

■ [www.energy.sintef.no](http://www.energy.sintef.no) ■



**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 – Sammenstøping av fiskeblokker**

SAKSBEARBEIDER(E)

Solfrid Johansen og Anders Haugland

OPPDRAGSGIVER(E)

Norges fiskerihøgskole, Institutt for Marin Bioteknologi

TR NR. TR A6075	DATO 2004-04-27	OPPDRAGSGIVER(E)S REF. Edel O. Elvevoll	PROSJEKTNR. 16X454.02
ELEKTRONISK ARKIVKODE 040427124339		PROSJEKTANSVARLIG (NAVN, SIGN.) Anders Haugland <i>Anders Haugland</i>	GRADERING Åpen
ISBN NR. 82-594-2776-1	RAPPORTTYPE	FORSKNINGSSJEF (NAVN, SIGN.) Inge R. Gran <i>Inge R. Gran</i>	OPPLAG 17
AVDELING Energiprosesser	BESØKSADRESSE Kolbjørn Hejesvei 1 D	LOKAL TELEFAKS 73 59 39 50	

## RESULTAT (sammendrag)

Marin FoU med fokus på industriell prosess- og produktutvikling (prosjekt 152106) er et tredelt samarbeidsprosjekt, som er gjennomført henholdsvis ved NTNU/SINTEF Energiforskning AS, Fiskerihøgskolen og Fiskeriforskning AS. Delprosjektet Tining er gjennomført ved NTNU/SINTEF Energiforskning AS og arbeidet som presenteres i denne rapporten inngår som en del i dette delprosjektet.

Målsettingen for dette forsøket var å få en oversikt over betingelser for sammenstøping av fiskeblokker under tining i sjøvann med den hensikt å kunne designe en tineprosess der det er mulig å unngå sammenstøping av blokkene under den første delen av tiningen.

Utforming av en konkret tinetank og driftsrutinene ved et anlegg som bruker denne tanken, dannet grunnlaget for forsøksoppsettet. Variablene i forsøkene var tinevannstemperatur, produkttemperatur, tiden blokkene ligger i tinevannet enkeltvis (singletid) og tiden to blokker fysisk har kontakt (kontakttid).

Responsparmeteren var grad av sammenstøping ved kontakt, målt som trekk-kraft mellom 4 og 100 kg. Det ble gjennomført parallelle forsøk for råstoff av sei og torsk.

Resultatene viste at tinevannstemperatur og singletid før sammenpressing har stor betydning for grad av sammenstøping av blokkene. Blokkenes beskaffenhet uttrykt ved homogenitet og kompakthet i overflaten, har også stor effekt på sammenfrysing av blokkene. Pretemperering av blokkene i 10 minutter før de overføres til tinetanken har en betydelig effekt i forhold til å redusere nødvendig singletid. Dette gjelder for pretemperering både ved 10 og 20 °C og for begge typer av råstoff.

Selv om grunnlaget for forsøksoppsettet var basert på et gitt teknisk utstyr og driften ved et spesifikt anlegg, så vil resultatene i denne rapporten kunne danne et godt prinsipielt fundament ved generell videreutvikling av tineutstyr.

**STIKKORD**

EGENVALGTE	Tining	Fiskeblokker
	Torsk	Sei

## INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
1 MÅL .....	3
2 BAKGRUNN .....	3
2.1 GENERELT .....	3
2.2 GRUNNLAG FOR FORSØKSOPPSETT .....	4
3 MATERIALER OG METODER .....	4
3.1 RÅSTOFF.....	4
3.2 UTSTYR.....	5
4 GJENNOMFØRING .....	5
5 RESULTATER .....	6
5.1 EFFEKT AV SINGLETID PÅ SAMMENSTØPING SEI OG TORSK .....	6
5.1.1 Sei .....	6
5.1.2 Torsk .....	8
5.1.3 Endring av temperaturen i tinevannet under tineprosessen .....	11
5.2 EFFEKT AV PRETEMPERERING FØR TINING .....	12
5.2.1 Sei .....	12
5.2.2 Torsk .....	14
6 KONKLUSJONER .....	16

## 1 MÅL

Målsettingen for denne delaktiviteten var å få en oversikt over betingelser for sammenstøping av fiskeblokker under tining i sjøvann med den hensikt å kunne designe en tineprosess der det er mulig å unngå sammenstøping av blokkene under den første delen av tiningen.

## 2 BAKGRUNN

Med bakgrunn i hvilke bedrifter og utstyrproducenter som kunne stille opp over tid, er vurderingene i hovedsak knyttet opp mot tinetankene til MelbuTech. Resultatene kan imidlertid også overføres til andre arrangement.

### 2.1 GENERELT

De utvalgte variablene er tinevannstemperatur, produkttemperatur, tiden blokkene ligger i tinevannet enkeltvis (singletid) og tiden to blokker fysisk har kontakt (kontaktid). Resultatene fra en innledende studie, som også inngikk i prosjektet, viste at tinevannstemperaturen, produkttemperaturen og kontakttiden hadde omtrent like stor innflytelse på sammenstøping av blokkene. Derimot viste det seg at tiden blokkene lå enkeltvis i tinevannet hadde mer enn dobbelt så stor effekt på grad av sammenstøping. I en større studie viste resultatene at med tinevannstemperatur på  $-1$  °C og produkttemperatur på  $-19$  °C, så ble blokkene delvis sammenstøpt ved singletider mellom 11 og 90 minutter og fullstendig sammenstøpt ved singletider fra 0 til 11 minutter, dersom sammenpressingstiden utgjorde 10 minutter. En reduksjon av sammenpressingstiden fra 10 minutter til 10 sekunder ga, ved de samme tinevann- og produkttemperaturer, delvis sammenstøping ved singletider mellom 1 og 45 minutter. Full sammenstøping ble ikke oppnådd, se Tabell 2.1, der resultatene er oppsummert.

**Tabell 2.1** *Tinevannets- og produkttemperaturens, singletidens og sammenpressingstidens effekt på sammenstøping av fiskeblokker under tining i sjøvann*

Produkttemp (°C)	Tinevannstemp (°C)	Singletid (minutter)	Sammenpress (sek / min)	Sammenstøp
-19	-1	0 – 45 0 – 11 11 - 90	10 sekunder 10 minutter 10 minutter	Delvis sammenstøp Full sammenstøp Delvis sammenstøp
-5	-1	0 - 11	10 sekunder 10 minutter	Ingen sammenstøp Delvis sammenstøp
-19	10	0 – 11 11 - 22	10 sekunder 10 minutter 10 minutter	Ingen sammenstøp Full sammenstøp Delvis sammenstøp

En økning av produkttemperaturen fra  $-19$  °C til  $-5$  °C ga delvis sammenstøping mellom blokkene ved singletider mellom 0 og 11 minutter ved tinevannstemperatur på  $-1$  °C og en sammenpressingstid på 10 minutter. Ved å redusere sammenpressingstiden fra 10 minutter til 10

sekunder, ble det ingen sammenhefting av blokkene. Full sammenstøpning ble ikke oppnådd under noen betingelser ved produkttemperatur på  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

En økning av tinevannstemperaturen fra  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$  til  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  og produkttemperatur ved  $-19\text{ }^{\circ}\text{C}$  ga full sammenstøping av blokkene fra 0 til 11 minutter og delvis sammenstøping etter 22 minutter ved 10 minutters sammenpressing. Dersom sammenpressingstiden ble redusert til 10 sekunder var det ingen sammenstøping.

## **2.2 GRUNNLAG FOR FORSØKSOPPSETT**

Melbu-Tech-tanken rommer 8 kammer/sektorer, som i en karusell, og hvert kammer skal fylles med 80 blokker. Hvis hver blokk veier ca. 25 kg medfører dette at det blir ca. 2.000 kg fisk i hvert kammer og ca. 16 tonn i tanken totalt pr tining. Kammeret fylles med én blokk hvert 3. sekund og ved skifting av pall går det 100 sekunder mellom den siste blokken fra den ene pallen og første blokken fra den neste pallen.

De 6 første blokkene vil treffe vannet uten å komme borti andre blokker, det vil si dersom noen av disse 6 blokkene skulle komme i kontakt med hverandre, vil våt blokk treffe en annen våt blokk. Blokk nummer 7 til blokk nummer 60 (omtrentlig) vil komme i kontakt med våte blokker i kammeret, det vil si at tørre blokker treffer våte under mating av tanken. Samtlige blokker som tilføres kammeret heretter vil, teoretisk sett, treffe blokker som ligger og flyter i tinevannet og som ikke har vært fullstendig neddykket i tinevannet. Det betyr at tørre blokker som tilføres tanken, treffer blokker med tørr overflate i kammeret. Denne problemstillingen vil etter all sannsynlighet kunne ha betydning for grad av sammenstøping mellom blokkene i tillegg til kontaktflatenes areal.

I denne delen av prosjektet ble det besluttet å starte med det verst tenkelige tilfellet; det vil si full kontakt mellom de største flatene hos to blokker. Singletiden, det vil si den tiden fiskeblokkene enkeltvis skulle eksponeres for tinevannet, varierte fra 0 til 90 minutter. Sammenpressingstiden skulle utgjøre 10 minutter.

## **3 MATERIALER OG METODER**

### **3.1 RÅSTOFF**

Det ble benyttet fiskeblokker av torsk og sei. Råstoffet som var planlagt for forsøket besto av sei. Da et stort antall av disse blokkene var delt slik at det var vanskelig å fryse dem sammen igjen til en hel blokk, ble det foretatt et utvalg av de tilgjengelige blokkene, som ble benyttet i forsøkene. Et tilfeldig utvalg på 16 seiblokker ga en gjennomsnittsvekt pr blokk på 23,7 kg. Fra et tidligere forsøk var det igjen 6 ubrukte blokker av torsk. Gjennomsnittlig vekt på torskblokkene, basert på utvalget av 6 blokker, var 26,8 kg pr blokk.

For å simulere sjøvann bestod tinemediet av en saltløsning med 3 % NaCl (vanlig koksalt) og vann. For tillaging av saltløsningen ble det benyttet ”Premium Grade” ”pure dried vacuum salt” (pdv) produsert ved SALT UNION LTD, UK.

### **3.2 UTSTYR**

Temperaturmålinger ble gjennomført ved bruk av et håndtermometer av merke ANRITSU, type HFT-80.

For målinger av saltinnhold i tinevann og saltløsningen i forbehandlingskaret ble det benyttet et håndrefraktometer av merke ATAGO, type S-28e.

Tineprosessen ble gjennomført ved bruk av et RSW-anlegg der vann/saltlake sirkulerte kontinuerlig gjennom fordamer og kar. Temperaturen ble innstilt og holdt stabil ved de ønskede temperaturnivåene for de ulike testene. Et stålkar var plassert oppi et av karene i RSW-anlegget, og dette stålkaret inneholdt en 3 % saltløsning, tilsvarende vanlig sjøvann. Saltløsningen, også kalt tinevannet, ble justert for hvert eksperiment med hensyn til saltinnhold og temperatur.

I dette stålkaret var det også montert en rigg som kunne brukes til å registrere kraften som må til for å trekke/dra en blokk fra en annen etter sammenstøping, ved at den ene blokken låses fast mens den andre påføres trekk-kraft. Den påførte kraften måles i kilo.

Når blokkene er fullstendig sammenstøpt, er trekk-kraften 100 kg eller mer. Blokker uten støp blir angitt med en jevn trekk-kraft på 4 kg eller mindre. Ved delvis sammenstøping måles dermed trekk-krefter mellom 4 og 100 kg. I motsetning til den jevne belastningen på nålen, som kan observeres når det ikke er sammenstøping mellom blokkene, registreres et rykk i nålen i tillegg til den kraften som må til for å trekke blokkene fra hverandre etter helt eller delvis sammenstøping.

## **4 GJENNOMFØRING**

Det ble gjennomført en serie forsøk der effekten av singletiden før sammenpressing ble testet med hensyn til sammenstøping av blokkene. Sammenpressingstiden utgjorde 10 minutter. To fiskeblokker av samme type råstoff ble tatt ut fra fryseler og overført til tinekaret. Etter en gitt singletid ble blokkene plassert i riggen for flatekontakt/sammenpressing i 10 minutter og deretter forsøkt dratt/trukket fra hverandre. Temperaturen i blokkene var  $-19\text{ }^{\circ}\text{C}$  og var lik i alle forsøkene. Singletiden varierte fra 30 sekunder til 90 minutter, mens tinevannet ble holdt ved nivåene 0, 4,5, 10, 20 og  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

I den andre serien ble det gjennomført en rekke forsøk for å teste effekten av en pretemperering (en forbehandling ved noe høyere temperatur enn tinevannet) av blokkene før selve tiningen startet. Med unntak av pretempereringen ble denne forsøksserien gjennomført på samme måte og under de samme betingelsene som nevnt for den første forsøksserien.

Avslutningsvis ble det gjennomført et enkeltforsøk for å anskueliggjøre effekten av blokkenes oppholdstid med hensyn til endring av temperatur i tinevann og produktoverflate.

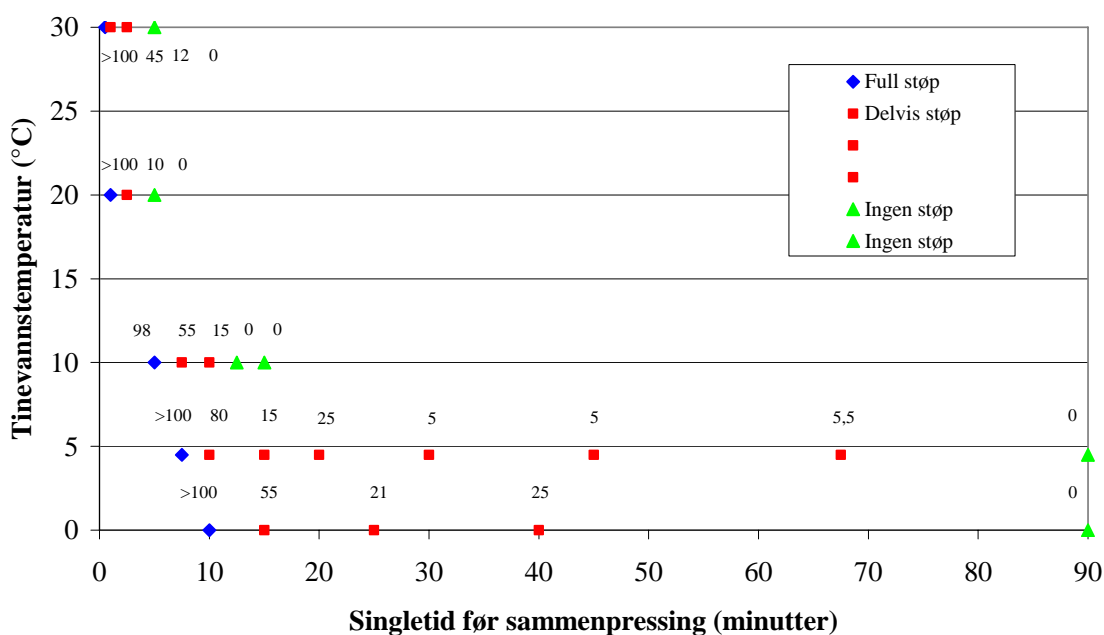
## 5 RESULTATER

### 5.1 EFFEKT AV SINGLETID PÅ SAMMENSTØPING SEI OG TORSK

I denne serien ble det gjennomført 25 forsøk med sei som råstoff og 22 forsøk med torsk som råstoff. Samtlige resultater er lagt inn i henholdsvis Figur 5.1 (sei) og Figur 5.3 (torsk). I begge figurene er full sammenstøping er markert med blått og viser at det skulle mer enn 100 kg trekkkraft til for å separere to blokker etter sammenpressing. Delvis sammenstøping er markert med røde kvadrater og tall mellom 4 og 100. Tallene viser antall kilo trekk-kraft som måtte til for å separere de to fiskeblokkene. De tilfellene der det ikke ble registrert noen sammenstøping mellom blokkene er markert med lysgrønne trekkanter.

#### 5.1.1 Sei

Figur 5.1 viser effekt på sammenstøping av seiblokkene som funksjon av singletid og tinevannstemperatur før sammenpressing. Som det fremkommer av figuren har tinevannstemperaturen en signifikant betydning for grad av sammenstøping ved kontakt mellom blokkene.

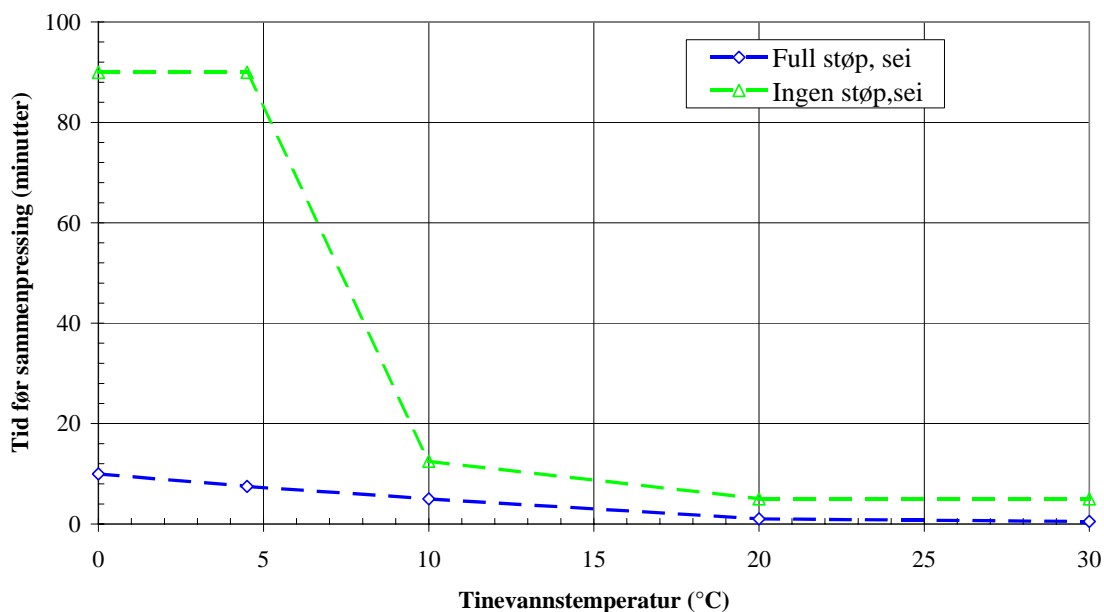


**Figur 5.1** SEI - Sammenstøping av blokker under tining. Effekt av tinevannstemperatur og oppholdstid før blokkene kommer i kontakt med hverandre. Tallene i diagrammet indikerer antall kg trekk-kraft som var nødvendig for å separere blokkene etter sammenpressing

I temperaturområdet fra 0 °C til 4,5 °C må fiskeblokkene basert på sei holdes enkeltvis opptil 90 minutter for å unngå sammenstøping ved kontakt med hverandre. Økes tinevannstemperaturen til 10 °C, kan singletiden reduseres til 12,5 minutter uten at blokkene fryser sammen, mens en videre økning av tinevannstemperaturen til 20 °C reduserer singeltiden ytterligere ned til 5 minutter. Figuren viser også at det ikke er noe å hente på å øke tinevannstemperaturen fra 20 °C til 30 °C med hensyn til tidsforbruk. Med tanke på bakteriologiske forhold vil det sannsynligvis ikke være tilrådelig å operere ved så høyt temperaturnivå som 30 °C.

I Figur 5.2 er det fokusert kun på resultatene der det ikke har vært sammenstøp og der blokkene har vært fullstendig støpt etter endt singletid og sammenpressing. Figuren viser at for alle kombinasjoner med tinevannstemperaturer fra 0 til 30 °C og singeltider fra 0 til 100 minutter, vil det bli større eller mindre grad av sammenstøping mellom seiblokkene dersom de kommer i kontakt med hverandre. Når to eller flere blokker fryser sammen, vil dette medføre dårligere tineforhold for de sammenfrosede blokkene og forlenge tineprosessen betraktelig. Samtidig vil den delen av tinebatchen som består av enkeltblokker bli overeksponert for høy temperatur med overtining som resultat.

Overtining vil, i tillegg til å være overforbruk av energi, kunne medføre store kvalitetsreduksjoner i produktet dersom den pågår for lenge. Vannløselige proteiner vil lekke ut, samtidig som produktet tar opp væske. Dette kan igjen føre til store endringer i produktets mekaniske kvalitet, det vil si evne til å tåle håndtering og prosessering. Sensoriske kvaliteter som smak, konsistens, lukt og farge vil også kunne forringes. For høye temperaturer under tineprosessen vil også kunne føre til økt mikrobiell aktivitet. Det er derfor svært viktig at selve tineprosessen går raskest mulig uten at produkttemperaturen stiger for mye.



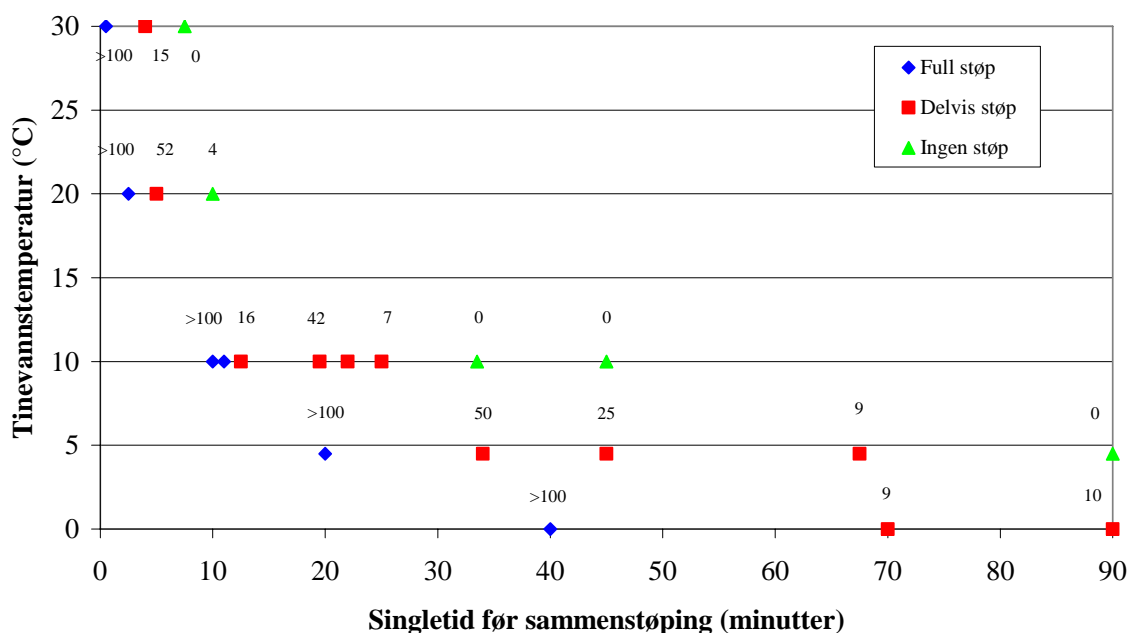
**Figur 5.2** SEI - Sammenstøping av fiskeblokker under tining med fokus på full og ingen sammenstøping mellom blokkene



Alle kombinasjoner av singletider og tine temperaturer som ligger mellom den blå og den grønne kurven i Figur 5.2 vil gi større eller mindre grad av sammenstøping. For å være helt sikker på å unngå at blokkene fryser sammen under tineprosessen, må tinebetingelsene kunne defineres i området over den grønne kurven. Resultatene viser med all tydelighet at med tinevannstemperaturer lavere enn 10 °C er det nødvendig å holde fiskeblokkene separat i opptil 90 minutter for å være sikker på å unngå sammenfrysing og således ha kontroll på tineprosessen. Den optimale temperaturen for tining av sei ligger etter all sannsynlighet i området fra 8 til 12 °C. Innenfor dette temperaturområdet vil tiningen kunne gå ganske raskt uten at temperaturen i produktet blir for høy.

### 5.1.2 Torsk

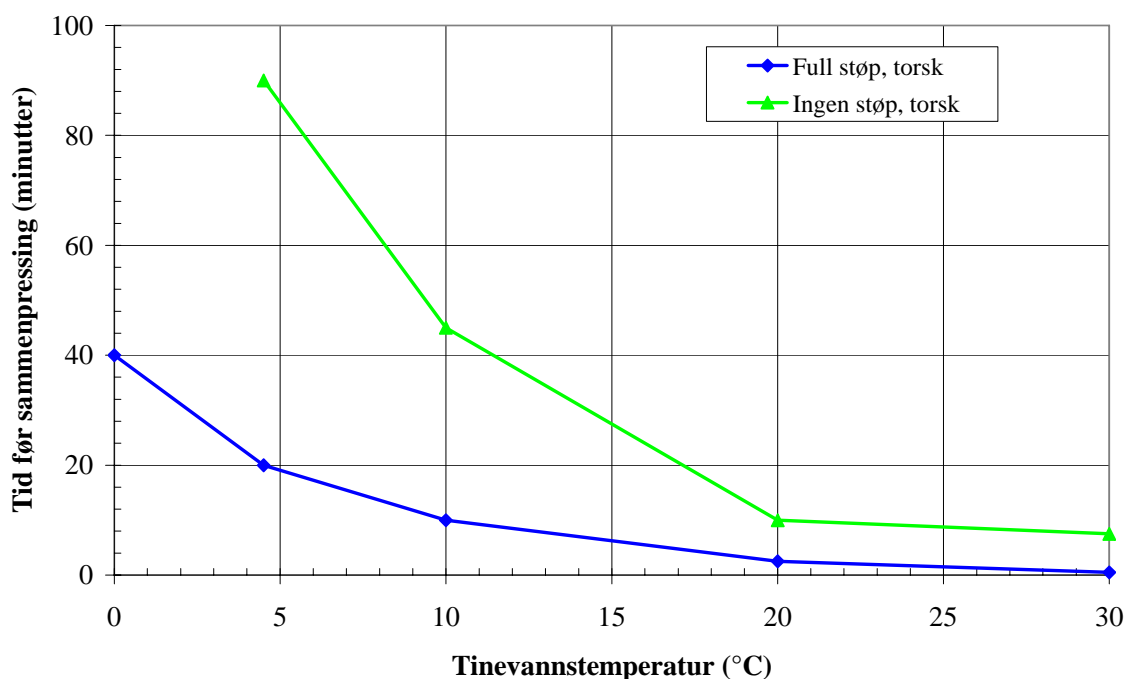
Figur 5.3 viser effekt på sammenstøping av fiskeblokker basert på torsk som funksjon av singletid og tinevannstemperatur før sammenpressing. Tinevannstemperaturen har også her en signifikant betydning for grad av sammenstøping ved kontakt mellom blokkene. Resultatene fra tineforsøkene som ble gjennomført ved 0 °C viser at det innenfor, et tidsvindu på 90 minutter, ikke er mulig å unngå sammenfrysing av blokkene. Ved 5 °C må singletiden utgjøre minimum 90 minutter, mens dersom tinevannstemperaturen økes til 10 °C reduseres tidsrammen til 33 minutter. En videre økning av tine temperaturen til 20 °C reduserer singeltiden ytterligere ned til 10 minutter. Figuren viser også at det ikke er mye å hente på å øke tinevannstemperaturen fra 20 °C til 30 °C med hensyn til tidsforbruk.



**Figur 5.3** *TORSK - Sammenstøping av blokker under tining. Effekt av tinevannstemperatur og oppholdstid før blokkene kommer i kontakt med hverandre. Tallene i diagrammet indikerer antall kg trekk-kraft som var nødvendig for å separere blokkene etter sammenpressing*

I Figur 5.4 er det fokusert kun på resultatene der det ikke har vært sammenstøping, samt der blokkene har vært fullstendig frosset sammen, etter endt singletid og sammenpressing. Figuren viser at for alle kombinasjoner med tinevannstemperaturer fra 0 til 30 °C og singletider fra 0 til 100 minutter, vil det bli større eller mindre grad av sammenstøping mellom torskablokkene dersom de kommer i kontakt med hverandre. Som nevnt for sei, vil sammenfrossede blokker gi dårligere tineforhold og umuliggjøre en kontrollert tining.

Alle kombinasjoner av singletider og tine temperaturer som ligger mellom den blå og den grønne kurven vil gi større eller mindre grad av sammenstøping. For å være helt sikker på å unngå at blokkene fryser sammen under tineprosessen, må tinebetingelsene kunne defineres i området over den grønne kurven. Resultatene viser at med tinevannstemperaturer lavere enn 10 °C er det nødvendig å holde fiskeblokkene separat i opptil 90 minutter for å være sikker på å unngå sammenfrysing og således ha kontroll på tineprosessen. Den optimale temperaturen for tining av torsk ligger etter all sannsynlighet i området fra 13 °C til 18 °C, altså noe høyere enn for sei. Innenfor dette området vil tiningen kunne gå relativt raskt uten at temperaturen i produktet blir for høy.

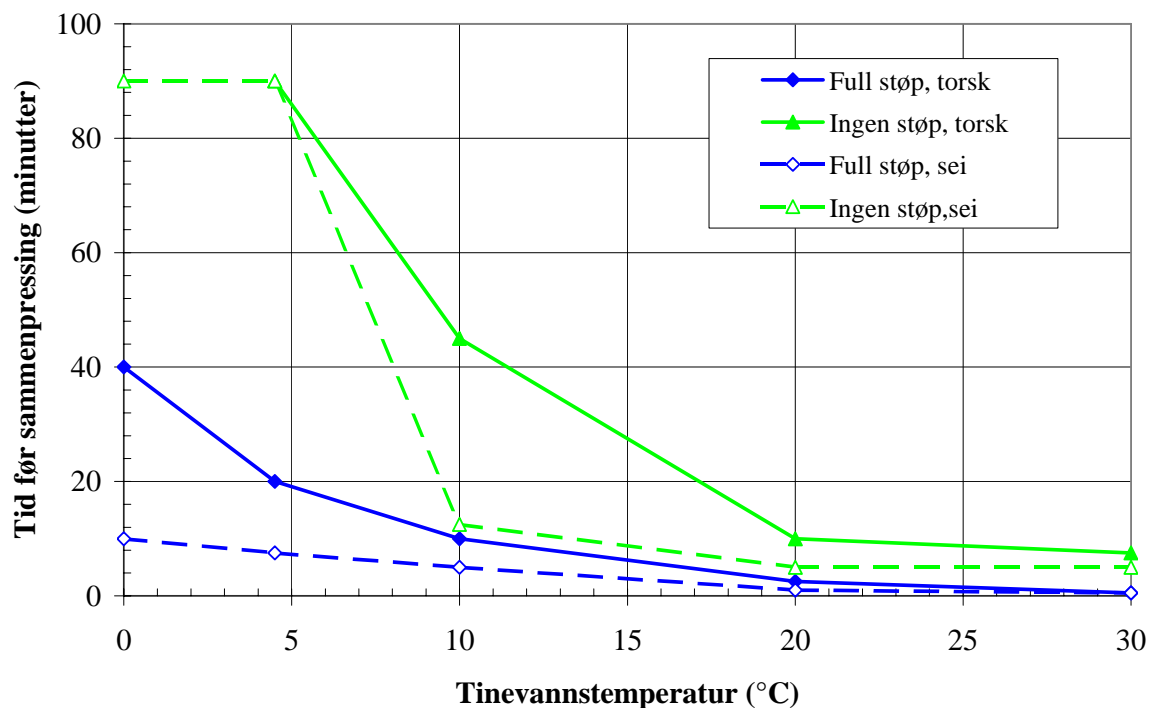


**Figur 5.4** TORSK - Sammenstøping av fiskeblokker under tining med fokus på full og ingen sammenstøping mellom blokkene

Ved å legge kurvene fra Figur 5.2 og 5.4 inn i samme diagram, kan resultatene for tining av fiskeblokker basert på sei sammenlignes direkte med torsk, se Figur 5.5. De stiplede linjene er resultater som gjelder for seiblokker, mens de heltrukne linjene gjelder for torskablokkene. Sammenlignes de grønne kurvene, som representerer nødvendig singletid før sammenpressing uten påfølgende sammenfrysing av blokkene, fremgår det klart at torsk trenger vesentlig lengre singletid enn sei innenfor temperaturområdet 4,5 og 20 °C. Tidsrammen for full sammenstøping

(de blå kurvene) er også mer enn dobbelt så stor for torsk, som for sei i temperaturområdet mellom 0 og 20 °C.

Etter all sannsynlighet har ikke dette resultatet sin årsak primært i råvaren som blokken består av, men heller selve blokkenes beskaffenhet. De 6 torskeblokkene, som disse resultatene er basert på, var helt jevne og glatte i overflaten med alle fiskene frosset sammen i et tett parallelt mønster. Blokkene var dermed solide både tetthetsmessig og mekanisk. I seiblokkene, derimot, lå enkeltfiskene mer tilfeldig plassert og var heller ikke så tett sammenpresset som torsken i torskeblokkene. Dette ga en overflate med dype groper mellom hver fisk. En slik overflate vil dermed kun gi sammenstøping på mindre flater ved kontakt mellom to blokker, sammenlignet med de benyttede torskeblokkene. I tillegg ga den ustrukturerte plasseringen av hver enkeltfisk mindre solide blokker både med hensyn til tetthet og mekanisk styrke.



**Figur 5.5** Sammenstøping av fiskeblokker under tining – sammenligning av SEI og TORSK

### 5.1.3 Endring av temperaturen i tinevannet under tineprosessen

Under de innledende forsøkene ble det registrert temperaturdata for både tinevann og produkt. Kjernetemperatur i frosset produkt ble kun målt en gang. Produkttemperatur etter tining ble målt ved hjelp av et stikktermometer og målepunktet var rett under skinnen i nakkekuttet. Det var imidlertid vanskelig å få konsistente måleresultater på grunn av store temperaturforskjeller mellom de ytre omgivelsene og muskeltemperaturen i fisken. Produkttemperatur etter tining bør derfor sees på som et temperaturvindu, mer enn som en gitt produkttemperatur.

Gjennomsnittlig vekt på seiblokkene, basert på et utvalg på 16 tilfeldige blokker, var 23,7 kg pr blokk, og med to blokker i karet ved hver tining, utgjorde det **47,4 kg**. Målene for stålkaret der forsøkene ble kjørt var 100 cm \* 76,5 cm (lengde \* bredde). Væskestanden i karet var 52 cm. Dette ga et tinevannsvolum på **397,8 dm<sup>3</sup>**. Tinevannet besto av 3 % saltløsning tilsvarende vanlig sjøvann. De øvrige data fremkommer i Tabell 5.1.

**Tabell 5.1** Temperaturforhold i tinevann under tining av seiblokker

Tineforsøk	SEI	SEI	SEI	SEI
Tinevannstemp v/start	30 °C	30 °C	30 °C	30 °C
Tinevannstemp e/tining	27,2 °C	27,6 °C	27,0 °C	26,6 °C
Singletid	30 sekunder	1 minutt	2,5 minutter	5 minutter
Sammenpress tid	10 minutter	10 minutter	10 minutter	10 minutter
Produkttemp v/start	-19 °C	-19 °C	-19 °C	-19 °C
Produkttemp e/tining (rett under skinnen)	+ 5,6 °C	+ 4,5 °C	+ 5,6 °C	+ 12,6 °C

Gjennomsnittlig vekt på torskeblokkene, basert på et utvalg på 6 blokker, var 26,8 kg pr blokk, og med to blokker i karet ved hver tining, utgjorde det **53,6 kg**. Målene for stålkaret der forsøkene ble kjørt var 100 cm \* 76,5 cm (lengde \* bredde). Væskestanden i karet var 52 cm. Dette ga et tinevannsvolum på **397,8 dm<sup>3</sup>**. Tinevannet besto av 3 % saltløsning tilsvarende vanlig sjøvann. De øvrige data fremkommer i Tabell 5.2.

**Tabell 5.2** Temperaturforhold i tinevann under tining av torskeblokker

Tineforsøk	TORSK	TORSK	TORSK
Tinevannstemp v/start	30 °C	30 °C	30 °C
Tinevannstemp e/tining	27,3 °C	26,6 °C	26,6 °C
Singletid	30 sekunder	4 minutter	7,5 minutter
Sammenpress tid	10 minutter	10 minutter	10 minutter
Produkttemp v/start	-19 °C	-19 °C	-19 °C
Produkttemp e/tining (rett under skinnen)	+ 8,9 °C	+ 4,3 °C	+ 10,6 °C

## 5.2 EFFEKT AV PRETEMPERERING FØR TINING

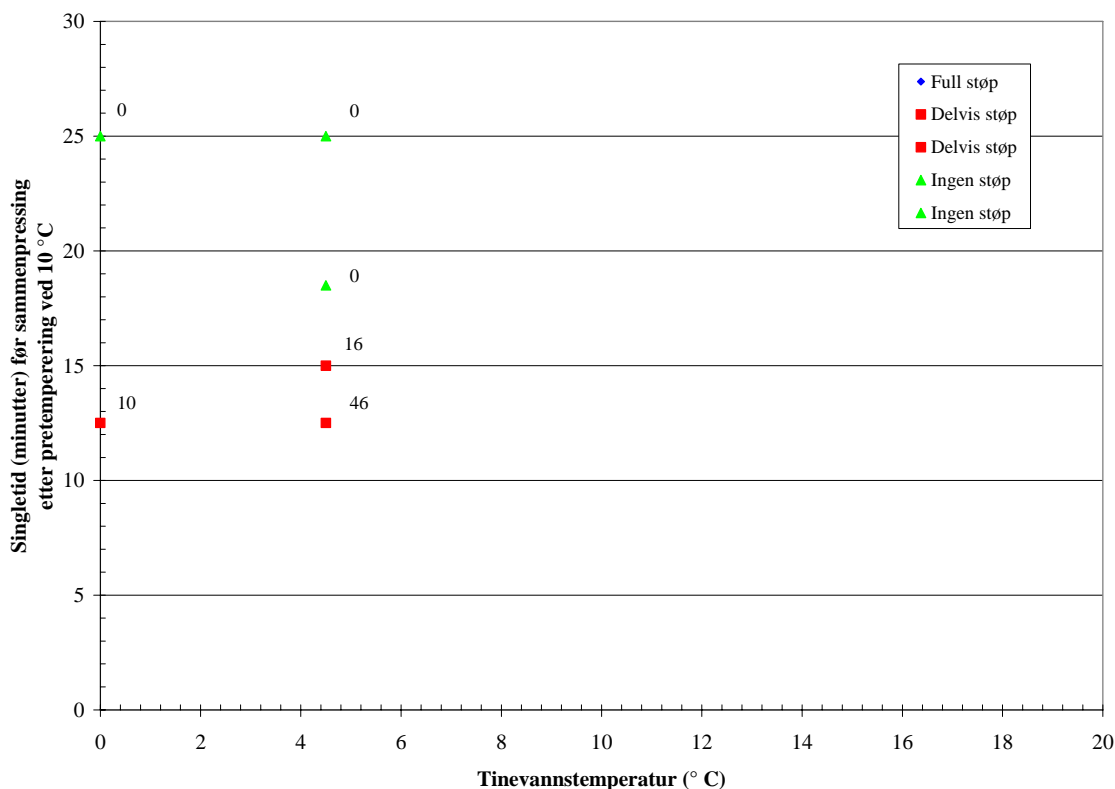
I denne forsøksserien ble fiskeblokkene forbehandlet eller pretemperert ved et opphold på 10 minutter i en temperert saltløsning bestående av 3 % NaCl og vann. Det ble gjennomført forsøk med pretemperering ved henholdsvis 10 og 20 °C.

I testene med forbehandling/pretemperering ved 10 °C ble det gjennomført 6 forsøk henholdsvis både for sei og for torsk.

I testene med forbehandling/pretemperering ved 20 °C ble det gjennomført 7 forsøk med sei og 8 forsøk med torskblokker.

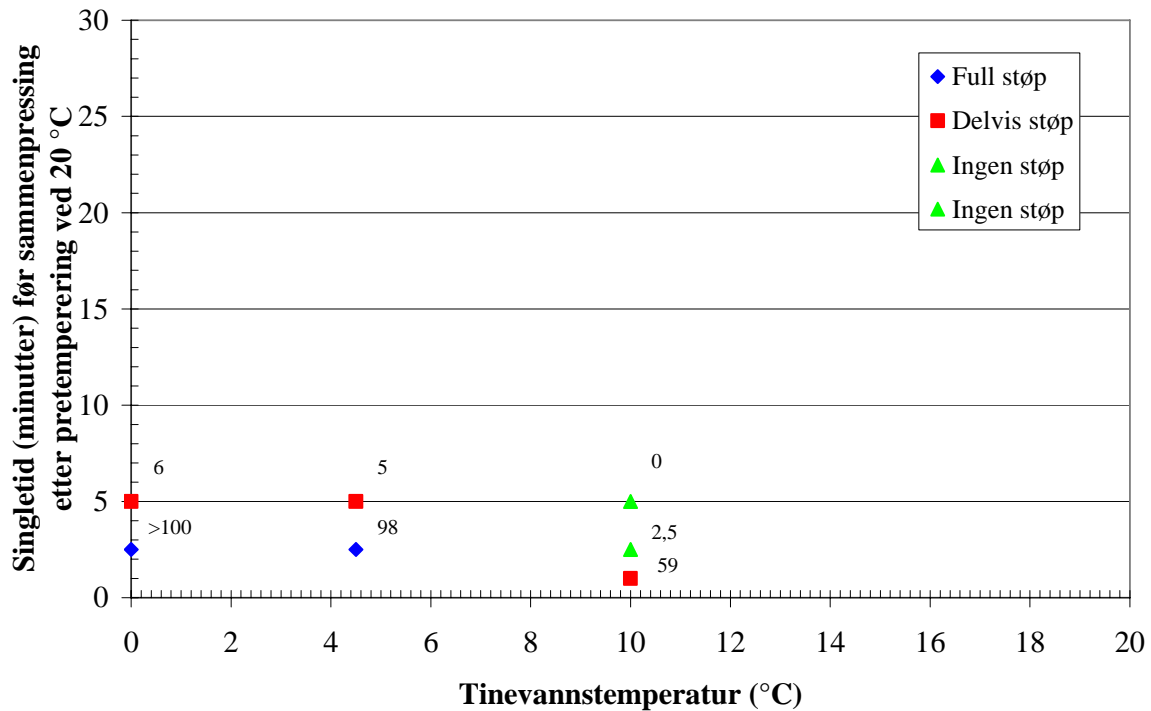
### 5.2.1 Sei

Figur 5.6 viser effekt på sammenstøping av seiblokker som funksjon av singletid i tinevannet etter forutgående pretemperering ved 10 °C og tinevannstemperatur. Figuren viser at etter en pretemperering på 10 minutter ved 10 °C må blokkene ligge separat i 25 minutter for å unngå sammenfrysing ved kontakt dersom tinevannstemperaturen er 0 °C. Heves tinevannstemperaturen til 4,5 °C kan singletiden for blokkene reduseres til 18,5 minutter. Ved konstant tinevannstemperatur på 10 °C ble det i første delen av prosjektet registrert nødvendig singletid på 12,5 minutter, se avsnitt 5.1.1 og Figur 5.1.



**Figur 5.6** Pretemperering av SEI ved 10 °C, effekt på sammenstøping av blokker under tining etter forbehandling. Tallene i diagrammet indikerer antall kg trekk-kraft som var nødvendig for å separere blokkene etter sammenpressing

Pretemperering i 10 minutter ved 20 °C ga resultatene som er vist i Figur 5.7. Etter en pretemperering av blokkene ved 20 °C utgjorde nødvendig singletid kun 2,5 minutter dersom tinevannstemperaturen var 10 °C. Ved lavere tinevannstemperaturer var det nødvendig å holde blokkene separate i mer enn 5 minutter for å unngå sammenfrysing.



**Figur 5.7** Pretemperering av SEI ved 20 °C, effekt på sammenstøping av blokker under tining etter forbehandling. Tallene i diagrammet indikerer antall kg trekk-kraft som var nødvendig for å separere blokkene etter sammenpressing

Resultatene fra Figur 5.6 og 5.7 er oppsummert i Tabell 5.3. Tabellen gir en oversikt over antall minutter seiblokkene må holdes separate ved ulike tinevannstemperaturer etter pretemperering i 10 minutter ved henholdsvis 10 og 20 °C. Det fremgår klart at med en kort temperaturbehandling ved 20 °C kan singletiden reduseres såpass mye at det vil være mulig å designe en kontrollert tineprosess i dagens eksisterende tineanlegg.

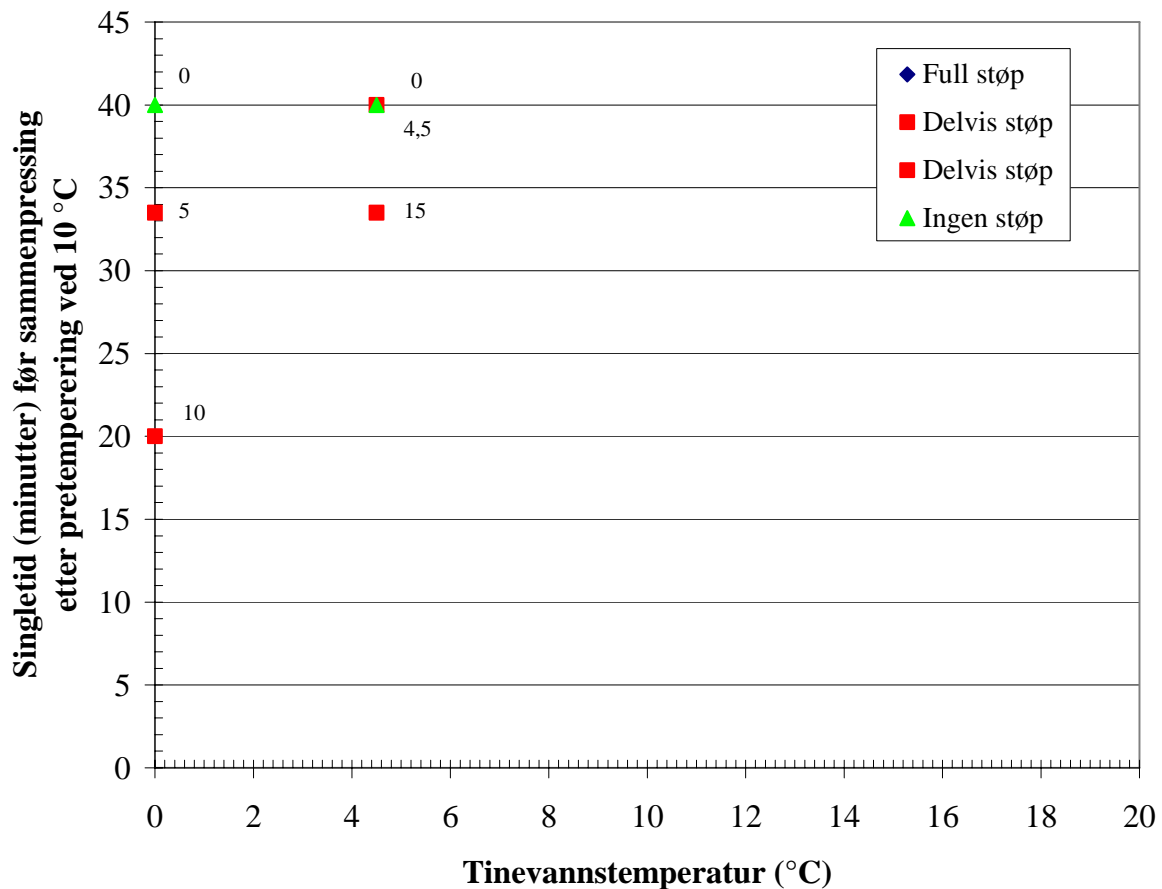
**Tabell 5.3** Nødvendig singletid under tineprosessen for å unngå sammenfrysing av seiblokker etter pretemperering ved henholdsvis 10 og 20 °C

Pretemperering	Tinevann 0 °C	Tinevann 4,5 °C	Tinevann 10 °C
10 °C	25 minutter	18,5 minutter	12,5 minutter*
20 °C	> 5 minutter	> 5 minutter	2,5 minutter

\* Resultat dersom tinevannstemperaturen ble holdt konstant ved 10 °C, det vil si ingen pretemperering

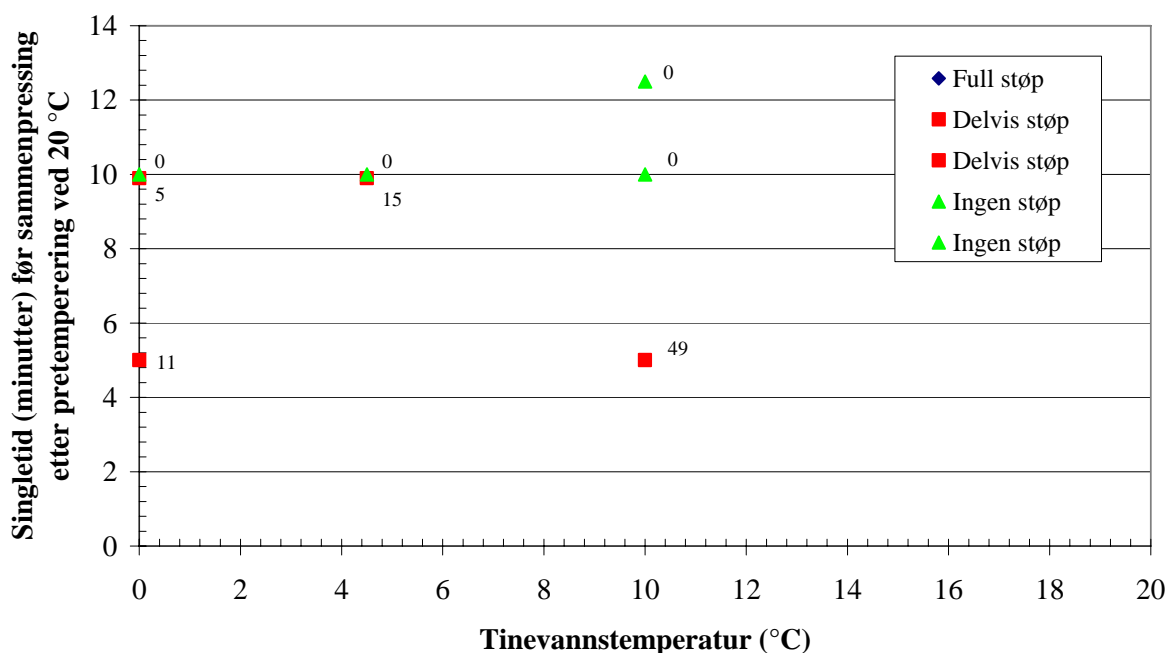
### 5.2.2 Torsk

Figur 5.8 viser effekt på sammenstøping av torskablokker som funksjon av singletid i tinevannet etter forutgående pretemperering ved 10 °C og tinevannstemperatur. Selv etter pretemperering i 10 minutter ved 10 °C må torskablokkene ligge enkeltvis 40 minutter i tinevannet for ikke å fryse sammen dersom de kommer i kontakt med hverandre. Dette gjelder for tinevannstemperaturene 0 °C og 4,5 °C. Ved konstant tinevannstemperatur på 10 °C ble det i første delen av prosjektet registrert nødvendig singletid på 33 minutter, se avsnitt 5.1.2 og Figur 5.3.



**Figur 5.8** Pretemperering av TORSK ved 10 °C, effekt på sammenstøping av blokker under tining etter forbehandling. Tallene i diagrammet indikerer antall kg trekk-kraft som var nødvendig for å separere blokkene etter sammenpressing

I Figur 5.9 fremkommer resultatene fra pretemperering i 10 minutter ved 20 °C. Etter en forbehandling av blokkene ved 20 °C utgjorde nødvendig singletid 10 minutter for alle de tre tinevannstemperaturene 0 °C, 4,5 °C og 10 °C.



**Figur 5.9** Pretemperering av TORSK ved 20 °C, effekt på sammenstøping av blokker under tining etter forbehandling. Tallene i diagrammet indikerer antall kg trekk-kraft som var nødvendig for å separere blokkene etter sammenpressing

Resultatene fra Figur 5.8 og 5.9 er oppsummert i Tabell 5.4. Tabellen gir en oversikt over antall minutter torskeblokkene må holdes separate ved ulike tinevannstemperaturer etter pretemperering i 10 minutter ved henholdsvis 10 og 20 °C. Det fremgår klart at med en kort temperaturbehandling ved 20 °C kan singletiden reduseres såpass mye at det vil være mulig å designe en kontrollert tineprosess i dagens eksisterende tineanlegg.

**Tabell 5.4** Nødvendig singletid under tineprosessen for å unngå sammenfrysing av seiblokker etter pretemperering ved henholdsvis 10 og 20 °C

Pretemperering	Tinevann 0 °C	Tinevann 4,5 °C	Tinevann 10 °C
10 °C	40 minutter	40 minutter	33 minutter*
20 °C	10 minutter	10 minutter	10 minutter

\* Resultat dersom tinevannstemperaturen ble holdt konstant ved 10 °C, det vil si ingen pretemperering



## 6 KONKLUSJONER

Resultatene fra de to eksperimentseriene er summert opp i Tabell 6.1. I forhold til å redusere nødvendig singletid har en pretemperering av blokkene i 10 minutter før tining igangsettes en betydelig effekt. Dette gjelder for pretemperering både ved 10 og ved 20 °C og for råstoff basert på både sei og torsk.

**Tabell 6.1** Nødvendig singletid i tinevannet ved ulike temperaturer for å unngå at fiskeblokkene fryser sammen ved kontakt i tinekaret

Tinevannstemperatur	Nødvendig singletid for å unngå sammenstøping (minutter)					
	Direktetining (uten pretemperering)		Tining etter pretemperering ved 10 °C		Tining etter pretemperering ved 20 °C	
	SEI	TORSK	SEI	TORSK	SEI	TORSK
0 °C	90	> 90	25	40	> 5	10
4,5 °C	90	90	18,5	40	> 5	10
10 °C	12,5	33,5			5	10
20 °C	5	10				
30 °C	5	7,5				

I praksis vil det være uaktuelt å benytte tine temperaturer mellom 20 og 30 °C for fisk. Det vil også være økt risiko for kontaminering ved bruk av temperaturer mellom 20 og 15 °C. Resultatene viser at ved en kontrollert pretemperering, det vil si maksimum 10 minutter, så vil nødvendig singletid kunne reduseres betraktelig og selve tineprosessen bli mye mer kontrollert og effektiv.

Dersom man ser på arrangementet til MelbuTech, vil man måtte mate tanken på en annen måte enn i dag. For å få tineprosessen effektiv, bør man først benytte en "høy" temperatur i 2-3 timer, deretter bør blokkene deles, før de tempereres mot ønsket sluttemperatur. Avhengig av hvilken temperatur man legger seg på i første fasen av tiningen, så vil man måtte holde blokkene fra hverandre enten utenfor tanken (reol, evt. flattank) eller inni (avstandsklosser, resirkulerbare eller oppløselige) i en gitt tid. Når den tiden er gått kan blokkene ligge i bulk i tinetankkammeret ved samme temperatur inntil de er klar til å bli delt (erfaringsmessig er dette omtrent samtidig som de er tilført riktig mengde energi), og deretter overført til sone med ønsket sluttemperatur (eller at man tilfører vann med ønsket temperatur til aktuelt kammer). Hvilken løsning man velger vil være avhengig av hvilke føringer bedriften har, og hvilken merverdi et riktig tint produkt har vs. dagens praksis (for høy og spredt temperatur samt for stor andel utkast). Dette bør det arbeides videre med i tett dialog med MelbuTech. Andre tineutstyrproducenter vil også kunne bruke denne informasjonen til å utvikle nye og forbedrede tineprosesser.

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

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