

# **”Rairo” - kuldeteknisk status**

**Vidar Hardarson, Leif Akse (Fiskeriforskning)**

**Februar 2007**

**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)

**”Rairo” - kuldeteknisk status**

SAKSBEARBEIDER(E)

Vidar Hardarson; Leif Akse (Fiskeriforskning)

OPPDRAKSGIVER(E)

FHF-fondet / FHL Filetforum

TR NR. TR F6500	DATO 2007-02-23	OPPDRAKSGIVER(E)S REF. Kristian Prytz	PROSJEKTNR. 16X66903
EL. ARKIVKODE 070223143831	RAPPORTTYPE	PROSJEKTANSVARLIG (NAVN, SIGN.) Tom Ståle Nordtvedt	GRADERING Konfidensiell
ISBN NR. 978-82-594-3218-6		FORSKNINGSSJEF (NAVN, SIGN.) Inge R. Gran	OPPLAG      SIDER 17
AVDELING Energiprosesser	BESØKSADRESSE Kolbjørn Hejes ved 1D, 7465 Trondheim	LOKAL TELEFAKS 73 59 39 50	

RESULTAT (sammendrag)

Rapporten gjengir teknisk gjennomgang av tråler Rairo gjennomført mens den lå ved kai i Hammerfest 16. januar 2007. Produksjonslinjen fra mottaksbinge til lasterom er fulgt og vurdert med hensyn til kuldeteknisk status slik den er i dag samtidig som en diskuterer om superkjøling av fisken kan oppnås i fremtiden med enkle midler. Dette er bl.a. gjort på bakgrunn av innledende simuleringer av temperaturforløp i en 2-dimensjonal modell-fisk. Her kjøling i sjøvann (RSW) sammenlignet med bruk av tynnflytende issørpe i de eksisterende vaske /skyllestasjoner i fabrikk. Disse bingene er funnet å være for små til å få opprettet superkjøling av hele fisken.

Simuleringene viser også at god kontakt mellom fisk og is i fiskekarene er avgjørende for hvor fort fisken kjøles til 0 °C. På bakgrunn av simuleringene kan en ane at ved høye lufttemperaturen i lasterommet (~ 2 – 4 °C), samtidig som fisken legges i dobbellag, deler av fisken aldri vil oppnå 0 °C under dagens praksis.

Til slutt er noen momenter vedrørende planlagte forsøksstokt diskutert. Det vil bli lagt vekt på å dokumentere effekten av hurtig bløgging samt at forskjellige kjøleregimer på fabrikkdekk vil bli studert.

**STIKKORD**

EGENVALGTE	Fisk	Holdbarhet
	Kjøling	Issørpe

## INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
1	INNLEDNING..... 3
2	GJENNOMGANG AV PRODUKSJONSLINJA OM BORD ..... 3
2.1	MOTTAKSBINGE ..... 4
2.2	BLØGGING OG SORTERING ..... 4
2.3	UTBLØDNING ..... 5
2.4	SLØYING ..... 6
2.5	ETTERBEHANDLING ..... 7
2.6	LASTEROM..... 7
3	TEORETISK VURDERING AV FORBEDRINGSPOTENSIALET OM BORD ..... 8
4	INNSPILL VEDRØRENDE PLANLAGTE FORSØKSTOKTER..... 13
4.1	MULIGE OMRÅDER FOR GJENNOMFØRING AV SMÅSKALA KJØLEFORSØK ..... 14
4.2	DOKUMENTERE TEMPERATURER OG GJENNOMLØPSTIDER I EKSISTERENDE LINJE..... 15
4.3	DEFINERE ØNSKET TEMPERATURPROFIL OG KJØLEPUNKTER I LINJA OMBORD ..... 15
4.4	TESTE OG SAMMENLIGNING AV ULIKE KJØLEMETODER..... 16
4.5	PRODUKSJONSFORSØK FOR Å DOKUMENTERE KVALITETSFORBEDRINGER ..... 16

## 1 INNLEDNING

Målet i prosjektet ”Temperaturstyring fra fangst til marked” er å dokumentere at tidlig og rask kjøling av fangsten og lav temperatur under lagring og bearbeiding sikrer at økt andel av råstoffet kan gå til fersk anvendelse. Råstoffet som prosjektet konsentreres om er hyse fanget og levert av trålere ved Aker Seafoods anlegg i Hammerfest. Et ledd i arbeidet er å utvikle prosedyrer for kjøling av råstoff om bord på ferskfisktrålere og anbefale teknologi som setter industrien i stand til å utnytte fordelene med god temperaturstyring, fra og med at fangsten løftes ombord.

Som utgangspunkt for planlegging av forsøkene og valg av forsøksarrangement om bord på tråler utførte personell fra SINTEF Energiforskning og Fiskeriforskning den 16. januar 2007 en teknisk gjennomgang av prosesslinjen om bord på tråleren Rairo. Rairo er en av fem nok så like hekktrålere, eid av Hammerfest Industrifiske AS, som lander ferskfisk i Hammerfest. Rairo er 585 GT og har et lasterom på 290 m<sup>3</sup>. Den ble bygget i 1970 og oppgradert 26 år senere.

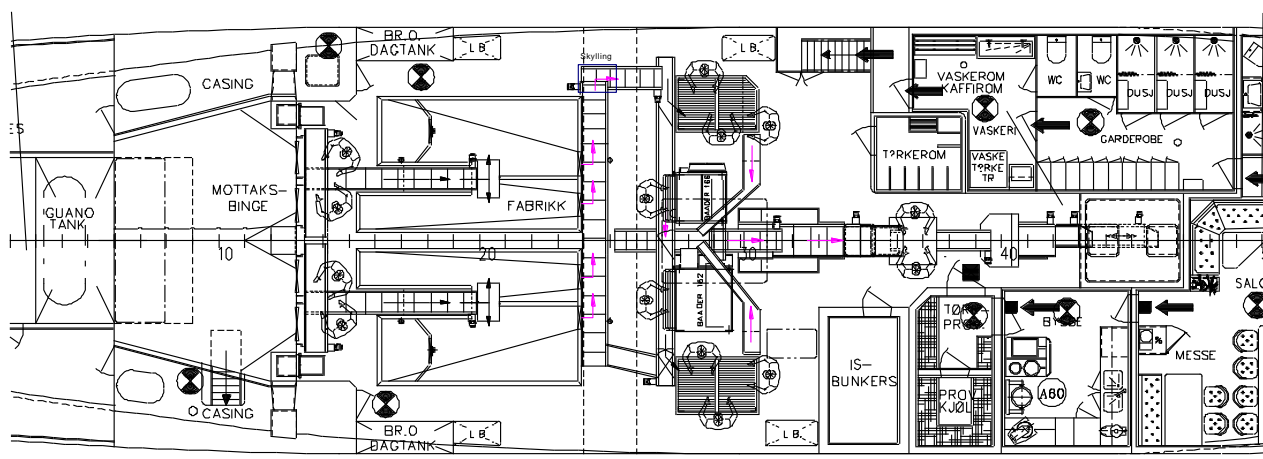
Gjennomgangen omfattet eksisterende arrangement og prosedyrer for håndtering av råstoffet fra trålsekken tømmes til fangsten losses i Hammerfest. Hensikten var å få innblikk i prosessflyt, ledetider, utstyr for råstoffbehandling, rutiner for sortering av fangsten, kjølekapasitet, rutiner for kjøling, osv., både med hensyn til hvordan dette blir utført i dag og på hvilken måte forbedringspotensialet kan utløses.

Gjennomgangen om bord på tråleren fokuserer særlig på mulighetene for å gjennomføre praktiske kjøleforsøk på en hensiktsmessig måte; med hensyn til valg av kjølepunkter og kjølemetoder. Mulig plassering av ekstra kjølekapasitet og utstyr til bruk i forsøkene ble også vurdert. Gjennomgangen om bord ble utført sammen med skipperen på Rairo.

## 2 GJENNOMGANG AV PRODUKSJONSLINJA OM BORD

Figur 1 nedenfor viser en tegning av arbeidsdekket (fabrikken) på Rairo. Operasjonene som fisken gjennomgår etter at trålposen er dratt om bord er:

1. Tømming av trålposen gjennom en luke i tråldekket
2. Bufring i mottaksbinge (med lidt spyling i bakkant av bingen)
3. Manuell bløgging og sortering. Hver bløgger har valg mellom 3 utblødningsbinger + ev. utkast.
4. Utblødning, tørr i åpne binger utstyrt med litt vannspyling.
5. Transport på bånd inkludert kortvarig vasking i en liten skylletank.
6. Sløying (maskin- og håndsløying).
7. Vasking i skylletank.
8. Visuell inspeksjon og etterrensing.
9. Nedføring til lasterom.
10. Manuell ising i kar (460 liters isolerte plastkar, bunnising, første dobbeltlag med fisk, islag, andre dobbeltlag med fisk, toppising).
11. Lagring i et lasterom med stille kjøling.



Figur 1. Tegning av fabrikk (arbeidsdekket) på Rairo.

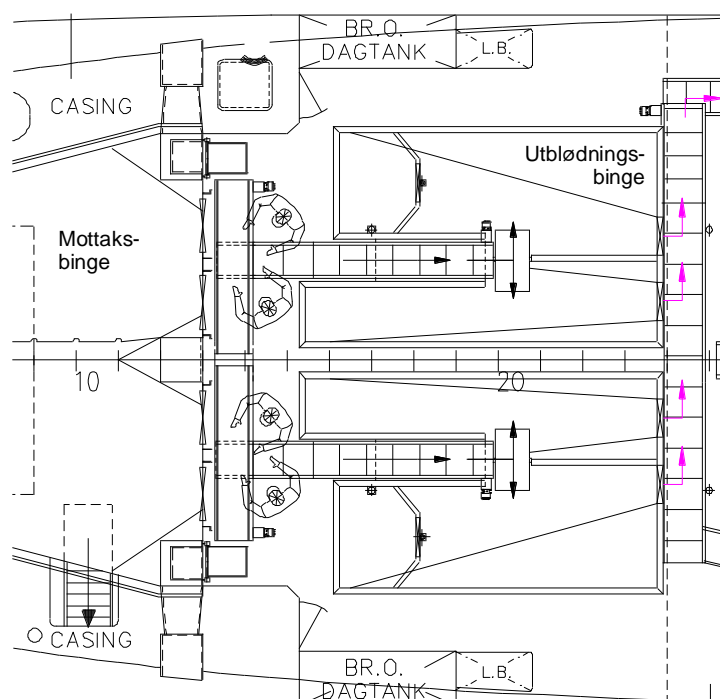
## 2.1 MOTTAKSBINGE

Mottaksbingen er langskips delt i to med et senterskott som ikke går helt opp til tråldekk. Bunnen i bingene er skrådd med ca. 8° helling forover. I bakkant og oppe under dekket kan det tilføres vann gjennom tversgående fordelerrør med dyser. I forkant av hver bingehalvdel er det to hydraulisk opererte luker for tømning av fangsten. Gjennom disse lukene slippes fisken ut på sorterings-/bløggebandet. Samlet rommer begge inntaksbingene ca. 10 tonn fisk. Dersom bløgging starter umiddelbart tar det bare 10-15 minutter før første fisken er bløgget, mens det ved store hal kan ta inn til 2 timer før siste fisk er ferdigbløgget. Beregnet ut fra gjennomsnittlig fiskestørrelse på 4 kg og ut fra forutsetningen om at fire av mannskapet deltar, tilsier dette en bløggekapasitet i underkant av 6 fisk pr. minutt pr. operatør. Det er imidlertid vanlig å vente litt med å åpne mottaksbingene og starte bløggingen til fisken har ”roet seg” (er død) og blir lettere å håndtere.

Mottaksbingene er første stasjon i prosesslinjen om bord der det er tenkelig å starte nedkjøling av fangsten. På disse trålerne er imidlertid ikke inntaksbingene tette og ikke konstruert med tanke på å kunne fylles med kjølt vann. I hvilken grad spyling hjelper m.h.t. kjøling av fisken avhenger i stor grad på vannets temperatur og mengde, og av hvordan vannet foredeles over fisken. En bør imidlertid merke seg at mottaksbingene ligger over maskinrommet og varmepåvirkningen nedefra kan være betydelig.

## 2.2 BLØGGING OG SORTERING

Gjennom de fire lukene i forkant av mottaksbingene slippes fangsten ut på et transportband som ligger tverrskips. Se Figur 2. Bløggerne henter fisken direkte fra dette bandet. Samtidig med bløggeoperasjonen foregår sortering etter fiskeslag slik at hovedfangst- og bifangstarter fordeles til atskilte blødebinger. Alt dette gjøres manuelt. Fra samme bandet føres stein, sopp, m.v. til sluser og over bord. Bløgging foregår ved strupekutt og hele fangsten blir bløgget ferdig før mannskapet går videre til neste stasjon i linja.



Figur 2. Bløggernes arbeids-situasjon. To mottaksbinger akter-ut, fire store utblødningsbinger forut. I tillegg er de ytterste utblødningsstankene delt i to, en liten og en stor del. Mens de store fylles via transportbånd lempes bifangsten direkte opp i den minste bingen.

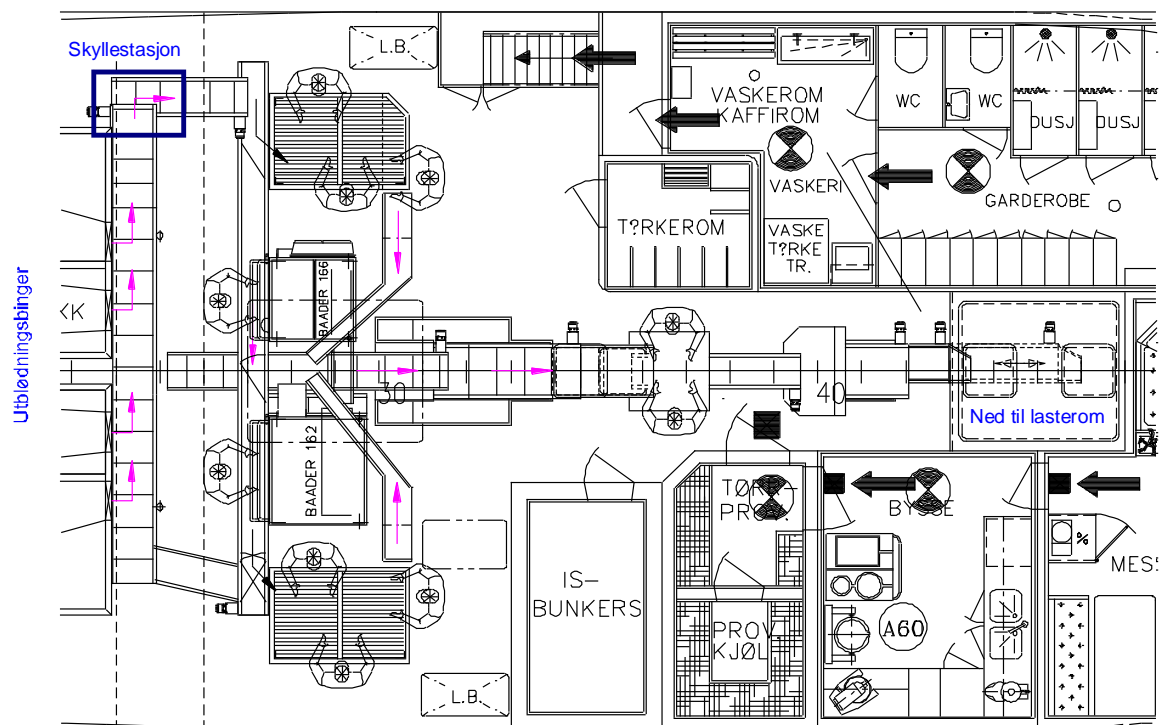
### 2.3 UTBLØDNING

Avhengig av størrelsen på halet kan det som nevnt ta inn til 2 timer før den siste fisken er bløgget. Lengden på utblødningstiden er ikke styrt og kan derfor variere mye avhengig av halets størrelse, fra 20-30 minutter (små hal) til 3-4 timer (store hal). I og med at hele halet bløgges ferdig før sløyningen begynner kan det være vanskelig å kontrollere at fisken som ble bløgget først er den første som går videre til sløyning. Dette fordi fartøyets bevegelser fører til at fisken blandes, i alle fall tidlig under bløggingen før bingene begynner å fylles opp.

Blødebingene er arrangert for tørr utblødning i luft, men etter at fisken er omtrent ferdig utblødd blir den spylt/overrislet med vann for å skylle bort løsblood. For å få tilstrekkelig volum må blødebingene være store. For å unngå for stort trykk på fisken bør høyden begrenses. De fører til at blødebingene opptar det desidert største arealet på fabrikkdekket på Rairo. Vurdert ut fra tilgjengelig tegning synes utblødningsstankenes samlede volum å være omtrent like stort som volumet til mottaksbingen. Grunnarealet er derimot ca. 25 % større, noe som tilsier at presset på fisken kan anslagsvis være opp mot 40 % lavere ved utblødning enn det er i mottaksbingen.

Blødebingene er langsips delt i fire binger. I akterkant av begge de ytterste bingene er det arrangert mindre binger. Disse kan lukkes og åpnes med en luke i forkant (for uttak av fisk) inn til de to store blødebingene. Disse minste bingene benyttes for utsortering av bifangst, som da vil kunne bløde lengre ut enn resten av fangsten.

## 2.4 SLØYING



Figur 3. Situasjonstegning av sløyning, inspeksjon og nedføring til lasterom..

Etter uttak fra blødebingene transporteres fisken på bånd, via en liten skyllestasjon (tank), til innmatingsbandet til sløyestasjonene. Innmatingsbandet står tverrskips og i akterkant av sløyemaskinene og håndsløyebordene. Hovedfangsten sløyes før bifangsten. Slog blir transportert til lensebrønn og over bord, via en pumpe med kvern.

Fisken blir sløyd og hodekappet i to Baader sløyemaskiner (karusellmaskiner) plassert ved siden av hver andre tverrskips i senter av fabrikkdekket. Se Figur 3. Ut mot borde på begge sider av sløyemaskinene er det i arrangert stasjoner for håndsløyning av fisk av ukurant størrelse/art som ikke er egnet for maskinsløyning.

Vanligvis vil det ikke gå lang tid fra fisken forlater blødebingene til den er matet inn i sløyemaskinene. Faren for oppvarming fra romluften er dog til stede, spesielt kan fisk som sorteres ut til håndsløyning bli liggende en god stund i bingen før den blir sløyd.

I flg. mannskapet kan det ta inntil 4 timer å sløye ferdig de største halene. Vanlig arbeidsdeling er at alle fire er med på bløggingen. Etter en kort pause går en mann til sløyemaskinen, to kontrollerer og etterrense fisken mens en går ned i lasterommet og iser fangsten i kar og kasser. Fisken utgjør ca. 2/3-del av karetts innhold, resten er medbrakt ferskvannsis. Under samme forutsetning som tidligere, og at fangsten er ensartet i størrelse og kan maskinsløyes, er takten i overkant av 10 fisker pr. minutt og maskin. Dette synes å være et lavt tall for kontinuerlig drift, men skyldes trolig at estimatet bygger på urealistisk stor gjennomsnittlig fiskestørrelse (4 kg).

## 2.5 ETTERBEHANDLING

Etter sløyning (maskin og manuell) blir fisken transportert på bånd til et lite vaskekar (sjøvann) og videre til manuell etterrensing. Her kan også fisk av dårlig kvalitet (veldig bløt, skadet) bli plukket ut. Til sist blir fisken ført til et nytt og mindre sjøvannsbad før den blir ført via et bånd og renne ned i lasterommet.

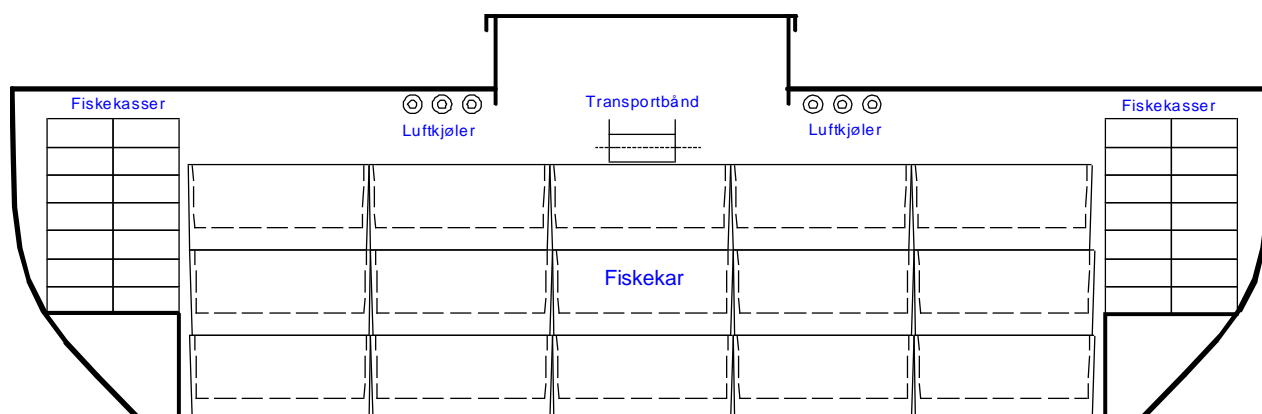
## 2.6 LASTEROM

Etter vasking og etterrensing blir fisken ført via renne ned til et transportband som går langskips under dekk i lasterommet. Dette bandet fører fisken frem til ilegging og ising i kar eller kasser. Ferskfisktrålerne i Hammerfest går nå over til å lagre fangsten tørriset i kar (ca 450 l) men for å utnytte volumet i lasterommet vil fortsatt en del av fangsten bli iset i kasser. All fangst fra ferskfisktrålerne i Aker Seafoods konsernet er hittil levert sløyd og hodekappet, men innen kort tid vil i alle fall trålerne som leverer i Hammerfest gå over til å levere fisken sløyd med hodet på.

Proseduren for fylling av fisk og is i kar er i dag slik at det først legges et lag is i bunnen av karet, så legges det *to* lag med fisk før et nytt lag is blir påført, inn til karet er fullt og blir forsynt med toppis. Gitt dagens prosesslinje om bord er ising i lagringskonteiner det første punktet der fisken blir kjølt. Dette betyr at når forholdene tilsier det (ugunstig sjø- og lufttemperatur) vil temperaturen i råstoffet være relativt høy når den legges i karet. Dette må dokumenteres med temperaturmålinger om bord. En uheldig konsekvens av dagens rutine, der is og relativt tykke lag av fisk fylles vekselvis i karet, kan være at det tar lang tid før all fisken i karet er kjølt ned mot  $\approx 0$  °C. Høy temperatur i råstoffet vil også øke forbruket av is i karet. Bedre kjøling av fangsten i linjen på dekk og vedlikehold av lav temperatur frem til ising i kar vil bidra til å forebygge dette.

I forhold til videre kjølingen i de nye karene i lasterommet er det ønskelig at temperaturen i fisken etter sløyning er så lav som mulig. De nye karene er, i motsetning til de gamle fiskekassene, isolerte. Nedkjølingsraten (antall grader pr. tidsenhet) er derfor blitt lavere – forutsatt at rikelig med is i kar og kasser. Mindre ytre varmebelastning fører til at smeltevannet bidrar i mindre grad til effektivisering av varmeoverføringen mellom fisk og is. At fisken i tillegg ligger i (relativt sett) tykke dobbellag er også uheldig med hensyn til nedkjølingsraten. Varmetransportveien mellom fisk og islag er blitt forlenget sammenlignet med god ising i kasser.





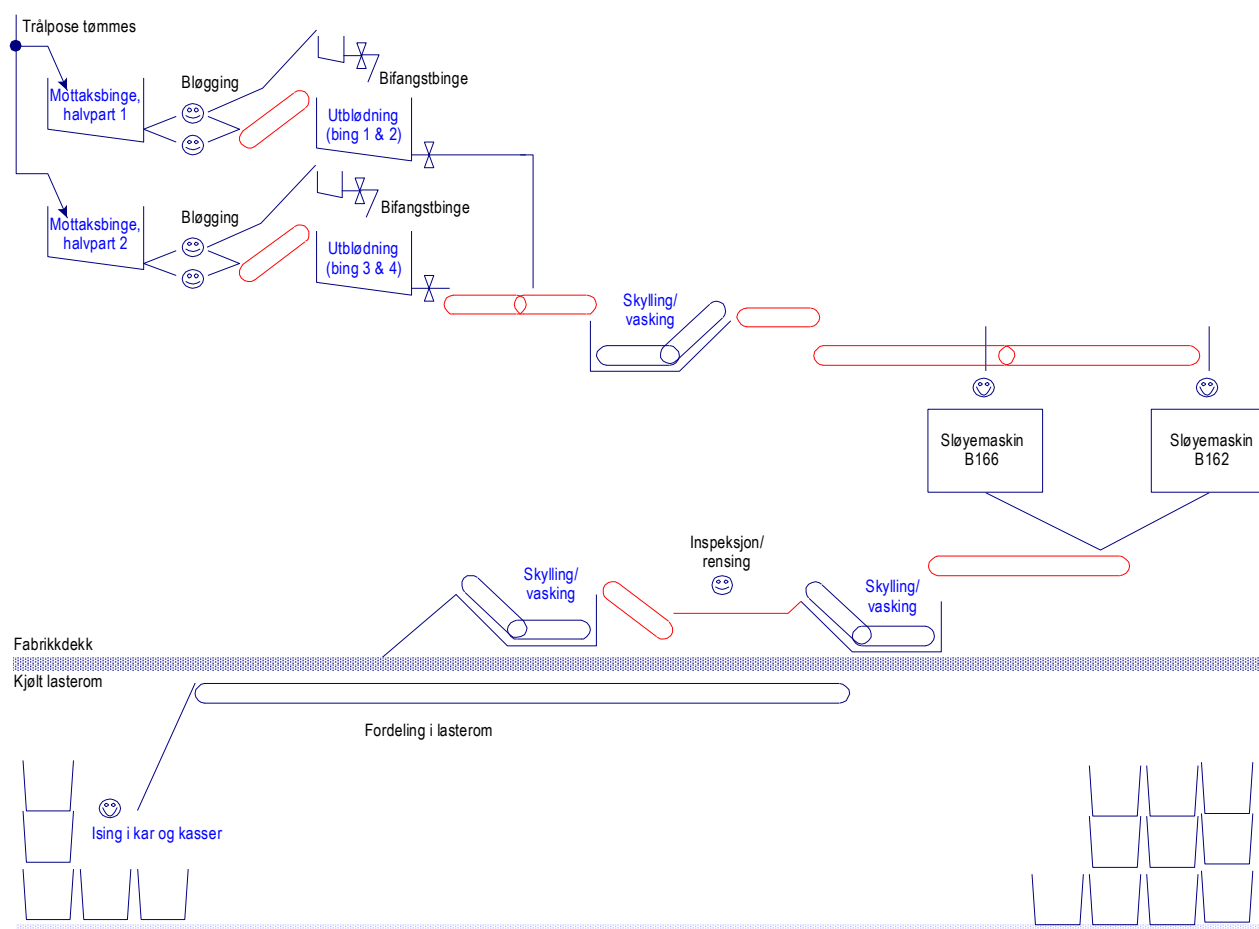
Figur 4. Skisse av lasterommet. Tverrsnitt av arrangement. Merk at antall fiskekasser m.m. er ikke nødvendigvis riktig.

Figur 4 viser *skisse* av lasterommet i Rairo. Isingen skjer med medbrakt ferskvannsis som ”sprøytes” gjennom en relativt tykk og lite fleksibel slange. Lasterommet er utstyrt med stillekjøling ved at et antall langsgående ribbete kjølerør er hengt opp under dekket på begge sider av lasteluken. Luftsirkulasjonen er antakelig dårlig og spesielt er det fare for at fisken i de nederste og ytterste kassene blir utsatt for varmelekkasje gjennom skutsidene. Fisken i bunnen av de karene som står på gulvet kan muligens også påvirkes av varmelekkasje nedenfra, i hvert fall på varme sommerdager.

### 3 TEORETISK VURDERING AV FORBEDRINGSPOTENSIALET OM BORD

#### 3.1 FORUTSETNINGER

Nedkjøling av rund og sløyd fisk v.h.a. kjølt sjøvann (RSW) eller is er langsomme prosesser. Ved bruk av RSW-systemer er laveste temperatur begrenset nedad av hensyn til fare for frostsprenging i kjøler. Ferskvannsis smelter som kjent ved 0 °C men ofte er varmeoverføring mellom fiskens overflate og isen dårligere enn forutsatt. For å kjøle fisken godt må den med andre ord oppholde seg relativt lenge i de kjølte deler av produksjonslinjen. Issørpe har gunstige egenskaper til nedkjølingsformål. Temperaturen er lavere enn RSW samtidig som varmeoverføringen er mer effektiv enn ved ising i tørr is. Før en vurderer større forandringer av fabrikkdekket er det interessant og se om bruk av issørpe i eksisterende skylle/vaskekar kan ha vesentlig bedre kjøleeffekt enn kjølt sjøvann.



Figur 5. Skjematisk fremstilling av produksjonslinjen om bord med angivelse av steder hvor nedkjøling potensielt kan foregå (blå skrift = binger og kar) samt hvor fiskens temperatur kan få uheldig utvikling (i rødt: transportband, inspeksjon).

Figur 5 viser de fem steder i produksjonslinjen hvor aktiv kjøling kan innføres (merket med blå skrift): (1) Mottaksbinge, (2) utblødningsbinge, (3) skyllestasjon før sløying, (4) skylle/vaskestasjon umiddelbart etter sløyestasjonene og (5) skylle/vaskestasjon før nedføring til lasterom. De tre skylle/vaskestasjonene om bord i Rairo er ganske små volummessig. Fisken vil derfor kun holdes kort tid under vann. En kan også spørre om oppnådd kjøleeffekt tapes fort hvis fisken blir liggende på transportbåndene i påvente av sløying, i pauser m.v.

Tallfesting av forbedringspotensialet av eventuell innføring av issørpe om bord kan ikke gjøres med stor nøyaktighet i dag. Kjente grunnleggende korrelasjoner for varmeoverføring mellom sirkulerende væske/sørpe og faste objekter forutsetter at geometrien er enkel og at strømningsforholdene er kontrollerbare. Spyling over en mer eller mindre full fiskebinge gir svært varierende varmeovergangsforhold avhengig av sted i bingen og for fiskens over- og underside m.v. Likeledes er varmeovergangen i et væskefylt kar avhengig av mange forhold som bl.a. fisk/vann-forholdet, om karet er utstyrt med tvungen sirkulasjon og av transportbandenes utforming, fremføringshastighet m.v. Følgende simuleringsresultater er derfor kun å betrakte som grunnlag for innledende vurderinger.

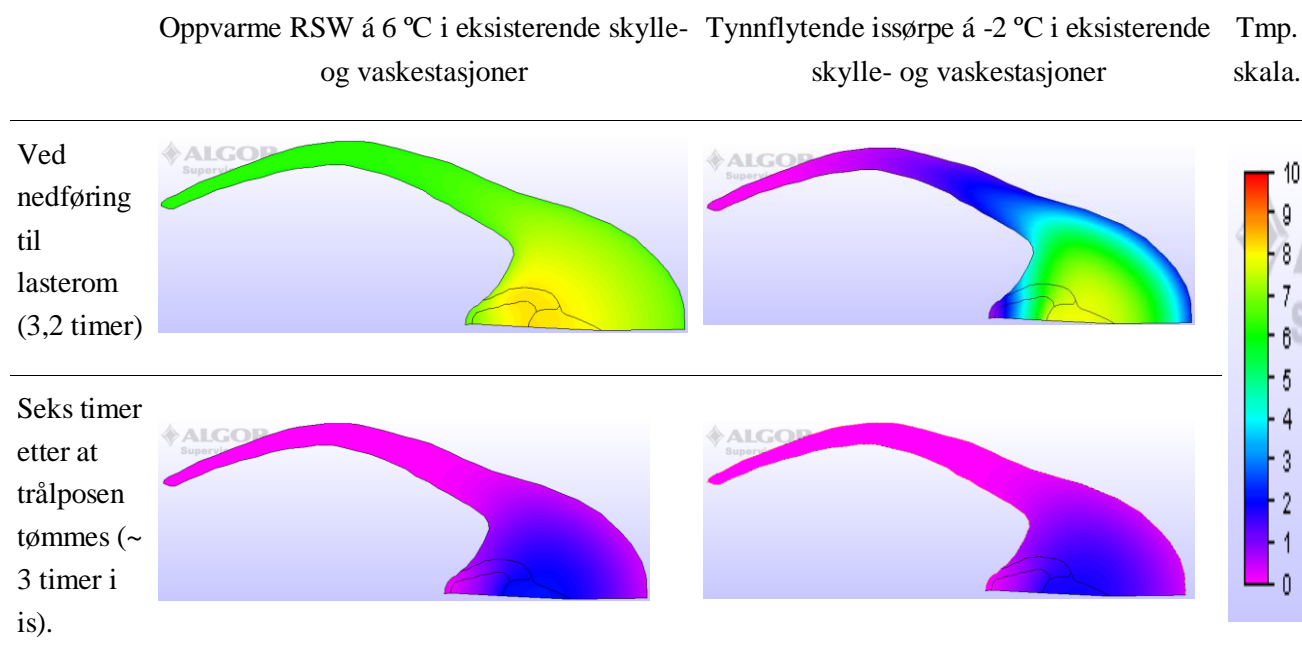
I simuleringene, som er gjort som en tidsavhengig (transient) ulineær varmeledning i element-programmet Algor, er det valgt ut to temperaturnivåer på kuldemediet. For det første antas at vaske/skyllestasjonene er fylt med kjølt sjøvann, men at vannet taper fort kulde p.g.a. at de små bingene er utsatt for stor varmepåvirkning fra romluften, transportbånd, motor m.v. Sjøvannstemperaturen er derfor estimert til å kunne være 6 °C på en varm sommerdag. Det andre simuleringstilfellet brukes det tynn issørpe i bingene á -2 °C, noe som tilsvarer en isandel på 1 % (beregnet for issørpe som er produsert av ferskvann med 3,3 % kokesaltkonsentrasjon). Sørpen vil derfor være lettflytende, samtidig som varmekapasiteten er betraktelig øket sammenlignet med vanlig sjøvann. Væsketemperaturen i bingene vil derfor kunne holdes mer stabil. Fiskens overflate vil ikke kunne bli kaldere enn de -2 °C ved disse forhold, og absolutt høyeste isinnhold i kaldeste punkt vil aldri bli større enn ca. 44 % (under skinnet i tynne deler av fisken).

Holdetiden i hver bing er estimert ut fra jevnt gjennomflyt og god blanding av fisk og vann. Til sammen er kjøletiden satt til ca. 5 minutter.

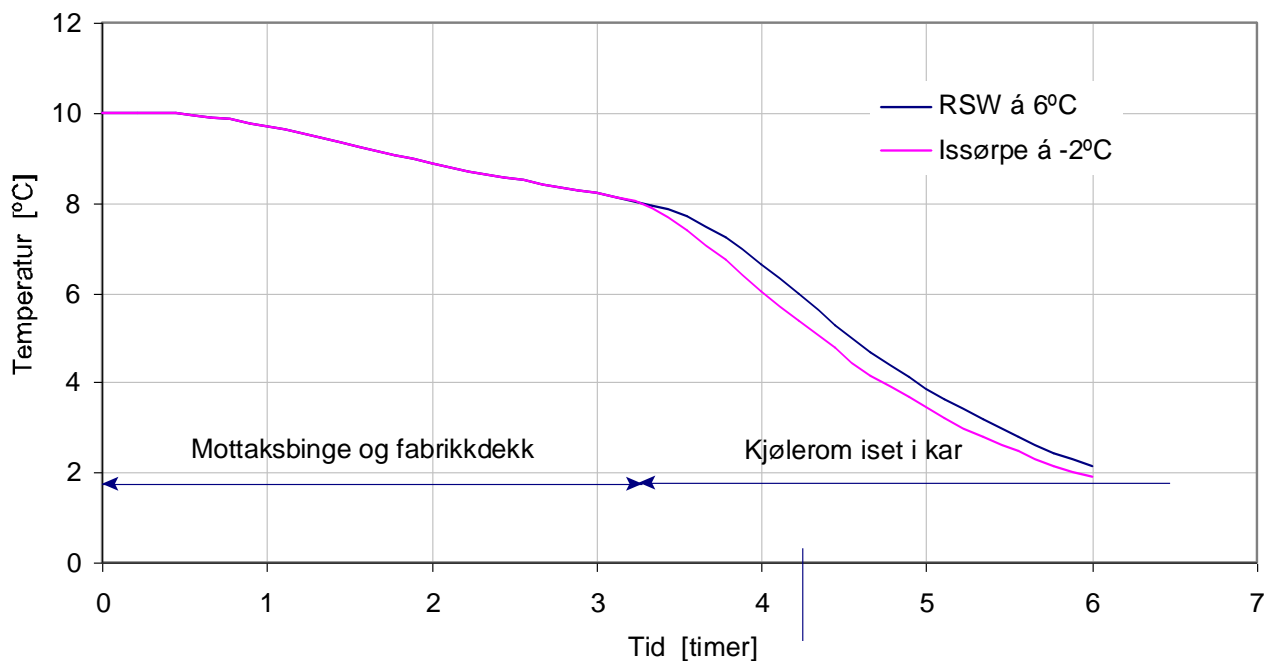
### 3.2 RESULTATER

Simuleringsresultatene er presentert i tabellen og figuren nedenfor:

Tabell 1. Resultater av 2-dimensjonal simulering av kjøling av torsk i fabrikk og i lasterom. Kolonnene beskriver resultatet for bruk av to forskjellige kjølemedier (RSW og issørpe) i de to (tre) skylle-/vaskestasjonene på fabrikkdekket, Radene henspiller på beregnet temperaturfelt ved to forskjellige tidspunkt (i det fisken går ned i lasterommet og etter ytterligere ca. 3 timer iset i kar). Modellen er 2-dimensjonal og tilsvarer snitt gjennom bukregionen på en torsk. Fiskens tykkelse er 12 cm. Fasongen er bestemt ut fra fotografi av en skive. Buken er ganske åpen, så ved beregningene er det brukt et rimelig stort varmeovergangstall inne i buken.

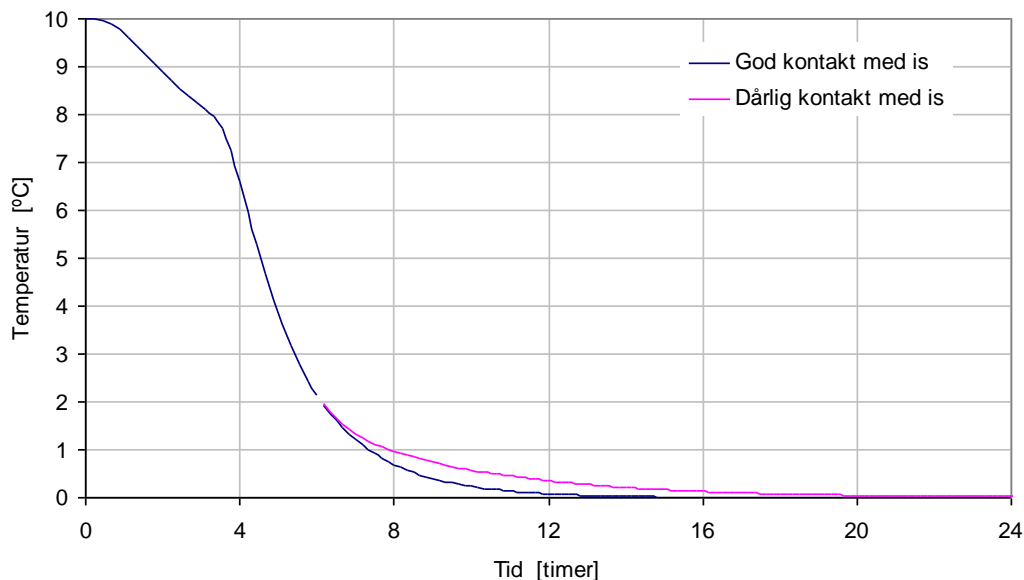


Sammenligning av de to temperaturfeltene i tabellens øverste rad viser at bruk av issørpe i eksisterende skyllestasjoner vil gi positiv effekt på fiskens slutt-temperatur i det den forlater fabrikkdekket. Spesielt gjelder dette de tynneste partiene. Halve bukklappen er kjølt til under 1 °C mens fisk kjølt i dårlig RSW fortsatt er over 6 °C. Kjernetemperaturen i tykkeste del av fisken er imidlertid ca. den samme i begge tilfellene, ca. 8 °C. Etter relativt kort tids lagring i kar, for eksempel etter 3 timers lagring i lasterommet, noe som er vist i nederste rad i Tabell 1, er temperaturene blitt utlignet innad i fisken og temperaturfeltene for RSW- og issørpe-kjølt fisk blitt så godt som identiske.



Figur 6. Simulert temperaturforløp i varmeste punkt i et snitt midt gjennom bukregionen på en torsk. Kurvene er for simulert kjøling i eksisterende vaske-/skyllestasjoner avhengig av om de er fylt med sjøvann á 6 °C eller issørpe (-2 °C). Temperaturen i mottak- og utblødningsbinger er i begge tilfeller 6 °C. Fisken ises i kar i overkant av 3 timer etter at trålposen tømmes ned i mottaksbingen.

Vi ser at temperaturen i fiskens *varmeste* punkt ("kjernen") ikke blir synlig påvirket av væsketemperaturen i skylle/vaskestasjonene. Det er først etter at fisken er iset ned i karene at en kan observere positivt bidrag fra issørpekjøling oppe i fabrikk. Men er dette tilstrekkelig til å rettferdiggjøre investering i issørpeanlegg m.m.? Kanskje er det tilstrekkelig å bruke *godt* kjølt sjøvann?



Figur 7. Simulert temperaturforløp i fiskens varmeste punkt ved videre kjøling i kar avhengig av god eller mindre god kontakt mellom fisk og is.

Figur 7 illustrerer hvordan varmeste temperatur i fisken kan forløpe videre avhengig av hvor godt det ises i karene og hvordan kontakten mellom is og fiskeoverflate forverres når isen nærmest fisken smelter. Forskjellene synes marginale, men en bør ha i mente at kun 1 °C lavere lagringstemperatur medfører forlenget holdbarhet på mellom 1,5 og 2 døgn i dette temperaturområdet.

### 3.3 SAMMENFATNING

En enkel simulering belyser viktigheten av at en betrakter fabrikken og lasterommet under ett ved utvikling av et nytt kjølereregime.. Ved godt gjennomført ising i kar, med overskudd av is rundt hver enkelt fisk, skal det være mulig å senke fisketemperaturen til 0 °C. Men det vil kunne ta opp til ett døgn hvis fisken er varm når den ises og kontakt mellom is og fisk er dårlig i karet. Hvis en fortsetter praksisen med lufttemperaturer á 2 – 4 °C i lasterommet kan en risikerer at deler av fangsten aldri kommer under ca. 1 – 2 °C.

Hvis målet er å superkjøle fisken, ned til for eksempel -1 – -1,5 °C, noe som tilsvarer ca. 15 – 34 % isinnhold, må en superkjøle fisken i i issørpe på fabrikkdekket. Fordelen med dette er også at en da ikke trenger så mye is i karene og kan få med seg større fangst til land. Men, som simuleringene viser, monner det ikke noe særlig å kjøle i eksisterende vaske- og skyllebinger. Volumet til bingene og holdetiden må økes. Hvordan en best kan få dette til må en få utredet senere i prosjektet.

#### 4 INNSPILL VEDRØRENDE PLANLAGTE FORSØKSTOKTER

Inntaksbingene er den første stasjonen i prosesslinjen om bord der det er tenkelig å starte nedkjøling av fangsten. På disse trålerne er imidlertid ikke inntaksbingene konstruert med tanke på å kunne fylles med kjølt vann (RSW) for eventuelt å begynne kjølingen av fangsten straks den kommer om bord. Det er også usikkert om dette vil gi positivt bidrag til råstoffkvaliteten. En varierende andel fisk vil være levende når den slippes ned i mottaksbingene. Det er lite dokumentasjon på hvor stor denne andelen er, og sannsynlig er den avhengig av fiskeslag og forhold under trålhalet. Det er imidlertid grunn til å anta at dersom fangsten dumpes direkte ned i kjølt sjøvann (RSW) vil en betydelig andel fisk fortsette å leve slik at det her blir en blanding av levendekjøling og kjøling av død fisk. Økt andel levende fisk vil gjøre manuell bløgging vanskeligere for mannskapet.

Det er motstridende oppfatninger om hvordan levende kjøling / tidlig kjøling påvirker rigorinn- gang og ”stivheten” på fisken, noe som kan være viktig i forhold til de videre operasjonene i prosesslinja om bord, som bløgging, sløying og (eventuelt) sortering. Forsøk med levende kjøling av laks og ørret har gitt motstridende resultater med hensyn til rigorinn- gang. For død fisk (torsk, laks, ørret) er det imidlertid vist at lav temperatur forsinker rigorinn- gangen.

Sannsynligvis er spyling av fisken med kjølt sjøvann (RSW) eller tynnflytende issørpe den eneste muligheten for rask nedkjøling av fangsten i inntaksbingene. Før det eventuelt foretas større forsøk om bord på tråler (som omfatter ombygging av inntaksbingene) bør det gjøres kontrollerte forsøk med kjøling av levende og død fisk (torsk og hyse) som kan gi svar på hvordan tempera- turen påvirker rigorinn- gangen og stivheten til fisken. Med tilgang på levende fisk vil slike kontrollerte forsøk best kunne utføres på land og ikke om bord på tråler i første omgang.

Foreløpig kan det derfor konkluderes med at kjøling av fangsten i inntaksbingene ikke har høy prioritet i (småskala) forsøkene som skal gjøres om bord på tråler i dette prosjektet.

Ved siden av inntaksbingene og lagring i kar i lasterommet er blødebingene det punktet i prosess- linjen om bord der fisken har lengst oppholdstid. Dette er derfor et høyst aktuelt sted å foreta ned- kjøling av fangsten.

På fartøy som direktesløyer fangsten (uten et eget trinn med bløgging og utblødning) kan det arrangeres effektiv nedkjøling av sløyd fisk i RSW under utblødning og vasking. På fartøy som først bløgger fisken manuelt og sløyer den maskinelt etter utblødning må man ta hensyn til hvordan kjøling under utblødning påvirker blodtappingen av usløyd fisk. Det er heller ikke godt dokumentert hvordan kjøling av usløyd fisk påvirker inngangen i rigor og dermed fiskens egenskaper under sløying.

En del norske trålere som har praktisert direktesløying av fisken mener at utblødningen da er dårligere enn ved to-trinns bløgging og sløying. Småskala kontrollerte bløggforsøk utført av Fiskeriforskning viste også det samme, men viste også at tiden fra fangst til bløgging var viktig i denne sammenhengen. Det hevdes at om bord i nylig ombygde islandske trålere foretas bløgging og sløying i én manuell operasjon med godt resultat. Kanskje kan årsaken til bedre resultater på

islandske fartøy ligge i bedre kontroll med størrelsen på halene og skarpere fokus på at bløggingen skal utføres kort tid etter at fisken kommer om bord. Erfaringene med dette burde undersøkes nærmere og dokumenteres i kontrollerte forsøk.

Kjølt vann (RSW) er det mest nærliggende kjølemediet for bløgget fisk. Dette krever tankarrangement og fisken vil dermed blø ut i vann, noe som vanligvis blir ansett som en mer gunstig løsning enn tørrutblødning. Pumpbar issørpe er også en aktuell kjølemetode, enten som direkte kjølemetode eller som middel til å holde lav temperatur i sjøvannsbad. Det er imidlertid lite dokumentasjon på hvordan fylling av sørpe direkte i blødebingene/-tankene vil påvirke blodtappingen. Dette må dokumenteres i forsøk i prosjektet. Også andre kjølemetoder kan tenkes anvendt og for noen år tilbake ble det på en av ferskfisktrålerne gjort forsøk med kjøling av torsk og hyse under utblødning (og andre steder i linjen) der kjølemediet var såkalt SIS (blanding av standard vannis og tørris pellets).

Med hensyn til lagring av fangst i lasterommet vil forsøkene utelukkende fokusere på kjøling i kar. Så vidt det praktisk lar seg løse vil det i tillegg til vanlig ising (1) dobbel lag med fisk, som i dag, og (2) ising hvor fisken legges i enkeltlag mellom to islag) bli gjort forsøk med issørpe til kjøling i kar. Dette gjør det mulig å sammenligne ulike kjøletemperaturer og ulike rutiner for fylling av fisk og is. Det er sannsynligvis fordelaktig å drenere smeltevannet bort så fort det dannes for å hindre vann- og saltopptak i fiskekjøttet.

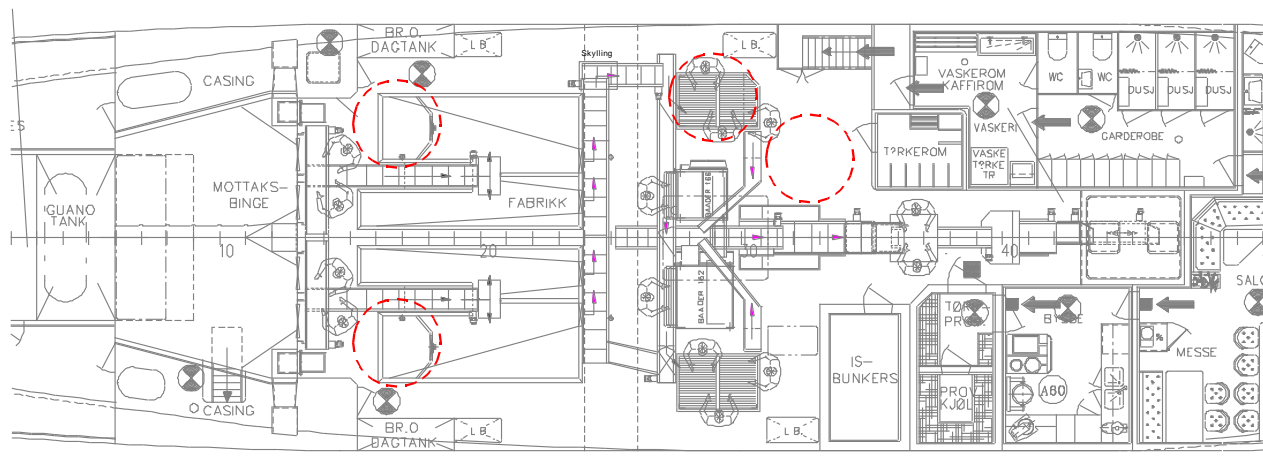
#### **4.1 MULIGE OMRÅDER FOR GJENNOMFØRING AV SMÅSKALA KJØLE-FORSØK**

I akterkant av begge bingene er det i hjørnene som vender ut mot borde på begge sider mindre binger for bifangst. Disse kan lukkes og åpnes med en luke i forkant (for uttak av fisk) inn til de to store blødebingene. Sannsynligvis er disse bingene godt egnet til bruk i småskala kjøleforsøk i prosjektet. Lukene mot de store blødebingene kan med enkle tiltak gjøres vanntette slik at is/sjøvann blandinger eller issørpe vil kunne brukes i forsøk til kjøling av mindre mengder ubløgget, bløgget eller sløyd fisk.

I forhold til småskala kjøleforsøk i prosjektet kan det også være aktuelt å benytte en av håndsløyestasjonene til kjøling, for eksempel av sløyd fisk før nedføring til rommet. Det må undersøkes hvordan disse bingene med rimelige tiltak kan gjøres så tette at de kan benyttes til kjøling med issørpe eller is/sjøvann blandinger.

I forkant av babord håndsløyestasjon finnes også det eneste frie dekkarialet på fabrikkdekket som er så stort at det er mulig å plassere etter eller flere løse kar til bruk i kjøleforsøk. Det er usikkert om det er høyde og plass nok til ta ned plastkar uten å måtte demontere utstyr. I fall dette ikke går kan det være aktuelt å ”bygge” en provisorisk bing (kar) av vannbestandige plater på stedet.

Disse områdene er avmerket med stiplede sirkler i figuren under.



Figur 8. Områder som er egnet til småskala nedkjølingsforsøk er merket med røde stiplede sirkler.

Issørpegenerator og akkumuleringstank med røreverk kan plasseres på lasteluken over fabrikkdekket. Fra tanken kan issørpe pumpes gjennom en slange til aktuelle forsøksstasjoner.

#### 4.2 DOKUMENTERE TEMPERATURER OG GJENNOMLØPSTIDER I EKSISTERENDE LINJE

Temperaturlogging gjennomføres i prosesslinja slik den er i dag, fra fisken kommer på dekk til den blir nedkjølt i kar i lasterommet. Logging av temperaturer bør utføres ved ulike sjø- og lufttemperaturer (ulike årstider), og for små og store hal.

Total gjennomløpstid fra fangsten kommer på dekk til den er iset i kar i rommet må registreres. Oppholdstider på ulike trinn i linja registreres også, både for hovedfangst og bifangst. Tidsprofilen kan sammenholdes med temperaturprofilen i dagens linje og er grunnlag for å beregne potensiell effekt av nye kjølepunkter/-metoder med hensyn til endring av temperaturprofil i linjen og under kjøling/lagring i rommet.

#### 4.3 DEFINERE ØNSKET TEMPERATURPROFIL OG KJØLEPUNKTER I LINJA OMBORD

Superkjøling eller bare ”vanlig” kjøling (uten at vann fryses ut som is): På punkter i prosesslinja (mottaksbinger, utblødning, etter sløyning), eller under lagring i lasterommet?

Tidligst mulig kjøling etter at fangsten kommer på dekk, eller bare ”forkjøling” av fisken før ising i kar i rommet?

Mer effektiv nedkjøling i kar (i rommet), eventuelt lavere temperatur under lagring i lasterommet?



#### **4.4      TESTE OG SAMMENLIGNING AV ULIKE KJØLEMETODER**

I prosjektet ville det vært ønskelig å kunne teste og sammenligne RSW-kjøling, issørpe og tørr ising med vanlig is (som i dag); både på ulike punkter i prosesslinja og under lagring av fangst i lasterommet. Imidlertid er det på grunn av plassproblemer om bord på trålerne sannsynlig at kjøleforsøkene må avgrenses til å sammenligne issørpe med vanlig (tørr-)ising, eller eventuelt varianter av is/sjøvann blandinger.

#### **4.5      PRODUKSJONSFORSØK FOR Å DOKUMENTERE KVALITETSFOR- BEDRINGER**

Dersom det i løpet av prosjektet blir gjennomført 3-4 tokt om bord på tråler bør det fra to av disse toktene bli landet batcher med råstoff som er kjølt ulikt fra hovedfangsten med hensyn til kjølemetode og -temperatur. Disse råstoffbatchene benyttes i produksjonsforsøk på land. For å oppnå en realistisk gjennomkjøring i filetlinja må hver av disse råstoffbatchene omfatte noen kar med fisk, primært hyse. Hva som er riktig størrelse på hver batch, eller forsøksgruppe, må vi komme tilbake til, men trolig er 3 .. 5 kar passelig. Dette vil gjøre forsøkene mer håndterlige, både om bord og på land, enn om vi valgt 10 kar som tidligere har vært diskutert.. Ett av toktene der det landes råstoffbatcher til produksjonsforsøk bør legges til den varmeste årstiden (høye sjø- og lufttemperaturer og lite holdbart råstoff).