



Notat

Højere frostlagringstemperatur – konsekvenser for holdbarhed Energibesparelser

1. december 2025

Proj.nr.: 2012303

Version 01

Init. GMJR/SJOH/NCO/MT/MAHD

Projektets formål

At udarbejde opdaterede retningslinjer for frostlagring af kød og forædlede kødprodukter.

Nytteværdi for branchen

Af hensyn til ressourceforbrug er der et ønske om, at frostlagring og -distribution af fersk kød og forædlede kødprodukter ikke foretages ved lavere temperaturer end nødvendigt. Den optimale frostlagringstemperatur vil altid afhænge af produktet, den forventede/ønskede lagringstid samt kunde- og myndighedskrav. Internationalt er der stigende tilslutning til et nyt standardsetpunkt på -15°C , som allerede accepteres i dele af branchen og i nationale regler. Der er behov for at udarbejde fagligt funderede retningslinjer for indfrysning og frostlagring af fersk kød og forædlede kødprodukter ved højere frostlagringstemperatur end -18°C , hvor såvel energiforbrug som kvalitet tages i betragtning. Målet er, at det udførte arbejde i projektet kan danne grundlag for praksis og dialog med myndighederne.

Indholdet i dette notat er rettet mod den energibesparelse, der kan opnås ved at hæve frostlagringstemperaturen til hhv. -15 og -12°C .

Projektperiode

2025 – 2027.

Litteratur

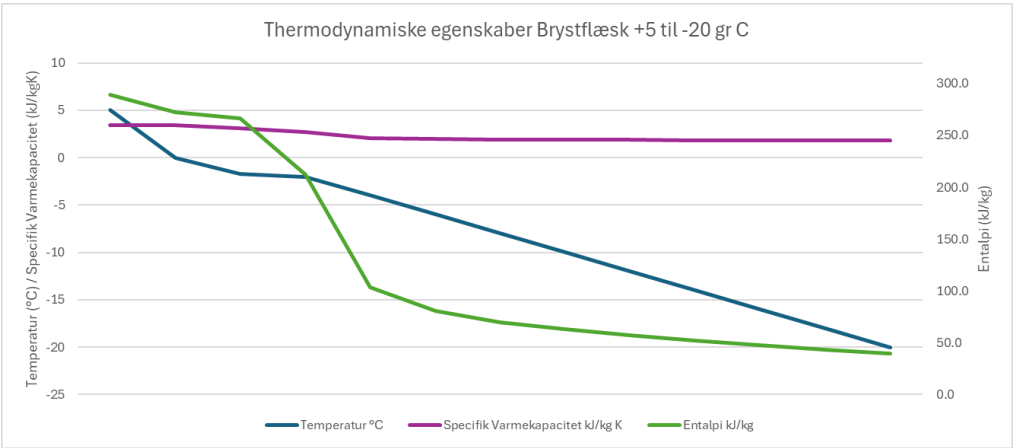
En rapport af Allouche et al. (2023) med titlen *Three Degrees of Change – Frozen Food in a Resilient and Sustainable Food System* undersøger mulighederne for at hæve det industrielle standard set-point for frostlagring fra -18°C til -15°C . Rapporten estimerer, at der kan opnås energibesparelser på mellem 5 og 10%, afhængigt af hvor i kølekæden besparelsen beregnes, samt reduktion i CO_2 -ækvivalenter på 17,7 millioner ton om året.

Ifølge Flores (2025) kan de tekniske energibesparelser ved at hæve frostlagringstemperaturen forklares med flere mekanismer. Højere setpunkter reducerer stress for kompressoren og giver færre afrimninger, da der dannes mindre rim på fordamperfladerne. Dertil kommer lavere hjælpeforbrug fra blæsere og afrimning, og mere effektiv styring er lettere at opnå med moderne automatik.

Det antages, at en sådan ændring på tre grader ikke vil have en negativ effekt på fødevarernes sikkerhed eller kvalitet; dog afhængigt af lagringstid samt under forudsætning af god praksis i hele værdikæden. Samtidig påpeger både Allouche et al. (2023) og Flores (2025), at der fortsat er behov for yderligere forskning i effekten på forskellige fødevarerprodukter.

Indfrysning

Beregningerne er lavet på brystflæsk, da fed udskæring kræver højere energi til indfrysning end mager udskæring grundet ringere varmeledningsegenskaber for fedt end for vand.



Figur 1. Thermodynamiske egenskaber i brystflæsk i temperaturområdet +5 til -20°C. Højre akse repræsenterer hhv. temperaturområdet og værdier for varmekapacitet.

Ud fra de termodynamiske parametre for brystflæsk i figur 1 blev energibesparelser og økonomiske besparelser beregnet.

Tabel 1. Beregning af omkostninger ved indfrysning af brystflæsk.

Indfrysning	Køleeffekt			El/ton	Total	Omkostninger, el	Forskel total	Pr. ton sparet
	°C	kJ/kg	kJ/ton	kWh/ton	kWh	kr.	kr.	Kr./ton
-12	-12	232	232.252	65	21,5	6.669.080	12.864.655	-
-14	-14	237	237.117	66	23,2	7.209.300	13.906.740	1.042.084
-16	-16	242	241.621	67	25,2	7.805.369	15.056.557	1.149.181
-18	-18	246	245.915	68	27,3	8.473.672	16.345.713	1.289.155

- Til beregningerne blev der benyttet følgende værdier:
- Gennemsnitsstrømpris for industrien: 1,929 kr./kWh (Danmarks Statistik, 2025)
 - Der er anvendt forskellige COP (Coefficient of Performance) afhængig af køleanlæggets set-temperatur:
 - -12°C: COP 2,5 (Johansen, 2025)
 - -14°C: COP 2,7 (lineær regression)
 - -16°C: COP 2,8 (lineær regression)
 - -18°C: COP 3 (Johansen, 2025)
 - Eksport af frosset grisekød til 3. lande i 2024: 310.120 ton (Landbrug & Fødevarer, 2025)

Ifølge beregningerne i tabel 1 vil den totale besparelse, når indfrysning foretages ved -12°C fremfor ved -18°C, være knap 3,5 millioner kr. for de ca. 300.000 ton produkt eksporteret fra Danmark til 3. lande i 2024. Dette svarer til ca. 20% besparelse ved indfrysning.

Frostlagring

Energibesparelsen ved at øge frostlagringstemperaturen skyldes primært forskellen i energitab gennem kølerummets isolering til de omkringliggende omgivelser. Jo lavere temperaturen er i kølerummet, desto mere energi kræves der for at opretholde den indstillede temperatur. Energitalet (Q_{Tab}) beregnes med følgende ligning:

$$Q_{Tab} = U \times \Delta T \times A$$

Hvor:

- U er transmissionskoefficienten for den anvendte isolering,
- ΔT er temperaturdifferencen mellem kølerummets indvendige temperatur og den omkringliggende temperatur,
- A er det samlede areal af ydervægge, loft og gulv.

Energitalet beregnes for alle tre lagringstemperaturer, der er relevante for projektet, dvs. -12, -15 og -18°C. Den procentvise besparelse ved at hæve frostlagringstemperaturen fra -18°C til enten -15 eller -12°C finder man som forskellen i energitab mellem disse temperaturer.

Beregningen afhænger af isoleringsmateriale og dets tykkelse, lagerrummets overfladeareal og den gennemsnitlige temperatur udenfor frostrummet. Da disse tre parametre kan variere, er følgende værdier valgt til beregningerne (tabel 2) i dette notat:

- U -værdi: 0,2 W/m² K (LINBLE, 2025)
- Areal på frostrummets samlede overflader: 10.000 m²
- Gennemsnitlig udvendig lufttemperatur over et år: 9°C (DMI, 2025)

Tabel 2. Forventet energitab og besparelse i et kølerum med et overfladeareal på 10.000 m² og en transmissionskoefficient på 0,2 Wm⁻²K ved tre forskellige frostlagringstemperaturer.

Frostlagringstemperatur	°C	-18	-15	-12
Energitab	W	54.000	48.000	42.000
Besparelse	%	-	11	22

Konklusion

Beregningerne i dette notat viser, at der er væsentlige energibesparelser og økonomiske fordele ved at øge frostlagringstemperaturen for kød og forædlede kødprodukter. Ved at hæve temperaturen fra de traditionelle -18°C til eksempelvis -12°C kan der opnås en energibesparelse på ca. 22% ved frostlagring i et lokale med et overfladeareal på 10.000 m² og U -værdi på 0,2 Wm⁻²K, samt en tilsvarende besparelse på ca. 20% ved indfrysningen. Procentangivelserne gælder, uanset hvor længe produkterne lagres. Samlet set er der potentiale for betydelige reduktioner i både energiforbrug og driftsomkostninger for industrien, forudsat at eventuelle kvalitetsforringelser er minimale.

Referencer

Allouche, Yosr, Judith Evans, Leyla Sayin, Natalia Falagán, Bas Hetterscheld, and Toby Peters. 2023. *Three Degrees of Change - Frozen Food in a Resilient and Sustainable Food System*.

Danmarks Statistik. 2025. ["ENERGI2: Priser på elektricitet for erhvervs-kunder efter årsforbrug, prisdefinition og energienhed"](#).

DMI. 2025. ["Vejrarkiv | DMI"](#).

Flores, Silvia Estrada. 2025. [Frozen Food Standards and the Minus 15 Movement Part 1-5](#).

Johansen, Simon Nybo. 2025. "RE Hjælp Med Energiberegninger." Pre-print.

Landbrug & Fødevarer. 2025. ["Danmarks eksport af grisekød januar-december 2024"](#). June 4.

LINBLE. 2025. ["Understanding U-Value In Cold Room Panels"](#). June 11.