



# Slutrapport

## Just in time-optøning af frosne produkter på eksportmarkedet

Marchen Hviid, Laurits Beck Nielsen, Mianne Darré og Claus Mosby Jespersen

18. februar 2019

Proj.nr. 2005323

Version 1

MAHD/LABN/MTDE/CMJN/MT

### *Baggrund*

I dag eksporteres frosne produkter til fjernmarkeder, hvor de næsten udelukkende anvendes til forædling. Eksempler er kamme og brystflæsk til Asien. Eksport af produkter målrettet detail og/eller catering er meget begrænset. Brug af transporttiden til optøning, så produkterne ved ankomst til kunderne er klar til direkte at indgå i deres produktion, er blevet undersøgt. Hermed vil kunderne undgå mellemlagre og optøningsfaciliteter. En løsning med optøning under transport sikrer, at den danske kødbranche kan kontrollere, hvilke forhold kødet har været udsat for under optøning, og derfor bedre kan stå inde for kvaliteten af produkterne.

### *Formål*

Det er projektets formål at definere krav til styring og pakning af transportenheder, der muliggør differentieret optøning eller temperering af frosne råvarer og detailpakkede produkter, således at kvaliteten bevares.

### *Anbefalinger: Fuld optøning*

Hele pakkeflowet og logistikken skal ændres, hvis fuldt optøede produkter skal leveres direkte til en kunde. Produkter, som er emballeret i papkasser, kan ikke optøs på tilstrækkelig kort tid, så kimaltal på alle produkter vil være på et acceptabelt niveau, når de sidste produkter i kassen er optøet.

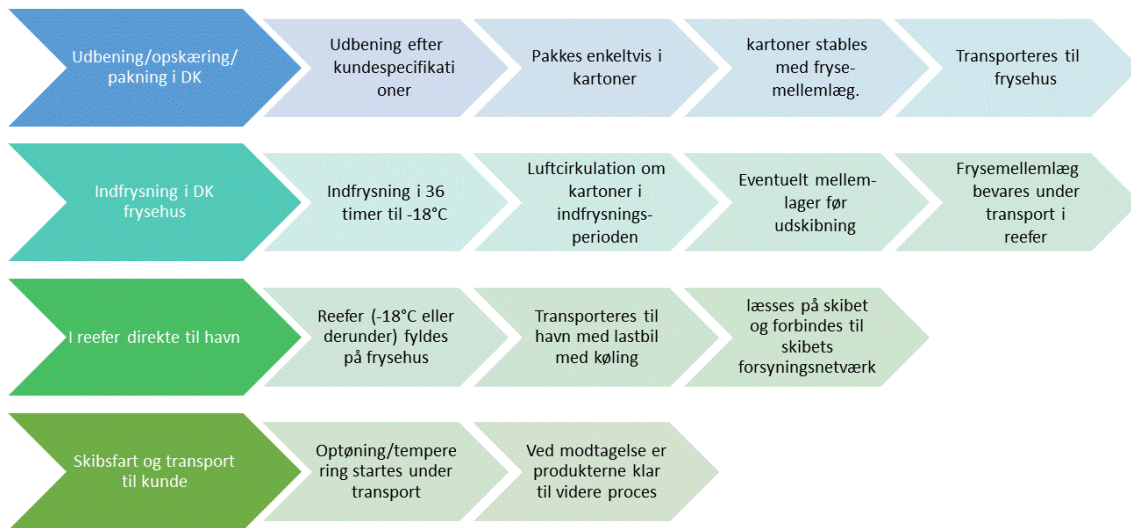
### *Anbefalinger: Temperering til -3°C*

Fersk kød, som skal slices og indgå i catering eller på detailmarkedet, kan leveres tempereret ved -3°C. De skal transporteres på mellemlæg, således at der kan komme luftcirkulation på alle flader. Det er muligt at opbevare produkter ved -3°C i 3-5 uger, uden at det har negative konsekvenser for kvaliteten.

Hermed kan de samlede omkostninger til transport og kølelager reduceres til kunder, som ikke har kapacitet til at optø produkterne.

Udgiften til ekstra håndtering af mellemlæg skal indregnes i prissætningen og holdes op mod den fordel, som kunden opnår ved ikke at skulle optø produkterne.

Flowet fra slagteri og frysehus ønskes så vidt muligt bevaret i de koncepter, som skal testes. Figur 1 viser de enkelte delprocesser.



Figur 1. Flowdiagram over proces fra Danmark til kunde i Fjernøsten.

### Tekniske specifikationer

#### Transportmateriel - reefer

Projektet fik stillet en reefer til rådighed fra Maersk Container Industri (MCI). Det var muligt at styre temperaturen i reeferen ved hjælp af dens køleanlæg samt elektriske varmelegemer og blæsemotorer. Registreringerne under test og forsøg viste, at selvom udetemperaturen varierede fra 10 til 30°C, var temperaturen i containeren konstant. Modellen var af typen 40 fod HC (high cube), og specifikationer kan ses nedenfor:

Interne mål L/B/H (højde til inter load-line-max)	11,6/2,3/2,4 m
Kølekapacitet ved intern temperatur -30°C til +14°C	4 kW til 15 kW
Ambient designtemperaturinterval	-30°C til +50°C
Total blæserkapacitet (2 blæsere) ved 60 Hz	4000 m <sup>3</sup> /h
Mulig varmeeffekt fra blæsere og varmelegeme	6 kW
Andel frisk luft ved åbent spjæld	250 m <sup>3</sup> /h
Heat leakage (uden infiltration)	45 W/K
Fyldning af kølemiddel (R134a)	4,5 kg
Kompressortype	Stempel

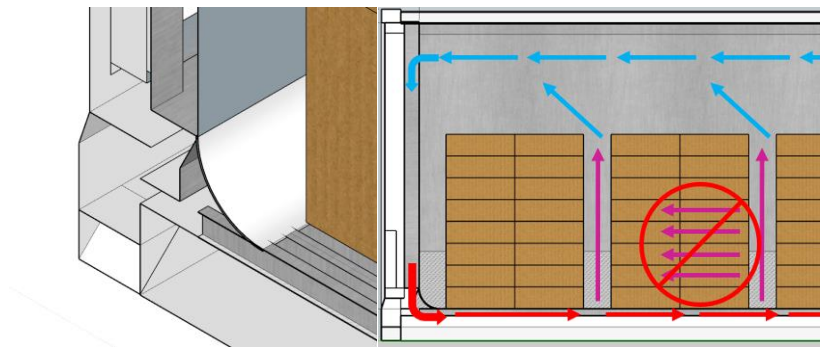


Figur 2. Reefer kontrolpanel og gulvbelægning med T-profiler.

## Luftfordeling

Kølefladen sidder i den fjerne ende fra døren i reeferen, figur 2. Indblæsning af luft sker ind mellem og langs gulvets opbygning af T-profiler, figur 2, og returluften suges ind for oven. Der er taget udgangspunkt i at gennemføre forsøgene med standardudstyr, så der ikke stilles specielle krav til transportmateriellets udformning og tekniske beskaffenhed.

Det blev ved forsøgene erfaret, at ensartetheden af optøning/temperering i høj grad er afhængig af, at der er tilstrækkelig luftbevægelse omkring produkterne, og derfor konkluderes, at frysemellemlæg er en forudsætning for konceptet. Illustration af luftstrømning ved opstilling uden mellemlæg er illustreret i figur 3:

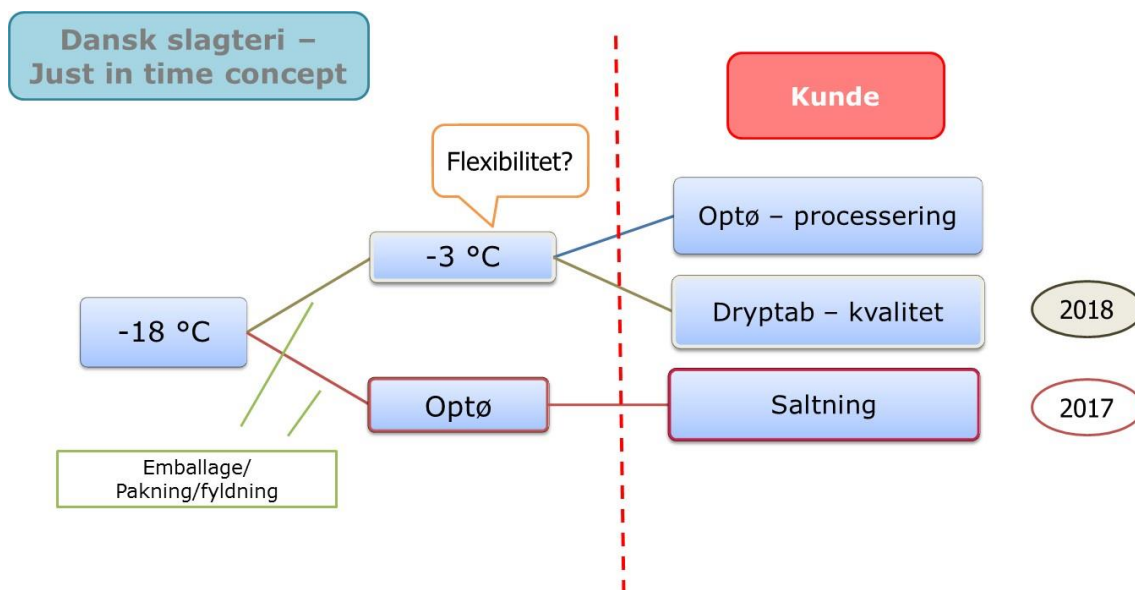


Figur 3. Illustration af luftstrømninger i reefer uden mellemlæg.

## Materiale til test

De produkter, som indgik i projektet, var produceret på danske slagterier og blev tilskåret efter relevante kundespecifikationer. Ved alle forsøg blev sikret så lidt variation i råvarerne som muligt, ligesom pakning og indfrysning blev foretaget, så de enkelte forsøgsprodukter havde så ens betingelser som muligt, nemlig placeret midt i kartonen, som skulle betyde den langsomste indfrysning og optøning.

Det indledende forsøg [1] viste, at kvaliteten (farve og dryptab) efter kontrolleret optøning ved to forskellige processer var den samme, og at produkterne kunne lagres i 4 dage. Indfrysningsprocessen er den vigtigste parameter for kvalitet efter optøning.



Figur 4. Illustration af de to koncepter, der blev testet.

Figur 4 viser de to hovedforsøg, som er gennemført i dette projekt. I begge tilfælde er udgangspunktet et produkt, hvor kernetemperaturen er  $-18^{\circ}\text{C}$ , som enten skal tøs helt op eller tempereres til lige under frysepunktet før levering til kunde.

### Koncepttest 1. Fuld optøning til $2^{\circ}\text{C}$ af hele midterstykker

En stor andel af hele midterstykker sælges i dag som superchilled produkter, hvor kernetemperaturen skal holdes på  $-1^{\circ}\text{C}$  fra fabrik til kunde. Det betyder, at der er store krav til logistik, transporttid og håndtering af de ferske produkter før udskibning.

Transport ved  $-18^{\circ}\text{C}$  med mulighed for optøning før levering vil øge fleksibiliteten under lagring og mindske omkostninger til transport, da den samlede transporttid ikke vil være lige så kritisk.

Under de indledende forsøg blev placering af temperaturfølere og tid fra  $-18^{\circ}\text{C}$  til  $2^{\circ}\text{C}$  vurderet på midterstykker pakket i karton og til sammenligning midterstykker, som kun var vakuumpakket i plast, således at betingelserne for at sætte et større forsøg i gang var vurderet.

De indledende forsøg viste, at hvis produkter pakket i karton skulle optøs uden at kompromittere holdbarheden, var det nødvendigt at benytte mellem-læg, så der kunne sikres luftstrøm fra alle sider, se figur 5.



Figur 5. Eksempel på stabling af kartoner med trådmellemlæg.

Kartoner blev i koncepttesten tillige forsøgt stillet på højkant for at lede den lodrette luftstrøm op mellem hvert lag, men dette blev ikke vurderet til at øge ensartetheden væsentligt til sammenligning med vandrette kartoner med mellemlæg. Opstillingerne ses på billederne i figur 6 (i praksis shippes der uden brug af paller, og kartonerne står direkte på gulvet):



Figur 6. Forsøgsopstilling af kartoner i koncepttest 1.

*Dimensioner og stabling* De interne dimensioner i reefer tillader at læsse 20 ton produkt med mellemlæg, uden at overskride den interne lastehøjde.

*Formål* Formålet med koncepttest 1 var at bestemme optøningstiden og den efterfølgende kvalitet for dybfrosne, vakuumpakkede midterstykker (1518 u. svær) indfrosset i kartoner, når optøningen blev foretaget i reefer:

- Sammenligne kvalitet og temperaturprofil for tre pakkemetoder: vakuumpakkede produkter i karton stabled på to måder eller løst pakkede produkter uden isolerende karton
- Vurdere mulighed for temperaturstyring under simuleret transport
- Indhente data til energiberegninger og teoretisk opskalering

<i>Resultater</i>	Svinekød pakket i karton og stablet i en reefer kan optøs ved at ændre setpunktet for temperaturen i reeferens anlæg. Dette forsøg viste, at lodret og vandret placering af kartonerne krævede ca. samme optøningstid, nemlig 11 døgn til fuld optøning. De frie midterstykker uden karton blev optøet på ca. 3 døgn.
<i>Kvalitet</i>	Optøningssvindet steg ved opbevaring på køl efter optøning. Midterstykker optøet i karton udviste en stor variation i optøningstid, og dermed varierede optøningssvindet også. Midterstykker, som først blev vejlet efter alle i batchen var fuldt optøede, havde også det største optøningssvind. Optøningsproces/-tid havde ingen indflydelse på farve og baconudbytter. Hvis de optøede midterstykker blev lagt på køl efter optøning, blev kødet lysere og fedtet mere gråligt efter 7 dages opbevaring.
<i>Holdbarhed og kimtal</i>	Det psykrotrofe kimtal blev reduceret umiddelbart ved indfrysning/optøning. Opbevaring på køl gav igen vækst, og 9 døgn fra fuld optøning var kimtallet på et uacceptabelt højt niveau. Variationen i optøningstid mellem midterstykker indenfor en batch pakket i karton var omkring 6 døgn, og derfor kan kimtal på nogle af midterstykkerne allerede være tæt på et uacceptabelt niveau, når de sidste midterstykker er optøede.
<i>Konklusion</i>	<p>Fuldstændig optøning i en standard reefer vil kræve ændrede pakkemetoder. Papemballage isolerer så meget, at den mængde luft, som en standard reefer kan levere, ikke er tilstrækkelig til at optøningstiden kan sænkes til et niveau, som giver en god kvalitet af kødet.</p> <p>Plastemballage vil reducere optøningstiden med ca. 20%, men øge de samlede omkostninger til emballage [4]. Yderligere luftcirkulation i reefer er ikke mulig uden installation af flere motorer.</p> <p>Metoden kan ikke anbefales ved just in time-konceptet.</p> <p><b>Koncepttest 2. Lagringstid efter temperering i reefer fra -18°C til -3°C.</b> En anden mulighed er at temperere kødet til -3°C. Hermed efterlignes den temperatur, som flere superchilled produkter leveres ved, og fleksibiliteten under transport bevares.</p> <p>De indledende test viste, at det var muligt at simulere et miljø, der svarer til en fyldt reefer med frosne produkter (-25°C). I kartoner pakket med tråd-mellemlæg (figur 3) blev grisekamme tempereret på 3,1 døgn, mens karton med brystflæsk skulle bruge 5,4 døgn, før produkttemperaturen nåede mellem -3°C og -4°C. I begge tilfælde var lufttemperaturen i gennemsnit -3°C.</p>

<i>Formål</i>	Formålet med dette forsøg var at belyse betydning af temperering fra -18°C til -3°C og efterfølgende lagring i reefer for holdbarhed, dryptab og kvalitet af japankam 1660 og brystflæsk 1882.
<i>Resultater</i>	Med hensyn til holdbarhed holder de magre kamme sig bedre end det fede brystflæsk. Der er både mere mikrobiel vækst og mere oxidation i brystflæsket.
<i>Udseende</i>	<p>Efter 9 ugers holdetid ved -3°C vurderes 59% af kammene stadig til at være acceptable, og kimtallet er ikke væsentlig forskelligt fra udgangsniveauet.</p> <p>For brystflæsk bliver produkterne mere grå og misfarvede i løbet af holdetiden. Sensorisk udvikler brystflæsket sig med tab af egensmag, mens der især sker en stigning af hengemt lugt og smag, men også af andre karakteristika, der sandsynligvis skyldes oxidation og harskning. På basis af dette bør man ikke holde brystflæsk ved -3°C i 9 uger.</p>
<i>Konklusion</i>	<p>Frosne kamme og brystflæsk kan tempereres fra -18°C til -3°C og holdes ved denne temperatur, uden at det influerer på optøningsvind eller dryptab efter temperering.</p> <p>Sammenfattende viste forsøgene, at det er muligt at temperere både magert og fedt grisekød til -3°C, således at en kunde efterfølgende hurtigere vil kunne tage produkterne ind i produktionen og videreforarbejde produkterne uden at skulle optø.</p> <p>Selvom produkterne opbevares ved en temperatur på ca. -3°C, giver tempereringen stadig mulighed for fleksibilitet, idet produkterne kan holdes ved denne temperatur i flere uger.</p> <p>Det er imidlertid kritisk at styre temperaturen under holdetiden. Hvis temperaturen stiger, vil produkterne begynder at tø, og hvis temperaturen igen falder, vil der dannes iskrystaller, og dryptabet vil stige.</p>
<i>Økonomi</i>	<p>For at produkterne kan tempereres på den angivne tid, uden at der opstår væsentlige temperaturforskelle, er det nødvendigt, at stabling af kasser sker med mellemlæg på pallerne. Det giver ikke et kapacitetsproblem i containeren, da det er vægt af produkterne, som er den begrænsende faktor i dag, men det vil betyde en ekstra håndtering i frysehuset, da det næppe vil være muligt at beholde mellemlæg efter indfrysning af hensyn til højden på fryselageret og af hensyn til logistik/fleksibilitet.</p> <p>Udgiften til denne håndtering skal indregnes i prissætningen og holdes op mod den fordel, som kunden opnår ved ikke at skulle optø produkterne.</p>



- Referencer* Følgende rapporter kan bl.a. findes på [svinekoed-til-fjernmarkeder](#):
- Koncept 1.* Optøning i reefer. Betydning af forskellige optøningsprofiler for holdbarhed, dryptab og kvalitet af hele midterstykker. 1. december 2017.
- Koncept 2.* Lagringstid efter temperering i reefer fra -18°C til -3°C. Betydning af temperering i reefer for holdbarhed, dryptab og kvalitet af kam og brystflæsk. 21. december 2018.
- Forsøg [1]* Hviid, M., Darré, M., Wurtz, J. (2017) ICoMST 63<sup>rd</sup>, Ireland  
Thawing of pork loin.
- Forsøg [4]* Nielsen, LB., Hviid, M., Jepsersen, CM., Wurtz, J. (2018) EFFoST 32<sup>nd</sup>  
Tempering of pork meat from -18°C to -3°C during controlled Conditions