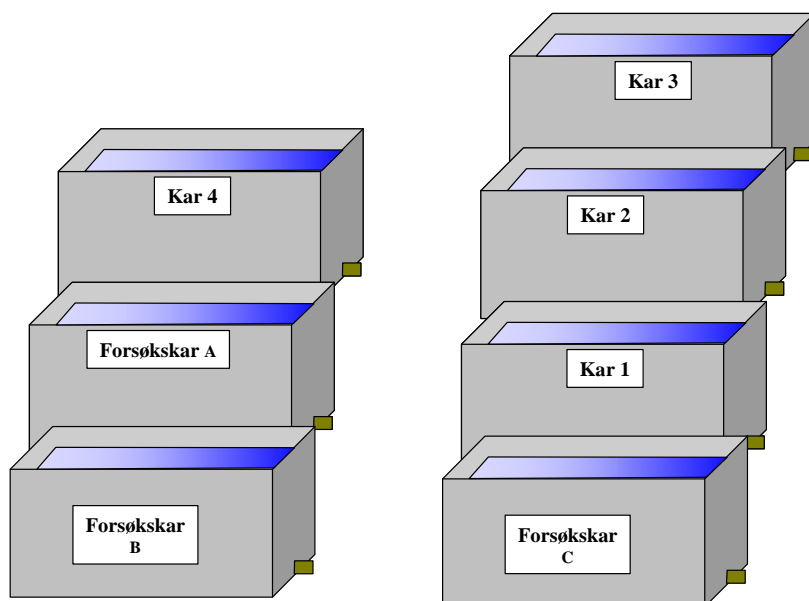
Tineforsøket ble gjennomført i perioden 13. – 14. januar 2009 som en del av et større prosjekt ved Møreforskning Ålesund og Norges fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø, hvor fisken følges fra fangst til ferdig salgsvare. Råstoffet var linefisk fra 2 autolinebåter (Geir og Loran) og fisken hadde ulik oppholdstid i blødetank etter bløgging eller var direktesløyd fisk. Totalt ble 5233kg tint og av partiet ble 733 kg benytta for tineforsøket, mens resten ble tina i tinetank og 4 tinekar á ca. 400 kg (8 blokker). Etter tining ble alt råstoffet flekka og salta i kar for videre oppfølging gjennom modningsprosessen.

### 5.1 TINING

Alle tinekarene ble plassert i området for kartining som bedriften benytta før installasjon av tinetank som vist i Figur 5.1. Sjøvannsledningene hang ned fra fordelingsbatteri i taket, men siden de var tilpasset stabling av kar i høyden var de noe kort for kar på gulvet og rakk bare 10 – 15 cm ned i karene. Vannstrømmen var også noe varierende og dette forårsaket noe ujevne temperaturer i karene, spesielt i startfasen av tininga. Tilrigging og innfylling av sjøvann med temperatur 5,2 °C starta 13.01 ca. kl. 09:00 og innlegging av blokker tok ca. 1 time. Flere av blokkene i karene ble frosset sammen ved innlegging og en starta forsøk med manuell oppdeling av blokkene etter ca. 3 timer og blokkene var delt opp til enkeltfisker ca. kl 12:30. Målinger med stikktermometer etter oppdelingen i kar viste sjøtemperaturer i karene mellom 1,5 – 2,0 °C og i tykkfisk området mellom -4 til -5 °C.

Fisken var tilstrekkelig tint til at termoelement kunne innsettes i tykkfisken, buk og spord i hvert av de tre tinekarene og i en fisk i kar 1. og sjøtemperaturer i alle kar. Det viste seg at batteriet som sikrer dataene i temperaturloggeren var utlada og for å sikre tilstrekkelige data ble manuell avlesing starta ca. kl. 15:15 og deretter ca. hver time til anlegget ble forlatt om kvelden. Målingene fortsatte neste morgen og gjentatt utover dagen til flekkingen starta. Siden dataene fra logginga ble tapt gir likevel de manuelle målingene en god oversikt over temperaturutviklingene under tininga som vist i Figur 5.2.

Ut fra temperaturloggingene og målinger med stikktermometer vurderte en at nødvendig tinevarme var tilført fisken og nedkjøling mot den ønska temperaturer i de forskjellige tinekar ble starta. For å undersøke effekten av temperatur på utbytte ved maskinell flekking ble det valgt å tine mot følgende temperaturer: 1: Kar A: Fisketemperatur ca. 4 °C og uten kjøling av vannet. 2: Kar B: Fisketemperatur ca. -1 °C og med kjøling av vannet. 3: Kar C: Fisketemperatur ca. 2 °C og noe kjøling av vannet. Ut fra stikkprøvemålinger av fisker i karene anså en at nok varme var tilført fisken, temperaturene ble da målt til å ligge i områdene: Tykkfisk (kjerne): -4,2 °C til -2,8 °C; Buk (tynneste parti): 1,1 °C til 3,7 °C og Spord: -4,1 °C til 2,8 °C.



Figur 5.1 Skisse av plassering av tinekar i tine- og skjæreområdet

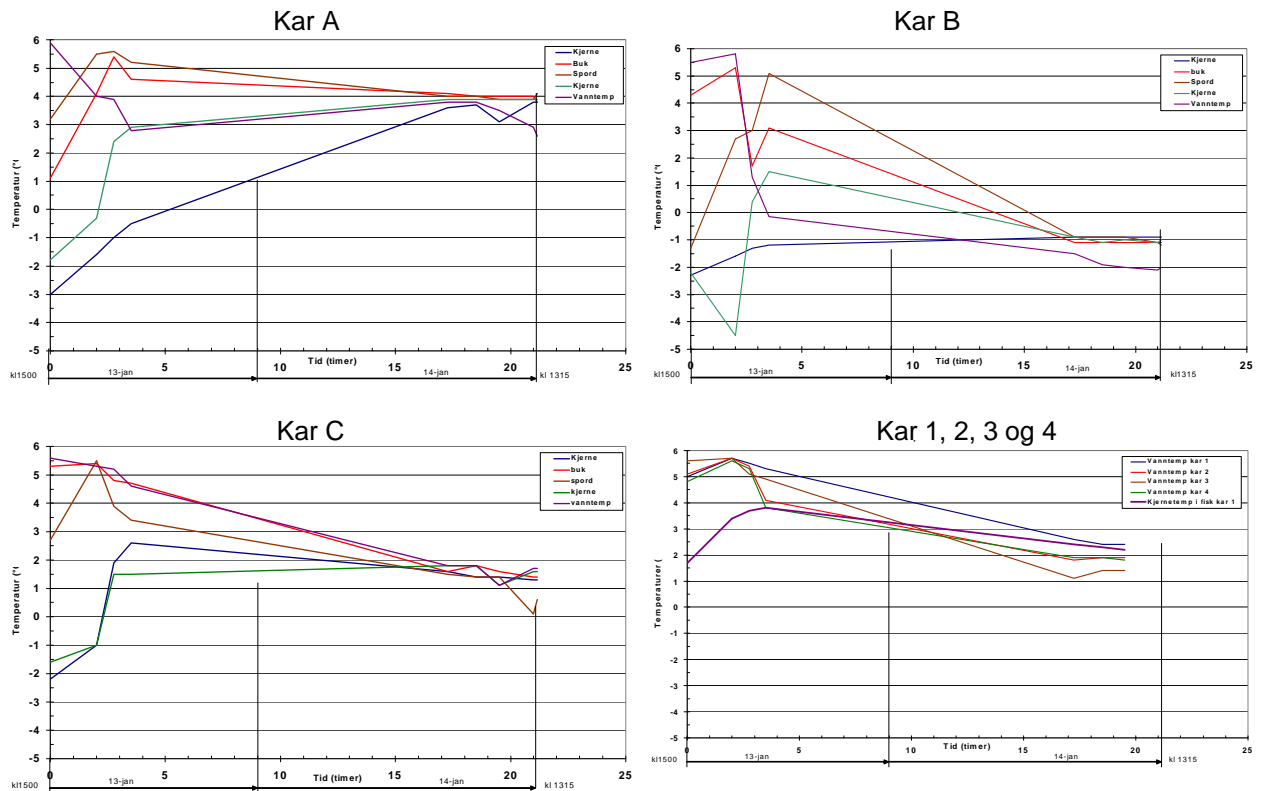
Kjølingen ble gjennomført ved at sjøvannstilførselen ble stoppet, noe vann ble fjernet fra karene og is ble lagt på toppen. Ising på toppen av sjøvann gir på grunn av at is og ferskvann fra smelting er lettere enn sjøvann, ingen drivkraft for sirkulasjon og nedkjøling nede i karene. For å få temperaturutjevning ble mekanisk omrøring og trykkluft benyttet i perioden fram til arbeidet ble avsluttet ca. kl. 19:00.

Neste morgen (15 jan.) ble fiskenes temperaturer målt med stikktermometer i buk, spord og tykkfisk. For fisken for hovedforsøkene fra tinetanken (Geir) var temperaturen i området 1 – 3 °C og viste at styring av tining var svært vellykket selv med lite fisk i en stor tinetank. Fisken i tinekar 1 – 4 (Loran) hadde også jevn temperatur i området 0,5 – 1,4 °C og med små forskjeller mellom buk og tykkfisk.

## 5.2 FLEKKING

For flekkingen ble anleggets maskiner (Nordic) benyttet og all fisk ble skjært på samme maskin uten endring eller justeringer og samme operatør. Etter skjæring ble fisken vasket og svarthinna fjernet for transport med belte til saltekar. For hovedforsøket ble ca. 20 merka fisker tatt ut etter tining for veiing på justert vekt. Disse ble så skjært og vasket og tatt fra transportbåndet til ny veiing av utbytte. Resultatet av målingene er vist i tabell 6.1.





Figur 5.2 Temperaturforløp under tining i 1000 liter kar.

Fordi tiden var begrenset og arbeiderne ikke måtte vente for mye foregikk målingene ved at to fra forskergruppa tok ut og veide fisken for utbyttmålingene på medbrakt justert vekt. Fisken ble tatt fra innpumpingstanken eller transportbåndet og ble et kort øyeblikk holdt i sporden for avrenning av vann før veiing og transport til skjærer. Skjært og vasket fisk ble tatt fra transportbåndet og veid på bedriftens vekt. Spesielt ved denne måling var fisken noe vanskelig å handtere og store skjæreflater og vedheng av vann kan ha gitt usikre målinger.

Vekt etter tining av fisken fra Loran viser spesielt stort avvik fra vekt målt om bord med variasjon fra +5,5 % til -2,1 % og vektøkning i snitt på 1,4 %. Til sammenligning hadde fisken fra Geir variasjon fra +1,7 % til -1,7 % og snittøkning på 0,3 % som er som lavere enn forventa. Fisken fra Loran som ble tina i kar ble raskere tint og liggende lengre tint i sjøvann og kan i noen grad forklare den større vektøkning. (Målinger av vektøkning for RSW lagret fisk viser vektøkning i størrelsen 1,5 – 2,5 % pr. døgn)

**Tabell 6.1.** Måling av tine- og flekkeutbytte av hovedforsøket. Tineutbytte i % av vekt ved frysing. Flekkeutbytte i % av tinevekt. (Ref. Møreforskning)

Loran			Geir		
Fisk nr	Tineutbytte (kar)	Flekkeutbytte	Fisk nr	Tineutbytte (tank)	Flekkeutbytte
49	4,6	94,6	58	-1,7	94,3
26	5,5	95,4	102	1,0	94,2
12	1,2	94,9	34	-0,3	90,7
87	1,7	93,2	45	-0,4	93,7
56	-0,3	93,8	19	0,4	94,2
85	3,3	93,9	83	1,3	93,4
74	2,7	93,2	37	0,2	95,5
71	3,4	93,1	20	-0,1	94,3
58	-0,5	93,8	68	0,7	
45	-1,4	94,3	92	0,7	93,7
72	2,3	94,2	27	1,2	94,8
48	-1,5	94,6	16	0,8	94,9
55	-1,1	95,5	91	0,6	94,2
88	2,7	90,2	42	0,6	94,1
89	0,9	93,7	36	0,2	94,3
41	3,5	95,7	4	1,7	94,9
47	-2,1	93,7	56	0	93,4
77	1,4	93,4	85	0,7	96,0
29	3,8	92,3	101	0,3	93,7
98	0,9	93,5	57	-0,7	93,6
40	-2,5	93,7	30	-1,3	95,5
37	-2,3	93,3	96	1,2	94,1
68	3,2	94,3	103	0,1	94,7
73	3,2	92,6	55	0,6	95,2
<b>Snitt</b>	<b>1,4</b>	<b>93,8</b>	<b>Snitt</b>	<b>0,3</b>	<b>94,5</b>

Flekkeutbytte i forhold til vekt etter tining er relativt høyt og viser at lite av ryggbeinet er fjernet. Også variasjonen mellom enkeltfiskene er liten og viser at både fisken har lite skader eller skeivheter og maskiner skjærer godt. For fisken fra Loran er variasjonen i utbytte mellom enkeltfisker fra 90,2 % til 96,7 % og de fleste viser fra 93 % til 94 % som gir gjennomsnitt på 93,8 %. For fisken fra Geir er variasjonen mellom enkeltfiskene tilsvarende liten og i snitt på 94,5 % med generelt små variasjoner mellom fiskene. Totalt sett viser målingene at utbytte er jevnt høyt og at en praktisk sett har liten forskjell mellom partiene.

Fisken fra tinetesten ble bearbeidet etter at hovedforsøket var ferdig og ble gjennomført som ved dette. Dette var umerka fisk og det ble tatt ut 10 fisker fra hvert kar for veiing og utbyttmåling. Resultatene er vist i Tabell 6.2 for de tre temperaturnivåene som ble sikta mot. Siden fiskene ikke var merka er utbytte for hver fisk satt opp basert på tilsynelatende sammenheng mellom vekt før og etter skjæring. Som det går fram av tabellene synes resultatene for enkeltfiskene å passe godt sammen bortsett fra de 3 siste fiskene fra kar B som ikke synes å passe sammen eller at en har hatt skjærefeil. Med den usikkerhet som knytter seg til veiingene er hovedkonklusjonen for de tre forsøkene at det er liten forskjell mellom disse og at alle testene gir høyt utbytte og at det er liten forskjell mellom tinemetodene og mellom fiskenes temperatur etter tining i dette temperaturområdet.

**Tabell 6.2.** Måling av tine- og flekkeutbytte for tinetest. Flekkeutbytte i % av tint vekt.

**Kar A: Kjølt til mellom 1,8 °C – 2,2**

Fisk nr.	Vekt etter tining	Vekt etter skjæring	Utbytte i [%]
1	5451	5047	92,6
2	3879	3616	93,2
3	3059	2988	97,7
4	3866	3578	92,8
5	4019	3794	94,4
6	2710	2860	105,5
7	5304	4790	90,3
8	4467	4170	93,3
9	3333	3194	95,8
10	3645	3384	92,9
Gj. snitt	39733	37421	94,2

**Kar B: Godt kjølt til ca. -1 °C**

Fisk nr.	Vekt etter tining	Vekt etter skjæring	Utbytte i [%]
1	4003	3754	93,2
2	3369	3142	93,3
3	3314	3120	94,2
4	3445	3186	92,5
5	3040	2896	94,4
6	4006	3754	95,3
7	4288	4008	93,5
8	4568	4170	93,3
9	5164	4018	88
10	5062	4304	85
Gj. snitt 1 - 10	40259	36352	90,3
Gj. snitt 1 - 7	25465	23872	93,7

**Kar C: Lite kjølt til ca. 4 °C**

Fisk nr.	Vekt etter tining	Vekt etter skjæring	Utbytte [%]
1	5447	5081	93,2
2	3506	3238	90,4
3	3176	2960	93,2
4	2998	2790	93,1
5	2796	2630	94,0
6	4554	4314	94,7
7	3869	3638	94
8	3691	3382	94,4
9	3313	3048	92
10	5028	4722	92,2
Gj. snitt	38378	35803	93,3

### 5.3 SALTFISK

Tilsvarende som for hovedforsøket ble fisken fra tineforsøkene salta i containere med et kar fra hvert tinekar. Ved forsøket ble 5 blokker lagt i hvert kar vektene for disse notert og fisken tatt ut ble etter utbyttmålingen flekket sammen med resten av karene. Den totale vekt i karene er derfor utgangspunktet for beregningen av saltfisk utbytte som vist i tabell 6.3.

**Tabell 6.3.** Utbytte av saltfisk for tineforsøkene. Utbytte i % av ombordveid fisk.

Kar	Temperatur ved flekking [°C]	Vekt fra båt [kg]	Saltfisk vekt [kg]	Utbytte [%]
A	1,8 – 2,2	247,2	187	75,5
B	ca. -1,0	245,9	187	76,1
C	ca. 4,0	240	181	75,4

### 5.4 KONKLUSJONER TINEFORSØK

Forsøkene ble gjennomført i produksjonshallen ved Brødrene Aarseth AS og på grunn av forholdene ved anlegget måtte det gjøres tilpassinger i det planlagte arrangement. Det ble likevel funnet praktiske løsninger som gjorde at resultatene er innenfor det en kan forvente i ved praktiske forsøk i en slik skala.

På grunn av lav sjøvannstemperatur tok tiningen lengre tid enn det en vanligvis har og ble en begrensning for hvor høy temperatur en kunne ha i det varmeste karet. Der ble derfor valgt å tine mot ca.  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$  og  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Dette ble nådd med god nøyaktighet, men siden disse karene ble bearbeidet sist ble fisken liggende noe lenge i sjø/ferskvannblandingen. Dette gav imidlertid også jevn temperatur i fisken og selv den kaldeste fisk hadde ikke is i tykkfisken/kjerneområdet.

Det ble under forsøkene lagt stor vekt på styring av temperaturen for å oppnå jevn og lav temperatur og målingene viser at dette lykkes svært godt. Hoveddelen av fisken hadde temperaturer i området  $0 - 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  og med små variasjoner mellom tynne områder som buk og spord og ved ryggbein i tykkfisken. Dette er klart bedre enn det en har målt ved anlegg i vanlig drift hvor en ser temperaturer i tynne område på  $4 - 10\text{ }^{\circ}\text{C}$  samtidig som en kan ha betydelig is i tykkfisken.

De merka fiskene fra hovedforsøket (Tabell 6.1) som ble tatt ut for veiing hadde kjent vekt fra målinger om bord og viste overraskende stor vektvariasjon under tiningen. Spesielt gjaldt dette fisken fra Loran hvor vektendringen varierte fra  $-2,1\%$  til  $+5,5\%$  og indikerer at en kan ha hatt unøyaktighet i målingene. Fisken fra Geir hadde svært jevn vektøkning med gjennomsnitt på  $0,3\%$  som er noe lavere enn forvente med den liggetiden en hadde for tint fisk i sjøvann. Flekkeutbytte fra denne fisken var jevnt høyt for alle fiskene og med et snitt på  $94,5\%$  som ut fra tidligere forsøk er meget bra. Også flekkeutbytte fra Loran var jevnt høyt med gjennomsnitt på  $93,8\%$  ut fra vekt etter tining. Temperaturforskjellen ved flekking mellom de to uttakene var liten og variasjonen i utbytte viser trolig mest tilfeldige variasjoner i fiskestørrelser, fangstbehandling, mv. samt usikkerhet i målingene.

Fisken for tining i karene ble lagt inn tidlig første dag og tiningen starta umiddelbart og ble overvåket og blokkene delt opp manuelt så raskt som mulig. Allerede i løpet av ettermiddagen var fisken tina og nedkjølinga starta og tint fisk ble derfor liggende lenge tint i sjøvann. Dette kan ha gitt noe større vannopptak i forhold til fisken i tanken som ble tatt inn på slutten av dagen. Denne ble også flekket først neste dag og dette kan ha bidratt til den mindre vektøkning under tining enn fisken i karene (Tabell 6.1.). Spesielt fisken som ble liggende relativt lenge i tinevannet og ble flekket til slutt etter lunsj andre dag kan ha fått noe høyere vannopptak. Resultatene i flekkeutbytte (Tabell 6.2) viser, spesielt for Kar B, at det trolig er blitt feilmåling/unøyaktighet for noen fisker, tas disse ut viser målingene små forskjeller i utbytte mellom karene. Et noe sikrere måling er målingene utbytte av saltfisk (Tabell 6.3) hvor har tørr fisk og et større forsøksmateriale. Selv om vedheng av salt også her er en feilkilde indikerer resultatene også her at økende temperatur ved skjæring gir noe lavere utbytte. Forskjellene i temperaturområdet mellom  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$  til  $3 - 4\text{ }^{\circ}\text{C}$  synes etter disse målingene å være under  $1\%$ .

## **6 HOVEDKONKLUSJONER**

### **6.1 KVALITET**

Ved tining av *råstoff* til fiskeindustrien er bruk av sjøvann det best egna varmeoverføringsmedium. Selv med lav væskehastighet fås effektiv varmeoverføring til produktene og i mesteparten av året kan sjøvarmen benyttes som energikilde. Med dagens vanlige tinemetoder bør temperaturen i første fase ved tiningen av torsk ikke overstige 10 - 15 °C. For industriell praksis anbefales en maksimaltemperatur for tining i området 10 °C om en ikke har spesielt god kontroll i anlegget. Ved høy sjøvannstemperatur styres tinetemperaturen ved resirkulasjon av tinevannet slik at fisken kjøler sjøen så lenge fisken er frosset. Ved lav sjøtemperatur kan kjølevann fra kuldesystemet nyttes for varmetilførsel for å få raskere tining. Saltinnholdet i sjøvannet reduserer vannopptak under tining som etter forsøk i filetindustrien ofte ligger i området 1,5 – 2,5 %.

Tidligere forskning har dokumentert at ved tining i fiskeindustrien og også ved bearbeiding/prosessering av fersk fisk, viser en entydig bedret kvalitet når temperaturen ligger i området -1 °C til 0 °C. I dette temperaturområdet viser forsøkene at fisken får en hvit, blank og jevn overflate med lite filetspalting.

Lav temperatur etter prosessering er viktig også for salteprosessen hvor temperaturkontroll er nødvendig for å unngå misfarging og for styring av modningsprosessen.

### **6.2 UTBYTTE VED FOREDLING**

Systematiske undersøkelser ved tining i fiskeindustrien og også ved bearbeiding/prosessering av fersk fisk, viser øket utbytte ved bearbeiding når temperaturen ligger i området -1 °C til 0 °C. Fiskefileter og andre bearbeida produkt får en hvit, blank og jevn overflate med lite filetspalting. Fiskekjøtt har lav mekanisk styrke som svekkes ved frysing og lav temperatur ekstra viktig etter tining siden frysing reduserer vannbindingsevnen og gir lettere væsketap ved bearbeiding. Ved transport, løfting, mekanisk bearbeiding som flekking/filetering, mv. vil bøyning og mekanisk press gi væsketap og den myke fisken får lett feilskjæring og tap av vev. En rekke forsøk dokumenterer optimal kvalitet og maksimalt utbytte ved jevn fisketemperatur nær -1 °C.

### **6.3 TINEUTSTYR OG DRIFT**

De aller fleste større bedrifter i saltfisk-/klippfisk industrien benytter i dag frosset råstoff som tines i store tanker og har tinetanker med kapasitet i området 20 – 50 tonn/døgn. Det benyttes i dag i hovedsak tre forskjellige typer av tinetankene: 1. Rektangulære med innmating i ene enden og utpumping i den andre. 2: Sylindriske høye tanker med innmating i toppen og utmating i bunnen. 3: Sylindriske tanker med sektorinndeling og roterende kammer (semikontinuerlig). De to første typene synes å være mest brukt av forumets medlemmer og har vært i bruk ved anleggene som er besøkt i prosjektet. Det er ikke i prosjektet gjort målinger eller undersøkelse av tankene eller funksjonen. Tineteknisk sett er det ut fra teoretisk betraktninger og erfaring kan det knyttes følgende kommentarer til løsningene.

- Sylindriske tanker: tankene har utløp i sentrum av konisk bunn og sirkulasjonspumper for tinevannet med innføring gjennom dyser fordelt i høyden. Dysene gjør at vannmassene setter i sirkulasjon som sammen med tankformen kan gi jevn væskefordeling og temperaturer

under tiningen. Frossen fisk flyter, mens tint fisk synker og går mot utpumping først. Tanken må ellers tømmes helt før innfylling av ny frossenfisk.

- Rektangulære tanker: Å få god væskesirkulasjon og ”løft” i tintet fisk som synker er mer krevende. Tankene har bølgegeneratorer som bidrar til oppbryting av blokkene og kan redusere sammenfrysing. De har også flyttbar skillerist som kan holde parti av fisk fra hverandre. Tillater også at en kan skille mellom ferdig tint og nyinnlagt fisk.

Driftsmåten av tankene synes å være nært den samme ved alle besøkte anlegg. Innfylling av fisk startes etter lunsj så snart tankene er tomme og en har ledig arbeidskapasitet. For noen anlegg tilpasses dette også årstid og tilgjengelig sjøtemperatur. De rektangulære tankene med skillerist kan trenge tint fisk mot utpumping og skape plass for innlegging av frossen fisk før tankene er tømt. Styring av tinetemperaturer og tinetid varierer mellom bedriftene etter erfaringer med sjøtemperatur og fiskemengde i tankene. Alle anlegg oppgav at det var utfordrende å styre tineprosessen mot ønsket fisketemperatur på 0 – 2 °C og samtidig unngå stor ismengde i kjernet og utkast ved skjæring. Temperaturloggere i tankene koblet mot datasystem med styring av temperaturer, pumper, sirkulasjon, mv. fra dette for oppfølging over tineperioden er viktig for oppfølging av prosessen.

#### 6.4 TEMPERATURSTYRING UNDER TININGEN

For tining av *råstoff* til fiskeindustrien er sjøvann godt egnet både fordi sjøvarmen benyttes som energikilde og væska gir effektiv varmeoverføring til produktene. Saltinnholdet i sjøvannet reduserer vannopptak under tining og etter erfaring fra filetindustrien ligger dette oftest i området 1,5 – 2,5 %. Tilgang på sjøvann fra store dyp gir nær konstant vanntemperatur på 7 – 8 °C, mens overflatevann kan gi temperaturer oppimot 16 – 18 °C sommer/høst og ned mot 3 – 5 °C om vinter/vår. De besøkte anlegg hadde varierende sjøtemperatur og dette krever at driften også tilpasses årstiden. Ved varmt sjøvann styres tinetemperaturen ved resirkulasjon av tinevannet slik at restisen i fisken kjøler tinevannet. Dette gir krevende og nøye styring fordi varmestrømmen er lav, massen (sjø + tint fisk) stor og utjevningstiden lang. Erfaringsmessig går ofte tiningen raskere enn tenkt og skjer dette er det i dag liten mulighet for å få redusert temperaturene. Dette er kritisk både fordi kvalitet og utbytte reduseres, men også fordi temperaturen ved salting blir høy. Ved salting i store kar/containere vil da, selv om karene settes på kjølelager, kjøles svært langsomt.

Ved lav sjøtemperatur kan eventuelt kjølevann fra kuldesystemet nyttes for varmetilførsel, men dette er ikke tilordnet ved anleggene. Ved de lavest forekommende sjøtemperaturer blir tinetiden lang ved fulle tanker og derved vil tiden disponibelt for temperaturutjevning bli betydelig kortere. Dette medfører at en får tilsvarende problem med temperaturutjevning, men likevel oppnås vanligvis litt lavere temperaturer på vinter/vår.

Siden det lett blir store problemer for produksjonen om fisken ikke er nok tintet til å skjæres er det naturlig nok en tydelig tendens at en tiner for mye ved mange anlegg. Dette var typisk tilfelle ved den ene måling som ble gjort mens en hadde høy sjøtemperatur hvor fisken hadde temperaturer på ca. 10 °C. Delvis skyltes dette det som også er en vanlig utfordring, tap av tinevann under pumping og behov for tilsetning av (varm) sjø. Temperaturen stiger derved raskt og spesielt tynne partier som buker stiger og en får tap ved skjæring og filetspalting. Både for tining ved ”varm” og

”kald” sjø er det et åpenbart behov for nedkjøling etter tineprosessen for å sikre lav temperatur videre i prosesseringen.

#### 6.4.1 Nedkjøling med frossen fisk til tining

En åpenbar mulighet for nedkjøling av tinevannet er innlegging av fisk som skal tines til neste dag og utnytte ”kulden” i denne for kjøling. For tineanlegg med mulighet for å skille ferdig tint – nyinnlagt fisk er dette allerede brukt ved enkelte anlegg. For å få dette til kreves ekstra plass til en betydelig mengde fisk. Erfaringsmessig har ikke anleggene dette og metoden egner seg best for kjøling om en må pumpe inn mer sjøvann. Utfordringene med metoden er også at det tar tid og krever arbeidskraft å få lasta inn ny fisk ved ellers full produksjon. En må også være klar over tineproblemet med å få ut varmen, det tiner raskt i overflata, men når denne er tint er varmetransporten i tint fisk liten og varmetransporten reduseres raskt. Dessuten vil lav temperatur i karet gi liten drivkraft i varmetransporten, kaldt vann øker også faren for sammenfrysing av blokker. Metode bør likevel uttestes under kontrollerte forhold.

#### 6.4.2 Nedkjøling med is, issørpe eller RSW

Bruk av is gir en svært rask nedkjøling av vannmassene idet tinevannet raskt fjernes fra overflata og ikke hindrer varmestrømmen til isflata. Smeltevarmen er også svært stor i forhold til vannets og fiskens spesifikke varme. Eksempelvis vil nedkjølingen av 1. tonn fisk som ligger i 1. tonn tinevann teoretisk kreve en ismengde pr. grad temperatursenking på ca:

$$G_{is} = 1000 \cdot [c_{fisk} + c_{vann}] / l_{is} = 1000 [3,8 + 4,4]/334 = 24 \text{ kg is pr. tonn og } ^\circ\text{C senking av temperaturen.}$$

Selv om en trenger et overskudd av is for tap og for ujevn fordeling i tanken bør en for en 20 tonns tank og eksempelvis 5 °C nedkjøling trenge i størrelsesorden 3 tonn is.

På grunn av saltinnholdet i sjøvann er likevektstemperaturen med is ca. -2,2 °C, men issmelting ved kjøling reduserer saltkonsentrasjonen og hever temperaturen. Den lave temperaturen er en fordel for å oppnå rask nedkjøling av fisken og siden saltopptak i fisken ikke er problem i denne bransjen kan en is/salt blanding være fordelaktig. Spesielt i startfasen gir salt god effekt på kjølehastigheten, men dette må ballanseres slik at fisken ikke blir for stiv. Dette vil gi samme effekt som å bruke issørpe fra egne anlegg, men vil være betydelig billigere og enklere.

Et annet alternativt er direkte kjøling av tinevannet ved et RSW kjøleaggregat, men dette er ugunstig av flere årsaker: 1: Gir ingen/liten mulighet for magasinerings og må ha stor ytelse og får kort driftstid. 2: Tinevæske er ”forurensa” av blod, slorester, papirrester, mv. og egner seg lite for resirkulering (, men greit for kjøling av erstatnings sjøvann). 3: Begrenser praktisk laveste temperatur til -1/0 °C uten salttilsetning og temperaturen må stige for å kunne ta ut kjøleeffekt.

#### 6.4.3 Nedkjøling i etterkjølestyr

Nedkjøling i tintanken vil være en praktisk og teknisk utfordring for å få tilstrekkelig fordeling av isen og sirkulasjon i tankene. En mulighet er da å benytte egne kjølere som fisken transporteres gjennom før skjæring og hvor kjølevæske er kjølt i en is - salt blanding eventuelt i en lake og kjøleaggregat. Temperatur og oppholdstid i kjølebadet må tilpasses slik at fisken blir raskt

overflatekjølt og får lav nok temperatur uten at den blir for stiv til å skjæres. Et slikt konsept eller arrangement er så vidt ikke kjent bygget og må bearbeides videre og kjøletid undersøkes.

## **6.5 SAMMENFRYSING AV BLOKKER**

Erfaringsmessig fra en rekke tineaktiviteter er sammenfrysing av blokker ven innlegging i tinevæska et stort problem og gir problem med å få jevne temperaturer etter tining. Problemet er største hver en har rask innmating på ett sted og hvor blokkene da faller oppå hverandre. Forskjellige tiltak er testet i laboratoriet og industrielt, mest aktuelt synes å være å skille blokkene fysisk i varm væske inntil de ikke fryser sammen. Dette er tid – temperatur avhengig og eksempelvis ved 10 °C vil dette kreve 12 – 15 minutter, noe avhengig av blokkjevnhet. Dette er så lang tid at det krever mye plass og er lite/ikke kjent benyttet. Vi vet at saltinnhold i væske vil redusere tiden, dette er ikke forsøkt siden er var redd for oppsalting, men kan være aktuelt her. Det letes ellers etter et stoff fisken kan dyppes i før frysing og som gjør at fiskene ikke limes sammen ved temperaturer over – 18 °C.

## **6.6 UTFORDRINGER VIDERE**

På tross av betydelig forskning og utviklingsprosjekter over en lang periode er det fortsatt en rekke utfordringer ved industriell tining. Disse er allerede påpekt i gjennomgange av status for tining i fiskerinæringen og gjennomførte aktiviteter i prosjektet. En kort oppsummering av de viktigste utfordringer videre er:

### **1: Driftsproblemer ved høy sjøtemperatur.**

De fleste anlegg en har vært i kontakt med poengterer at de har størst problem med å holde nede temperaturen om sommeren. Det er noe uklart hvorfor, men varmelekkasje, pumpeenergi, mv. samt spesielt tilsetning av mer sjøvann er trolig årsaken. En registrering av driften av anleggene, temperaturforløp i typiske tanker og styring/drift vil kunne vise dette og gi innspill til løsninger. Samtidig vil en ved nærkontakt med driverne som styrer prosessene, få innspill om hvordan de vurderer alternative tiltak. Enklere tiltak kan også uttestes.

### **2: Hjelpeverktøy for drift av tineanlegg.**

Det finnes betydelig kunnskap om tining, tinetider under ulike temperaturer og forhold i forskningsmiljøet og praktisk erfaring og kunnskap hos brukerne. Denne generelle kunnskap er viktig å formidle til brukerne og erfaringene ved drift av de enkelte anlegg bør systemiseres. Variasjonene i årstid/sjøtemperaturer og tinevolum, driftstider, mv. gjør at det kan være gunstig med et datasystem eller hjelpeverktøy for å systemisere erfaringene på en oversiktlig måte. Sammen med brukere og leverandører vil en forsøke å lage en plattform for hvordan et slikt dataverktøy kan bygges opp på en rasjonell og brukervennlig måte.

### **3: Nedkjøling av fisk i tinetanker.**

Det er åpenbart et stort behov for tiltak for å forbedre temperatur kontrollen og spesielt oppnå lavere og jevnere temperatur etter tineprosessen. Å finne fram til tiltak som kan forbedre situasjonen raskt og i eksisterende og/eller forbedret tineutstyr vil være en raskt og rasjonelt tiltak. Bruk av is eller is/saltblanding vil være nærliggende å undersøke muligheten for. Beregninger og målinger av nedkjølingstider, temperaturjevnhet avhengig av overskudd av is, pumper og



sirkulasjonssystem må gjennomføres. Videre skal resultatene bygges inn i et hjelpeverktøy for tine og kjøleprosessen.

#### **4: Bestemmelse av tid for nedkjøling- og temperaturutjevning etter tining**

For å ha god temperaturkontroll med tint råstoff vil trolig et anlegg for kontinuerlig nedkjøling være den sikreste løsningen. For selve kjølingen kan både is/sjø/lake, issørpe eller RSW benyttes, men for å få rask kjøling bør temperaturen trolig være i området -1,5 til -3,5 °C. I første fase vil det være behov for beregninger/målinger over kjøle- og utjevningstider ved aktuelle medier, temperaturer, arrangement, mv.

#### **5: Utbytte avhengig av temperatur under tining, skjæring og salting/lagring**

Det er gjennomført forsøk for optimalisering av delprosesser som salting, mv. eksempelvis for å finne maksimalt utbytte under lagringsprosessen. Forutgående prosesser som tining og skjæring bestemmer imidlertid i stor grad foredlingsutbytte og påvirker feil/kvalitetstap av filet ved flekking. Temperaturen etter tining og filetering vil også bestemme temperaturen under salting – lagring siden varmeinnstrømming i saltingskar og paller langsomt endres ved kjølelagring. Det er klart behov for gjennomføring av bedre kontrollerte tester for å finne optimale temperaturer etter tining, krav til temperaturjevnhet, mv. som gir høyest utbytte og best kvalitet.

#### **Litteratur:**

- 1: Haugland, Anders: Industrial thawing of fish – to improve quality, yield and capacity.
  - Dr. Ing. avhandling2002:132. Institutt for energi- og prosessteknikk.
- 2: Johansen, Solfrid, et.al.: Industriell tining – sluttrapport.
  - SINTEF Energiforskning, TR A4901, mai 1999.
- 3: Johansen, S. og Haugland, A: Tining – sammenstøping av fiskeblokker  
SINTEF Energiforskning, TR A6075; desember 2004
- 4: Magnussen, Ola M.: Riktig tineprosess – en utfordring,  
Foredrag, Norsk kjølemøte, Stavanger mars 2008.

**SINTEF Energiforskning AS**  
Adresse: 7465 Trondheim  
Telefon: 73 59 72 00

**SINTEF Energy Research**  
Address: NO 7465 Trondheim  
Phone: + 47 73 59 72 00