



TEKNOLOGISK
INSTITUT



Slutrapport

Salgskølemøbler – klar til ecodesign og energimærkning


HENNIG
OLSEN
EST. 1914

Titel:

Salgskølemøbler – klar til ecodesign og energimærkning
Slutrapport

Udarbejdet for:

Projektet har fået økonomisk støtte af ELFORSK
Projektnummer 349-030

Udarbejdet af:

Teknologisk Institut
Elcold
Hennig Olsen Is
SECOP

Forfattere:

Per Henrik Pedersen, Teknologisk Institut
Rasmus Borup, Teknologisk Institut
Nis Peter Reinholdt, Teknologisk Institut
Mads Frank, Elcold

Juni 2019

Indholdsfortegnelse

1. English summary	4
2. Indledning	5
3. State of the art.....	9
4. Matematisk model og beregninger	12
5. Bygning, test og analyser af prototyper.....	16
Referencemåling	16
Første prototype	19
Anden prototype.....	20
Tredje prototype.....	20
6. Test af ”endelig” model.....	21
7. Diskussion	22
8. Konklusion.....	25
Appendiks A: Artikel om projektet og dets resultater	26
Appendiks B: Nye EU-ecodesign- og energimærkningsforordninger for salgskølemøbler	28
Appendiks C: Indkøbsguide.....	33

Bilag: Testrapport for basismodellen
Bilag: Testrapport for ny iscremefryser
Bilag: Energimærkeberegner (Excel)

1. English summary

In this ELFORSK R&D project, a new generation of commercial sales cabinets (ice cream cabinets) has been developed and tested. This prepares the manufacturer (Elcold) for the upcoming EU ecodesign and energy labelling schemes for commercial sales cabinets coming into force in March 2021.

The aims of the project are:

- Increase the energy efficiency for sales cabinets. The actual goal is a 20 % reduction of energy consumption for ice cream cabinets.
- Ensure continuation of Danish production of ice cream cabinets.
- Ensure production of market leading sales cabinets with high energy efficiency.
- Ensure continuation of employment in Denmark in this sector.
- Develop a guide that can help to choose the most energy efficient products.

The project partners are:

- Elcold (Danish manufacturer of refrigerated sales cabinets)
- Hennig Olsen Is (the biggest Norwegian producer of ice cream)
- SECOP (global manufacturer of refrigeration compressors)
- Danish Technological Institute (project manager).

The project has received economic support from ELFORSK.

The project started in 2016 and the results are as follows:

A new generation of ice cream cabinets has been developed. The new ice cream freezer consumes 27 % less electricity compared to Elcold Fokus 131. This has been possible by using a more efficient compressor SECOP NLU13KK.1 and by using heat from the condenser to prevent moisture on top of the glass lids (instead of an electrical heater). Furthermore, the heat transfer between the evaporator and the inner cabinet has been improved.

The new freezer is more energy efficient than the most energy efficient ice cream freezer with inclined glass lids at the Topten list of energy efficient ice cream freezers in Europe (Summer 2019):

<http://www.topten.eu/english/professional-refrigerators/ice-cream-freezers.html>

Elcold is now preparing the new product for production and sale.

2. Indledning

I dette ELFORSK-projekt bliver der udviklet og testet en ny generation af salgskølemøbler – eksemplificeret med Elcolds iscremefryser Fokus 131. Dette medvirker til at gøre dette produkt klar til EU's nye ecodesign- og energimærkningsforordninger.

I begyndelsen af 2019 blev ecodesign og energimærkning for salgskølemøbler (supermarkedskølemøbler, flaskekølere, iscremefrysere og kolde automater) stemt igennem med kvalificeret flertal i den Regulerende Komité i EU. Der er tale om to forordninger:

- Ecodesign-forordning, som bl.a. forbyder de mindst energieffektive apparater.
- Energimærkningsforordning, som specificerer, at salgskølemøbler i fremtiden skal markedsføres med energimærkning.

Der er tale om en proces, som har været i gang siden 2008, hvor der startede et forberedende studie i EU. Ordningerne har altså været længe undervejs. Det første udkast til ecodesign og energimærkning kom i sommeren 2014, og det næste forslag kom i slutningen af 2018.

Da energimærkningsdirektiv 92/75/EEC for husholdningskølemøbler blev offentligt i 1992, var der sandsynligvis ingen, der havde forestillet sig, hvilken enorm produktudvikling og i sidste ende energieffektivisering dette medførte. I løbet af en årrække var næsten samtlige produkter på markedet endt i energiklasse "A". Producenter af klassens bedste produkter begyndte at efterspørge en måde at differentiere sig selv på fra deres konkurrenter i samme energiklasse, hvilket sammen med andre faktorer afstedkom tilføjelsen af energiklasserne "A+", "A++" og endeligt "A+++" i 2010.

Producenter af salgskølemøbler har hidtil ikke haft den store motivation til at optimere på energiforbruget af deres produkter, fordi det ikke har været samme synlige konkurrenceparameter inden for denne produktkategori. Producenterne har derimod differentieret sig på pris, design, driftssikkerhed, ergonomi mv.

Ifølge EU-kommissionen vil der fra starten ikke være produkter i de to bedste energiklasser (A og B) i den nye energimærkningsordning for salgskølemøbler. De nye forordninger træder i kraft 1. marts 2021. Se mere om de nye forordninger i Appendiks B.

EU's ecodesign- og energimærkningsordninger gælder også for Norge, selvom Norge ikke er medlem af EU. Dette er baseret på EØS-aftalen mellem EU og Norge.

Iscremefrysere

Der findes på globalt plan millioner af iscremefrysere. Ifølge EU JRC Lot12-Preparatory Study Update 2014 er der 3,14 millioner iscremefrysere i EU, og de forbruger hver fra 2 til 5 kWh/dag med et gennemsnit på ca. 3,5 kWh/dag for en fryser med et glaslåg på ca. 0,6 m². Energiforbruget i EU svarer til godt 4 milliarder kWh/år (4 TWh/år). Markedet er præget af to giganter: Unilever og Nestlé, som køber iscremefrysere og opstiller disse i forretninger. Der er også mange andre aktører.

I Norge er situationen lidt anderledes, eftersom de to globale isgiganter aldrig rigtig har vundet fodfæste her.

Målsætning for projektet

Målsætningen er at forberede danske virksomheder – producenter, importører og slutbrugere – på EU's nye forordninger for salgskølemøbler og forberede udviklingen af deres produkter til at være markedsførende i EU. Herved kan dansk produktion og danske arbejdspladser fastholdes.

Målsætning:

- 1) Gøre supermarkedskølemøbler mere energieffektive. I projektet er målsætningen en 20 % energibesparelse for Elcolds iscremefryser.
- 2) Fastholde dansk produktion af salgskølemøbler.
- 3) Dansk markedsførerskab inden for udvikling og produktion af energieffektive salgskølemøbler.
- 4) Fastholde danske arbejdspladser.
- 5) Sikre valg af de bedste produkter.

Projektets overordnede fokus er bedst og hurtigst muligt at styrke forankringen af ecodesign- og energimærkningsforordningerne hos danske producenter samt hos slutbrugere af salgskølemøbler. Forankringen hos slutbrugerne vil sikre, at det mere energibesparende produkt vælges. Forankringen hos producenterne vil sikre, at de ikke kommer bagud fra start og mister markedsandele til udenlandske konkurrenter.

Projektet har opnået økonomisk støtte fra ELFORSK.

Projektbeskrivelse

Projektets overordnede fokus er bedst og hurtigst muligt at styrke forankringen af ecodesign- og energimærkeforordningerne hos danske producenter af salgskølemøbler – herunder den danske producent af salgskølemøbler, Elcold i Hobro. Dette vil føre til, at både rådgivere, producenter og forbrugere kan få gavn af energioptimerede produkter hurtigst muligt.

Den norske isproducent Hennig Olsen deltager i projektet som isleverandør og har mulighed for at præge projektet, således at deres ønsker og behov tilgodeses i det udviklede produkt.

Projektet er opdelt i 8 faser:

Fase 1) Opstart og kortlægning af "state of the art" inden for salgskølemøbler samt temadag om dette og ecodesign af supermarkedskølemøbler.

I denne fase undersøges det helt konkret, hvilke teknologiniveauer de forskellige salgskølemøbler ligger på. Disse erfaringer vil munde ud i anbefalinger til de danske producenter samt i en indkøbsguide til supermarkeder. Fase 1 vil ligeledes indeholde formidling af ecodesign- og energimærkningsforordningerne – f.eks. ved temadage på Teknologisk Institut og andre mulige formidlingsplatforme. Derudover kortlægges den benyttede teknologi i iscremefrysere. Der tages udgangspunkt i Elcolds Fokus 131- iscremefryser og konkurrerende produkter.

Fase 2: Test og analyse af eksisterende salgskølemøbel fra Elcold.

Test foregår i laboratorium på Teknologisk Institut. Der opstilles en matematisk model for kølemøblet, og testresultater og beregnede resultater sammenlignes, hvorefter modellen tunes ind.

Fase 3: Vurdering af effektiviseringsmuligheder.

Der opstilles en liste over forbedringsmuligheder. Der foretages kortlægning af ny teknologi, som er fremkommet eller er på vej – herunder nye optimerede kompressorer (f.eks. SECOP's fremtidige generation af kompressorer med naturlige kølemidler), nyt isoleringsskum, vakuum-isoleringspaneler, glaslåger med lav U-værdi, adaptiv styring m.m. For hver mulighed analyseres deres effekt, omkostning og eventuelle andre forhold (bl.a. pålidelighed, service m.v.). Der udvikles forslag til design af prototype med (mindst) 20 % besparelse ift. eksisterende model.

Fase 4: Bygning af prototype.

Elcold bygger prototype ud fra resultater i Fase 3.

Fase 5: Teknologisk Institut tester prototypen efter EN16901 i klimakammer.

Testrapport udføres, og testresultatet analyseres. Hennig Olsen får lejlighed til at se og kommentere på prototypen – herunder at komme med ønsker til den næste prototype og slutresultatet.

Fase 6: Der bygges endnu en prototype ud fra resultater fra fase 5 og analysen af testresultatet.

Fase 7: Prototype 2 testes og testrapport udarbejdes.

Fase 8: Slutrapport.

Der udarbejdes slutrapport for alle dele af projektet. Rapporten indeholder også analyser af energiforbrug, omkostninger og miljø. Der udarbejdes et paper til en international konference.

I forlængelse af projektet vil produktet blive produktionsmodnet og markedsført.

Ny teststandard EN 16901

Der blev i august 2015 offentliggjort et nyt udkast til teststandard for iscremefrysere: EN16901. Der er tale om en variant af den tidligere standard EN23953 for salgskølemøbler med test ved lågeåbninger og test med testpakker.

Teknologisk Institut har tidligere testet flere iscremefrysere efter den "gamle" standard for bl.a. de svenske energimyndigheder

Projektdeltagere

Elcold (dansk producent af salgskølemøbler) bidrager med kortlægning af eksisterende og ny teknologi. Elcold bygger prototyper og deltager i analyser af nye tiltag for at energieffektivisere produkterne.

Teknologisk Institut, Køle- og Varmepumpeteknik (projektleder). Teknologisk Institut har haft den daglige kontakt med ELFORSK-sekretariatet.

SECOP (tidligere navn Nidec) deltager i diskussionerne om nye koncepter og tilbyder prototyper af nye kompressorer.

Hennig Olsen Is er aftager og bruger af iscremefrysere. Hennig Olsen Is deltager med at komme med ønsker til fremtidens iscremefrysere.

Elcold

Elcold er en danskejet produktionsvirksomhed med ca. 70 ansatte. Elcold er placeret uden for Hobro og har eksisteret siden 1960'erne. Elcold producerer kummefrysere til husholdningsbrug og til professionelt brug. Herunder kan nævnes iscremefrysere og kølemøbler til supermarkeder af plug-in-typen. Elcold laver også lavtemperaturprodukter og andre specialprodukter. Elcold er kendt for solide og gode produkter med naturlige kølemidler. Mads Frank er tovholder for Elcold.

SECOP (tidligere Danfoss Compressors og Nidec)

Det har haft stor betydning, at Danfoss og Danfoss Compressors (nu SECOP) har relation til Danmark (SECOP har dog hovedkvarter i Flensborg). Der er i udviklingsarbejdet ofte benyttet prototyper og nyudviklede kompressorer og kontroludstyr herfra. Derfor er de danske producenter ofte kommet først på markedet med energieffektive og miljøvenlige produkter. Omvendt har komponentleverandører som SECOP kunnet benytte Danmark som laboratorium til test af nye produkter. SECOP's hovedkvarter ligger som nævnt i Flensborg, og produktionen finder sted i Østrig, i Slovenien og i Kina. Morten Henrik Lund er tovholder for SECOP.

Hennig Olsen Is

Hennig Olsen har næsten 50 % af det norske marked for iscreme og er en af Elcold's trofaste kunder. Hennig Olsen har ønske om at levere energieffektive iscremefrysere til sine kunder og har i projektet mulighed for at præge den næste generation af iscremefrysere, således at firmaets behov og interesser kan inddrages. Tovholder hos Hennig Olsen Is er Thor Eivind Ruud.

Teknologisk Institut

Teknologisk Institut er et selvejende teknologisk serviceinstitut, som hjælper kunder med teknologisk service. Instituttet har store laboratoriefaciliteter, og i dette ELFORSK-projekt er der udført akkrediterede test efter EN16901 i to af klimakamrene i Taastrup. Teknologisk Institut er projektleder for projektet. I projektet har følgende personer været nøglepersoner: Rasmus Borup, Nis Peter Reinholdt, Hans Walløe og Per Henrik Pedersen (projektleder).

3. State of the art

Basismodellen er Elcolds iscremefryser Fokus 131. Det er en iscremefryser i mellemstørrelse, og det er den model, der produceres flest af.

Teknologisk Institut modtog en fryser primo 2017 og placerede den i klimakammer for akkrediteret test. Testen foregik i klimaklasse 4 (+30 °C, 55 % RH), og fryseren var fyldt med testpakker (og målepakker) som angivet i teststandarden (EN16901:2016).



Foto 1: Elcold Fokus 131 i laboratoriet på Teknologisk Institut.

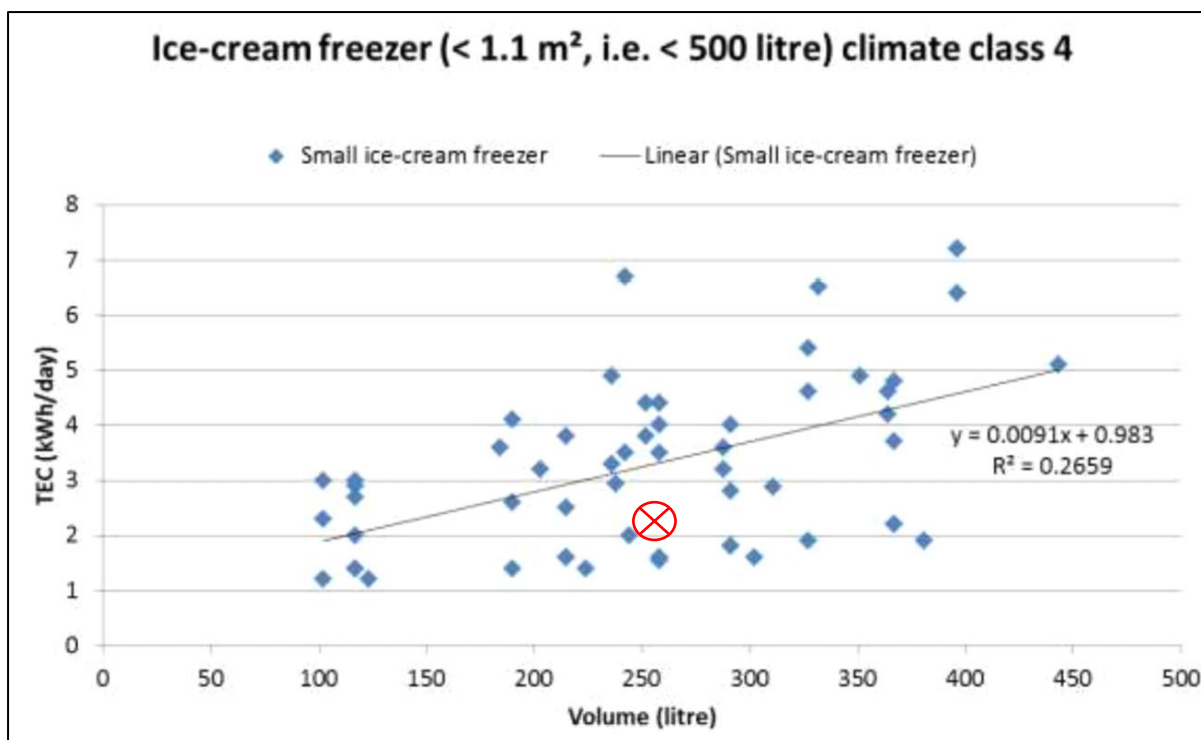
Nettovolumenet blev målt til 256 liter (som er lidt større end oplyst af Elcold: 254 liter), og elforbruget blev målt til 2,252 kWh/dag.

Dette svarer til et energieffektivitetsindex på 52,3 % – svarende til energiklasse E i de netop vedtagne EU-forordninger.

Se eventuelt yderligere detaljer i kapitel 4 og i appendiks D.

Forstudie for EU-forordningerne

I forbindelse med forstudierne for EU-forordningerne blev der udarbejdet flere analyser – bl.a. af elforbruget af eksisterende iscremefrysere. Nedenstående figur viser elforbruget som funktion af størrelsen af iscremefrysere:



Figur 1: Data for elforbrug af iscremefrysere. Kilde: Preparatory Study update, EU Joint Research Center, 2014.

Man kan se af figuren ovenfor, at Elcolds Fokus 131 allerede ved starten af projektet ligger i den pæne ende af feltet (rød markering).

Det formodes, at de data, som ligger bedst i figuren, er fra iscremefrysere med vandrette låger eller måske med faste låger. Elcold Fokus 131 har buede glaslåger. Som det vises i kapitel 6, har iscremefrysere med vandrette glaslåger en fordel, når det drejer sig om isoleringsevnen for lågerne.

Topten

”Topten” er et forbrugerorienteret produktsøgningsværktøj, som har fået økonomisk støtte fra bl.a. EU-Kommissionen.

Følgende billede kan ses på linket:

<http://www.topten.eu/english/professional-refrigerators/ice-cream-freezers.html>

The screenshot shows a comparison table for five ice cream freezers. The table is as follows:

	AHT	AHE	AHT	Liabhart	Inefficient model
Brand	AHT	AHE	AHT	Liabhart	
Model	Rio H125G R600a Rio H68S R600a Rio H100S R600a Rio H150S R600a	Rio H125G R600a Rio H68G R600a Rio H100G R600a Rio H150G R600a	Rio S125 R600a Rio S68 R600a Rio S100 R600a	GTEP 3302	
Electricity costs (€ in 8 years)	526	701	818	942	3259
Net volume (liters)	302	291	258	261	291
Storage temperature (°C)	-14...-23	-14...-23	-14...-23	-10...-24	-18...-23
Draft energy index	24.2	33.2	42.1	48.2	154.2
Energy (kWh/year)	328.5	439	511	589	2037
Refrigerant	R600a	R600a	R600a	R600a	R502
Cooling	Static	Static	Static	Static	Static
Countries available	EU	EU	EU	AT, CH, CZ, DT, FR, IT, PT, SE	EU

Figur 2: Screen-dump fra Topten's hjemmeside. Man kan se fire iscremefrysere med et lille energiforbrug. Listen repræsenterer de mest energieffektive apparater i Europa. Det ses, at de to første af dem (og nummer fire) er med vandrette glaslåger og den sidste (det tredje produkt fra venstre) er med buede glaslåger (nummer tre på listen).

Produkterne på Topten's hjemmesider er (blandt) de mest energieffektive på det europæiske marked.

4. Matematisk model og beregninger

Matematiske modeller

Første opgave i arbejdet med at indfri energibesparelser på Elcolds iscremefryser var en kortlægning af de forskellige elektriske forbrug i apparatet samt deres bidrag til det samlede elforbrug. Dette blev prioriteret for effektivt at kunne identificere, hvor det var mest økonomisk rentabelt at ændre iscremefryseren. Fremgangsmåden var at indtaste eller beregne alle bidrag til energiforbruget i Excel. Herefter var det muligt at ændre hvert bidrag og aflæse, hvad det betyder for det årlige energiforbrug, når parametrene ændres.

Excel-model

Herunder ses et udklip fra Excel-modellen

Kuldebelastning / Kompressor model		NBY1118Y (Kompressor udgangspunkt)	NBY1118Y	NBY1118Y	NLU11KK.1
Ændring			50% varmelegeme	0% varmelegeme	NLU kompressor 0% varmelegeme
A Varmelegeme	W	15,8	7,9	0,0	0,0
B Kuldetab gennem overflader	W	42,3	42,3	42,3	42,3
C Glasrude	W	34,4	34,4	34,4	34,4
D Kuldebroer	W	2,6	2,6	2,6	2,6
Total kølekompressorbelastning	W	95,0	87,2	79,3	79,3
Ændring nr.		0	1	2	3
E Kompressor	W	77,9	71,4	65,0	57,6
F Varmelegeme	W	15,8	7,9	0,0	0,0
Total Forbrug	W	93,6	79,3	65,0	57,6
	kWh/24h	2,25	1,90	1,56	1,38
Besparelse	%		15,3	30,6	38,5

Tabel 1: Udklip af Excel-model.

Tabel 1 viser tre forskellige simuleringer (ændring nr. 1-3) sammenlignet med udgangspunktet (ændring 0). Det ses, at med ændring 3 opnås en energibesparelse på 38,5 %. Besparelsen opnås i simuleringerne ved at slukke elvarmelegemet samt ved at udskifte kølekompressoren med en mere energieffektiv model.

Den totale kølekompressorbelastning er summen af kuldebelastningerne A til D. Disse belastninger forklares herunder. Fælles for disse varmebidrag er, at de skal køles væk af kølekompressoren, for at iscremefryseren kan opretholde temperaturkravet på -18 °C

A (og F): Varmelegeme

Der er to direkte elforbrugere i iscremefryseren. Kølekompressoren og elvarmelegemet. Iscremefryseren er opbygget med et elvarmelegeme, som er placeret lige under det buede lågs forreste, nederste kant. Varmelegemet hæver temperaturen på glaslågets overflade, således at kondensdannelse undgås. Det er vigtigt, at kondens undgås, da kondens nedbringer hygiejniveau samt visuelt afskærmer produkterne fra kunderne. Bidraget til elforbruget fra

elvarmelegemet skal ikke beregnes, da dets energiforbrug fremgår direkte af den dokumentation, som følger med produktet.

Elvarmelegemet er en simpel og billig komponent, hvilket er fordelagtigt. Dog bidrager det både til det direkte og det indirekte elforbrug. Dette er tilfældet, idet det meste af den varme, som er nødvendig for at undgå kondens, afgives inde i iscremefryseren og derfor skal fjernes igen af kølekompressoren. Sidstnævnte øger kølekompressorens energiforbrug.

B: Kuldetab gennem overflader

Dette bidrag er det største til kølekompressorbelastningen og stammer fra den varme, som transmitteres fra omgivelserne ind igennem iscremefryserens overflader.

Denne varmetransmission, \dot{Q} , beregnes med nedenstående formel,

$$\dot{Q} = U \cdot A \cdot \Delta T$$

hvor U er varmeoverføringskoefficienten eller U -værdien. Denne parameter siger noget om, hvor meget varme der kan transmitteres ind gennem iscremefryserens konstruktion. For at beregne U -værdien er viden omkring iscremefryserens konstruktion nødvendig, da information om tykkelse og isolans af de forskellige lag indgår i U -værdien.

A er det overfladeareal som kan henføres til U -værdien. Dvs. de arealer, hvor der er en temperaturforskel mellem inderside og yderside af det givne areal.

ΔT er den temperaturforskel, som driver varmetransmissionen ind i iscremefryseren. Under testforholdene var denne forskel $48\text{ }^\circ\text{C}$, hvilket svarer til $-18\text{ }^\circ\text{C}$ nede i fryseren og $+30\text{ }^\circ\text{C}$ i omgivelserne i klimakammeret under test.

Isoleringskummet er polyurethanskum, som er blæst op med cyclopentan, og skummet har varmeledningskoefficienten $0,021\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Dette er verificeret igennem målinger fra leverandøren af skumprodukterne. Isoleringstykkelsen er ca. 75 mm .

C: Glasrude

Elcold har produktblad fra producenten. Glasset har en lavemissionsbelægning på undersiden, og dette virker som et ”spejl” for varmestraling og er med til at forstærke isoleringsevnen. Producenten oplyser en U -værdi på $1,1\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ for vandret placering og lavemissionslaget forneden. I kapitel 6 er der en diskussion af glasrudens betydning.

D: Kuldebroer

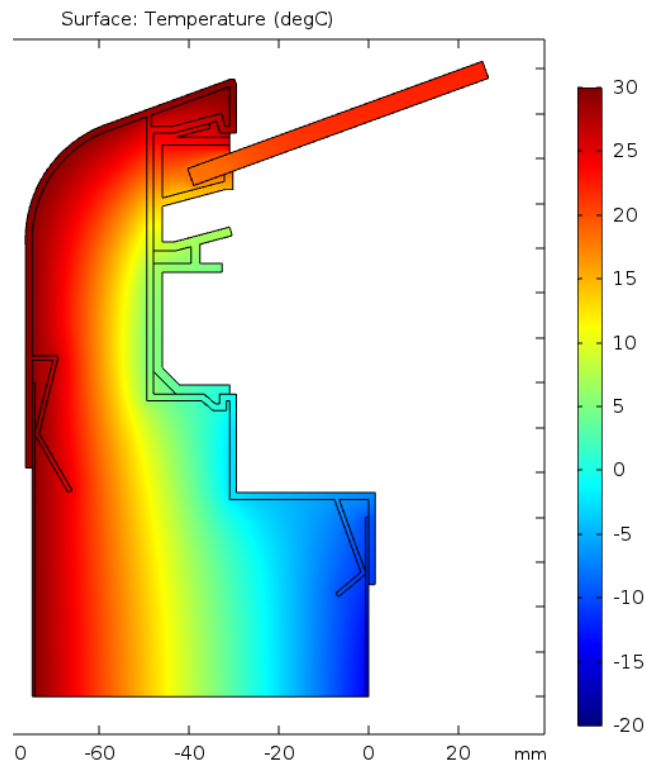
Foruden kuldetabet igennem fryserens store flader eksisterer der også et kuldetab fra kuldebroer, hvilket i praksis udgøres af kanten rundt langs glaslåget. Disse kanter er udformet anderledes og er opbygget af andre materialer, hvilket ændrer transporten af varme igennem dem i forhold til fryserens store flader. Derfor yder de ikke den samme termiske modstand som væggene og vil derfor føre til det, som kaldes en kuldebro.

Ved test af referencemodellen og den første prototype i klimakammer, hvor varmelegemet til kantvarmen var afbrudt, opstod der kondens på glasset som følge af, at glassets temperatur var lavere end dugpunktet, hvilket er udregnet til at være $20\text{ }^\circ\text{C}$ ved testkonditionerne. Derfor er formålet med disse kuldebrosberegninger også anderledes end det traditionelle forsøg på eliminering af kuldebroer: Temperaturen på glasset skal helst øges i forhold til situationen

uden kantvarmelegeme, uden at dette ikke samtidig forøger kuldebroen fra det kølede rum til omgivelserne.

Varmeindfaldet associeret med kuldebroerne beregnes via steady state-simuleringer i multifysikværktøjet COMSOL. Geometrien optegnes virtuelt i 2D i dette tilfælde og omdannes herefter til et net af celler (mesh), som programmet individuelt beregner energitransporten for. Dette er en tilnærmelse af virkeligheden, og generelt gælder det, at desto mere finmasket meshet er, desto mere nøjagtig og dermed virkelighedstro er løsningen. Til gengæld tager det programmets løser længere tid at regne på flere celler.

På figur 3 ses et resultat af kuldebrossimuleringen. Ud over at estimere de 2,6 W til kølekompressorbelastningen gav kuldebrossimuleringerne også et vigtigt input til, hvordan konstruktionen eventuelt kunne ændres med henblik på at minimere disse. Sidst anvendtes simuleringerne også til at vurdere, hvordan elvarmelegemet bedst kunne erstattes med varme fra de første kondensatorviklinger.



Figur 3: Simulering af kuldebroer i COMSOL.

E: Kompressor

Ud fra den totale kølekompressorbelastning kan den matematiske model beregne, hvor meget energi en given kompressor vil forbruge under drift. Energiforbruget beregnes ved hjælp af såkaldte kompressorpolynomier. Disse polynomier er matematiske tilnærmelser, hvis resultat er energiforbrug og kølekapacitet. Polynomierne udvikles af de respektive kølekompressorproducenter ud fra tests udført på fabrikken. Ud over forskellige konstanter indeholder polynomierne kølekompressorens fordampnings- og kondenseringstemperatur. Disse temperaturer kan for kølemidler henføres til, hvilke trykforhold kompressoren arbejder under, og hermed hvor meget energi den vil forbruge under drift.

Fordampnings- og kondenseringstemperaturen er i samarbejde med Elcold antaget til at være henholdsvis $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ og $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ under testforholdene i simuleringerne.

Simuleringerne er udført ved at indtaste polynomierne i en makrofunktion i Excel. Makrofunktionen beregner polynomiernes resultat (energiforbrug og kølekapacitet) ud fra ovenstående input til fordampnings- og kondenseringstemperaturen.

Resultater af simuleringen

Beregningerne i Tabel 1 ovenfor viser, at man ideelt kan spare godt 38 % ved at benytte den nye kompressor fra Nidec (NLU11KK.1) og afmontere elvarmelegemet. Problemet er bare, at der så vil opstå kondens på glasset foran på fryseren. Dette er man nødt til at forhindre, og som det fremgår senere af rapporten, så blev dette problem løst ved at benytte noget af kondensatorvarmen til at forhindre dette. Det koster noget på energiforbruget, så simuleringresultaterne skal ses som ideelle, mulige forbedringer med de rammebetingelser, som findes i projektet.

5. Bygning, test og analyser af prototyper

Referencemåling

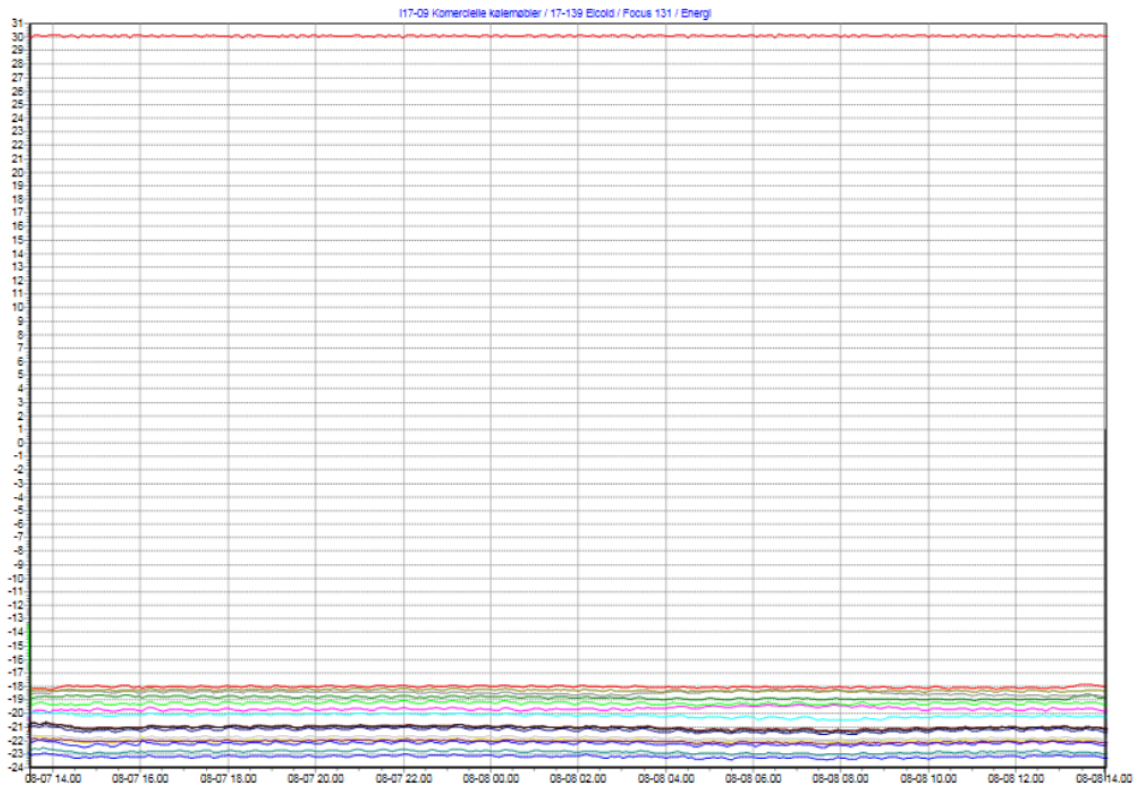
Den første Elcold Fokus 131-iscremefryser, som skulle danne grundlag for de første analyser, blev modtaget på Teknologisk Institut den 20. marts 2017. Herefter gennemgik den en række grundige tests, som forklares nærmere i det følgende.

Første test var en temperatur- og energiforbrugstest efter standarden EN16901:2016. I denne test pakkes iscremefryseren helt op med firkantede pakker, som indeholder en glykoseblanding. Blandingen i pakkerne har samme temperaturegenskaber som magert kød. I et bestemt antal af pakkerne er der indsat temperaturfølere, således at det sikres, at temperaturen i den varmeste pakke holdes under $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, som er kravet i standarden.

Inden testen (som varer 24 timer) startes, sikres det, at iscremefryserens termostat er indstillet til, at den varmeste pakke er lige under $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Dette sikrer et godt sammenligningsgrundlag til de resterende prototypetests.

Resultatet af første test blev et energiforbrug på $2,252\text{ kWh}$ pr. døgn. Under testen var der $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ og 55 \% RH i klimakammeret, som svarer til klimaklasse 4.

Anden test var en døråbningstest (eller rettere: test med åbning af glaslåger). Denne test simulerer kundebesøg og vurderer iscremefryserens evne til at holde temperaturen i pakkerne under $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$ under disse forhold. Som det ses på Figur 4, klarede iscremefryseren fint denne test. Den højeste temperatur under døråbningstesten var lige over $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Horisontale iscremefrysere som Fokus 131 har ofte let ved at klare kravene under døråbningssekvensen, da åbning af de horisontale låger kun marginalt forstyrrer den kolde luftmængde, som ligger nede i kummen.



Figur 4: Temperaturmålinger i målepakker under test med glaslåge-åbninger af referenceiscremefryser i henhold til EN16901:2016.

De efterfølgende tests blev planlagt for at analysere, hvor iscremefryseren kunne energieffektiviseres. Energieffektiviteten af iscremefryserens kølesystem kan vurderes ud fra temperaturmålinger på bestemte steder. På billedet herunder ses nogle af disse temperaturmålinger.



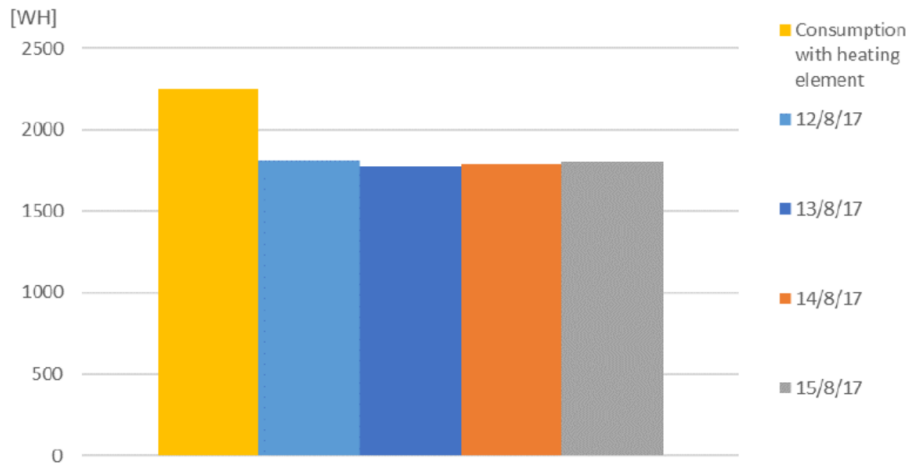
Foto 2: Referenceiscremfryser monteret med ekstra temperaturmålinger.

Som det ses på Foto 2, blev temperaturen bl.a. målt midt på forsiden af iscremfryseren. Inde bag denne forside er kølesystemets kondensator placeret. Denne temperaturmåling kan omregnes til det høje tryk, som kølekompressoren arbejder op imod i kølesystemet. Ligeledes måles temperaturen på indersiden af iscremfryseren. Her er fordampere placeret, og helt analogt til kondensatoren kan det lave tryk i kølesystemet vurderes ud fra denne temperatur. Ud over disse to temperaturer blev en række andre temperaturmålere monteret på iscremfryserens kølesystem.

Disse målinger viste, at kølesystem og komponenter på Elcolds Fokus 131 var veldimensionerede, og at kølemiddelfyldningen var fint afbalanceret. Der henvises til testrapport 300-KLAB-17-139 (bilag) for flere detaljer.

Temperaturen på over- og underside af glasruden blev også målt med henblik på at måle, hvor langt glassets overflade var fra dugpunktstemperaturen. Med elvarmelegemet tændt under test havde oversiden af glasset en temperatur på 26 °C. Ved testkonditionerne var dugpunktstemperaturen ca. 20 °C. Dvs. at der var en fin margin i forhold til at undgå dug.

På Figur 5 ses iscremfryserens daglige energiforbrug i watt-timer med tændt elvarmelegeme henholdsvis slukket. Det ses, at der eksisterer et besparelsespotentiale på ca. 20 % ved at undgå drift med elvarmelegemet tændt.



Figur 5: Når strømmen brydes til elvarmelegemet, reduceres energiforbruget med ca. 20 %. Til gengæld dannes der kondens på glaslågen. Se Foto 3.

Foto 3 viser, at selvom elvarmelegemet bruger ca. 20 % af iscremefryserens samlede energiforbrug, har det en berettigelse. Uden elvarmelegemet dannes der kondens på glasrudens nedre del af oversiden ved testkonditionerne på 30 °C og 55 % relativ luftfugtighed.



Foto 3: Her ses kondensdannelse på forsiden oven på glaslågen, når elvarmelegemet er slukket.

Første prototype

Den første prototype var konstrueret med en NLU13KK.1-kompressor fra projektpartneren SECOP. Denne kompressormodel blev valgt, fordi den var det bedste udgangspunkt for god energieffektivitet og pris for Elcold. NLU-modellerne er såkaldte "fixed speed"-kompressorer, hvilket vil sige, at de har én rotationshastighed. Måden, denne type kompressor regulerer sin kapacitet på, er ved at tænde og slukke. Der findes også "variable speed"-kompressorer, som kan variere deres rotationshastighed. Disse typer kan variere deres

kølekapacitet ved at nedsætte rotationshastigheden. Denne reguleringsmetode er ofte mere energieffektiv, men også væsentligt dyrere og måske ikke så relevant for en iscremefryser, som kører meget i statisk tilstand.

Prototypen blev testet på Teknologisk Institut i starten af 2018, og resultatet var et energiforbrug på 1,491 kWh pr. dag, hvilket er en forbedring på 34 %. Hertil skal det siges, at testen var udført med elvarmelegement frakoblet – dvs. at ca. 14 % af forbedringen kunne tilskrives den nye kompressor.

Iscremefryserens relative gangtid med denne kompressor var 86 %. Dvs. at den var i drift 86 % af tiden i det døgn, den blev testet. Der er altså 14 % overskud af kølekapacitet ved testkonditionerne.

Anden prototype

Denne udgave af iscremefryseren blev konstrueret med en NLU15KK.1-kompressor, som er en større udgave af den kompressor, som var indbygget i første prototype. Dette blev aftalt i projektet for at sikre mere reservekølekapacitet i iscremefryseren, hvis denne skulle blive udsat for højere omgivelsestemperaturer end ved testkonditionerne. Hvis den relative gangtid er 100 %, og omgivelsestemperaturen stiger yderligere, vil temperaturen nede i iscremefryseren begynde at stige.

En anden ting, som var ændret ved denne udgave, er, at der nu er ændret på kondensatorens udformning i stedet for at sende strøm gennem et elvarmelegeme. Kondensatoren er viklet rundt om iscremefryseren og afgiver varmen mellem iscremefryserens yderste overflade og isoleringsskummet. Ændringen bestod i, at den første kondensatorvikling, som har en temperatur på omkring 50 °C, blev flyttet længere op, så denne kunne fungere på samme vis som elvarmelegemet (hæve temperaturen på glaslågets overflade, således at kondens undgås).

Iscremefryseren blev sat op i klimakammeret i juli 2018, og resultatet af temperatur- og energitesten for denne prototype blev 82 % relativ gangtid. Dvs. at det lykkedes at øge reservekapaciteten – dog ikke så meget som forventet. Energiforbruget blev målt til 1,826 kWh pr. dag. Der blev ikke observeret nogen kondens på glaslåget, men temperaturen herpå blev målt til 22,5 °C, hvilket vil sige, at der er 2,5 °C ned til dugpunktet.

Tredje prototype

Da NLU15KK.1-kompressoren ikke bevirkede ret meget mere reservekølekapacitet, blev det besluttet at gå tilbage til NLU13KK.1-kompressoren. Ud over dette blev kondensatorviklingen, som skulle modvirke kondens på glasruden, rykket tættere på glasruden i iscremefryserens konstruktion. For at hæve temperaturen yderligere over dugpunktet på glasruden blev der ført to viklinger af kondensatoren op til glasruden frem for én.

Resultatet af testen var et energiforbrug svarende til 1,743 kWh pr. døgn. Temperaturen på glasruden blev målt til 24 °C, hvilket var en ændring på 1,5 °C i forhold til anden prototype.

6. Test af ”endelig” model

Tabel 2 viser et overblik over energiforbruget for de enkelte prototyper. Det ses også, om der blev dannet kondens eller ej på glaslågen, samt hvilke ændringer der er udført på hver udgave af iscremefryseren gennem projektet.

	Energiforbrug pr. døgn [kWh]	Kondens på glastrude	Ændring
Reference	2,252	Nej	Ingen
Første prototype	1,491	Ja	NLU13-kompressor, 0% varmelegeme
Anden prototype	1,826	Nej	NLU15-kompressor, 1 kondensatorvikling under glaslåge
Tredje prototype	1,743	Nej	NLU13-kompressor, 2 kondensatorviklinger under glaslåge

Tabel 2: Overblik over prototypernes energiforbrug, kondensdannelse samt udførte ændringer.

Som det ses af tabel 2, er den tredje og sidste prototype den mest energieffektive iscremefryser uden kondensdannelse på glaslågen. Derfor var det denne konfiguration, som den endelige model blev opbygget omkring.

En sidste ændring, som blev testet i projektet, var bedre varmetransmission mellem fordamperrør og kummens inderside. Ændringen sikrer, at der er varmeledende materiale alle steder rundt om fordamperrøret, hvilket øger fordampers effektivitet.

Resultatet af temperatur- og energitesten var 1,640 kWh pr. døgn. Der blev ikke observeret kondens under testen. Dette resultat svarer til, at iscremefryserens energiforbrug blev reduceret med 27 %.

7. Diskussion

Glaslågers effekt

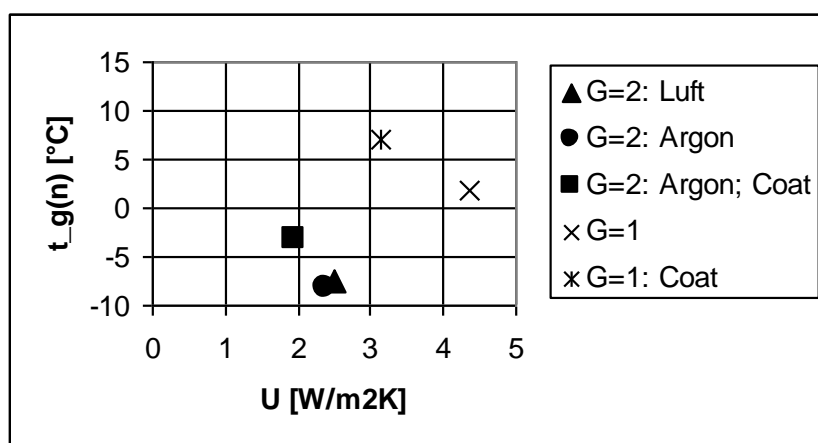
I et projekt hos Teknologisk Institut i 1999 – 2000 blev der kørt et F&U-projekt med iscremefrysere med vandrette glaslåger, og i den forbindelse blev der foretaget en analyse af glaslågers betydning (Pedersen, P.H. et al: Udvikling af energibesparende iscremefryser, Teknologisk Institut, juni 2000) – herunder betydningen af lavemissionsbelægning på undersiden af glasset, betydningen af dobbelt glas og betydningen af argon imellem glas. Analysen konkluderede, at der opstår et stillestående luftlag, når der haves vandrette låger med lavemissionsbelægning, og dette stillestående luftlag medvirker til at reducere varmetransmissionen. Det medvirker også til at hæve temperaturen af glasset og derved undgå kondens (og rimdannelse) på glasset.

I prototyperne i det gamle projekt anvendtes en dobbelt glastrude mod en enkeltrude i standardmodellen. Begge rudesystemer er coatede på undersiden – dvs. på den glasoverflade, der vender ned mod iscremen. Det, at det netop er på undersiden, er vigtigt, idet det her gælder om at opretholde en høj glastemperatur for herved at undgå kondens og rimdannelse. Belægningen virker som et ”spejl” imod varmestråling.

Dobbeltruden har en lavere U-værdi end enkeltruden, men er en dyrere, tungere og en mindre robust konstruktion. Der er derfor foretaget flere analyser af rudekonstruktionens betydning for den samlede energibesparelse. Beregning af U-værdierne er foretaget efter ISO-norm 10292.

Første analyse (uden stillestående luftlag)

Figur 6 viser sammenhørende værdier af glastemperaturen som funktion af U-værdier for fem alternativer: Tre ruder med dobbeltglas (G=2) og to med enkeltglas (G=1). Af de tre med dobbeltglas er én luftfyldt, og de to resterende er argonfyldte. Én af dobbeltruderne er coated på undersiden, samtidig med at den er argonfyldt, ”G=2: Argon; Coat”, dvs. identisk med den, der anvendes i de nye fryser. Af de to enkeltruder er den ene coated på undersiden, ”G=1; Coat”, hvilket er den, der anvendes i standardfryseren.

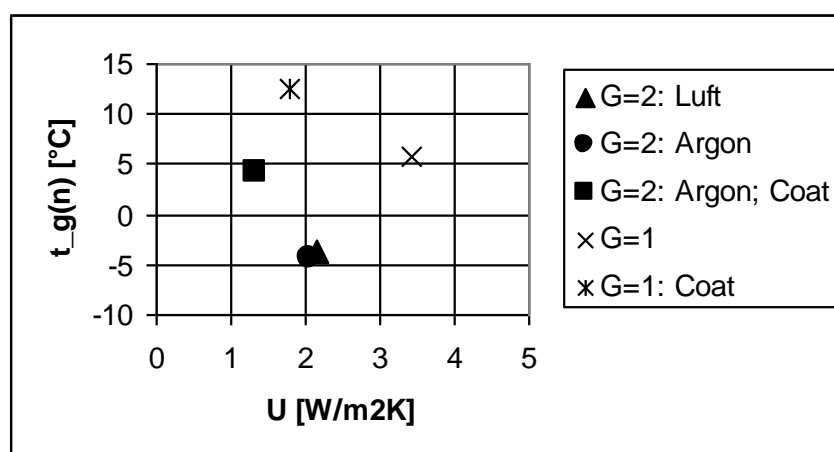


Figur 6: Sammenhørende værdier af U-værdi og glastemperatur (nederste glas ved dobbeltruder) uden stillestående luft.

Beregningen er foretaget under standardtemperaturbetingelser – dvs. ved en omgivelsestemperatur på 25 °C og med en temperatur i kummen på –20 °C.

Anden analyse: (med stillestående luftlag)

Man ser af figur 6, at dobbeltruderne har de laveste U-værdier, men også glastemperaturer under frysepunktet. Fra praksis vides, at dette ikke er acceptabelt, da ruden så efterhånden vil tilrimes. Fra observationer i laboratoriet med de forskellige prototyper med dobbeltrude vides også, at glastemperaturen ikke har været under frysepunktet, hvilket har givet anledning til en formodning om, at der er et stillestående luftlag mellem den nederste glastrude og varen i kummen. Beregningen i henhold til ISO-standarden tager ikke højde for dette og er derfor modificeret, så den omfatter et sådant lag. Resultatet er vist på figur 7.



Figur 7: Sammenhørende værdier af U-værdier og glastemperatur (nederste glas ved dobbeltruder) med et stillestående luftlag på 2 cm under ruden.

Af figur 7 ses blandt andet, at glastemperaturen af den coatede dobbeltrude nu er over frysepunktet, hvilket svarer til observationerne i praksis, men også – og hvad der måske er lige så interessant – at den resulterende U-værdi for enkeltruden nu er relativt lavere end for beregningen **uden** luftlag. Selvom U-værdien fortsat er højere for enkeltruden end for den konkurrerende dobbeltrude, er forskellen relativt mindre.

Da beregningen ”med stillestående luftlag” samtidig må formodes at indeholde nogen usikkerhed, skal resultaterne kun tages som rettesnor. Men konklusionen må trods dette være, at man ikke ved fremtidig udvikling kan afvise enkeltruden som løsning, selv ved lavenergi-iscremefrysere, idet den lidt højere U-værdi skal sættes i forhold til andre fordele – specielt pris, brugervenlighed og levetid.

I projektet fra 1999 – 2000 blev der ikke observeret dug på glastruderne under hverken laboratorietest eller i fieldtest. Derfor kan man formode, at glastemperaturen har været endnu højere end de ca. 12,5 °C som vist i Figur 2. Dette kunne indikere, at luftlagets tykkelse ved vandrette glaslåger er større end 2 cm.

Siden det gamle projekt er det blevet standard at benytte iscremefrysere med hældende glaslåger, idet dette formodes at være medvirkende til at skærpe kundernes opmærksomhed på iscremeprodukterne og dermed til at øge salget.

Hældende glaslåger har sværere ved at skabe det stillestående luftlag. I det aktuelle Elforsk-projekt benytter Elcold glaslåger, som er svagt hældende midt på og bagerst på overfladen, mens de er kraftigere hældende foran. Det vurderes, at luften under glasset glider op langs glasset på grund af konvektion, som er skabt af tyngdekraften og den relativt varme luft under glasset. Det er også derfor, at der har været problemer med dugdannelse foran på glaslågerne, så der først var behov for et elvarmelegeme, og at der i den sidste prototype var behov for afsættelse af varme fra overhedningsdelen af kondensatoren på dette sted.

De nye EU-ecodesign- og energimærkningsforordninger kan måske medvirke til (når de træder i kraft), at producenterne i nogen grad vender tilbage til produkter med vandrette låg.

Resultater set i relief af Topten-listen

Hvis man sammenligner resultatet af dette projekt med Topten-listen for iscremfrysere (Figur 2), så kan man se, at den nye fryser kommer ind på en tredjeplads. De to foranliggende frysere er begge med vandrette glaslåger. Derved er den nye fryser den mest energieffektive iscremfryser med hældende glaslåger. Dette må betragtes som et flot resultat.

Elcold har i projektet forsøgt at få glasleverandøren til at levere (endnu) mere energieffektive glaslåger (bl.a. med dobbelt glas), men det har leverandøren ikke kunnet levere. Det er muligt, at de nye EU-forordninger vil sætte gang i en proces, så der i fremtiden kan komme glaslåger med lavere U-værdi.

8. Konklusion

Der er i dette projekt udviklet og testet en ny iscremefryser, som forbruger 27 % mindre energi sammenlignet med den eksisterende iscremefryser Elcold Fokus 131.

Projektet er et samarbejde mellem Elcold, Hennig Olsen Is, Nidec og Teknologisk Institut. Projektet har modtaget økonomisk støtte fra ELFORSK.

I projektet er der undersøgt flere forskellige tiltag til energieffektivisering, og det blev besluttet at satse på følgende tiltag: Benytte ny, effektiv kompressor (Nidec NLU13KK.1), afmontere elvarmelegeme og i stedet benytte lidt af kondensatorvarmen til at forhindre dug på glaslågerne. Endelig blev varmetransmissionen mellem fordampere og inderkabiner forbedret.

Undervejs i projektet blev der vedtaget nye EU-ecodesign- og energimærkningsforordninger, og hovedpunkterne i disse er beskrevet i appendiks B i denne rapport. Disse forordninger vil kraftigt medvirke til, at energieffektivitet bliver en større konkurrencefaktor i fremtiden.

Der er i projektet udarbejdet en indkøbsguide, som indkøbere af salgskølemøbler (inklusive iscremefrysere) kan benytte. Indkøbsguiden kan ses i Appendiks C.

Desuden er der udviklet en ”energimærkeberegner”. Dette Excel-værktøj kan benyttes til at bestemme energimærket for iscremefrysere og flaskekølere, når man kender energiforbruget og størrelsen af apparatet (volumen).

Den nye iscremefryser har et elforbrug på 1,64 kWh/døgn ved klimaklasse 4 (+30 °C, 55 % RH) og et energieffektivitetsindex (EEI) på 38,1 % (et gennemsnitsprodukt i EU svarer til EEI = 100 %). Energiklassen er D.

Den nye fryser er mere energieffektiv end det bedste produkt med hældende glaslåger på Topten’s liste over de mest energieffektive iscremefrysere på det europæiske marked. Den nye fryser kan blive placeret som det tredje mest energieffektive produkt på listen – efter to produkter med flade glaslåger, som er nemmere at gøre energieffektive.

Herved er den nye fryser formentlig den mest energieffektive iscremefryser med hældende glaslåger.

Elcold starter nu med at gøre den nye iscremefryser klar til produktion og markedsføring. Hele serien af Elcold’s Fokus-iscremefrysere vil blive ændret til det nye koncept.

Appendiks A: Artikel om projektet og dets resultater

Iscremefryser med 27% mindre energiforbrug

I et udviklingsprojekt, som er støttet af ELFORSK, er der ved en række tiltag opnået en energibesparelse på 27 % i forhold til den oprindelige model. Projektet er et samarbejde mellem Elcold (producent af iscremefrysere), Nidec (producent af kølekompressorer), Hennig Olsen Is og Teknologisk Institut, som leder projektet.

Elcold ligger ved Hobro og producerer ca. 40.000 iscremefrysere om året. Blandt kunderne er Hennig Olsen Is, som er Norges største producent af flødeis. Elcold har i samarbejde med Hennig Olsen Is gjort meget ud af et design, som præsenterer indholdet af produkterne på en indbydende måde. Elcold benytter naturlige kølemidler i deres iscremefrysere og har stort fokus på at udvikle energieffektive produkter.

Der har i nogen tid været EU-ecodesign- og energimærkningsforordninger på vej, og disse blev i slutningen af januar 2019 stemt igennem i EU's Regulerende Komité. Disse træder i kraft i marts 2021, og det vil i høj grad gøre energieffektivitet til en konkurrencefaktor. Derfor er producenter af iscremefrysere (og andre salgskølemøbler) i gang med at forberede dette, så deres produkter kan opnå den bedst mulige energimærkning.

Dette er også tilfældet for dette projekt. Da projektet startede, vidste vi ikke helt, hvordan reguleringen ville blive, men formålet var at forbedre energieffektiviteten, da dette var en åbenlys forbedring i forhold til de forventede ordninger. Målsætningen i projektet var at reducere energiforbruget med 20 %, samt at produktet skal være konkurrencedygtigt, produktionsvenligt og salgsfremmende.

Projektet startede med at teste den eksisterende iscremefryser Fokus 131 (254 liter netto) efter den nye teststandard, som er blevet udviklet i forbindelse med de kommende EU-reguleringer. Energiforbruget blev målt til 2,25 kWh/døgn. Herefter blev der bygget prototyper, som blev testet, og resultaterne blev analyseret. Der blev bygget, testet og analyseret i alt fire prototyper, indtil projektgruppen var tilfreds med resultatet.

Slutresultatet er, at energiforbruget blev målt til 1,64 kWh/døgn, hvilket er en besparelse på 27 % i forhold til den oprindelige model. Energibesparelsen er sket ved at benytte en bedre kompressor, ved at undgå et lille varmelegeme under glaslåget og i stedet undgå dugdannelse på en alternativ måde samt at forbedre køleprocessen ved bedre varmeovergang fra varmevekslerne i systemet.

I forbindelse med, at der er skabt enighed om de nye EU-forordninger, er der udarbejdet en "Energimærkeberegner", som er baseret på de kriterier og algoritmer, som er indeholdt i forordningerne. Der er tale om et Excel-baseret regneark, hvor man ved indtastning af energiforbrug og størrelse af apparatet kan få beregnet energieffektivitetsindex (EEI) og energiklasse.

Det kommende energimærkningssystem er meget skrappt, idet der fra starten af ikke vil være produkter i de to bedste energiklasser (A og B). Når man indtaster data fra den oprindelige model, får man et energieffektivitetsindex på 52,3 % svarende til energiklasse E. Når man

indtaster værdier for den sidste prototype, får man $EEI = 38,1\%$ og energiklasse D (et gennemsnitsprodukt i EU svarer til $EEI = 100\%$).

Elcold går nu i gang med at forberede kommercialisering af den nye generation af iscremefrysere.

ELFORSK-projektet afsluttes ved udgangen af maj 2019.



Foto af prototype af Fokus 131 kommercielt og under akkrediteret døråbningstest i klimakammer på Teknologisk Institut.

Appendiks B: Nye EU-ecodesign- og energimærkningsforordninger for salgskølemøbler

Der er vedtaget en ny codesign-forordning for salgskølemøbler. Forordningen blev stemt igennem med kvalificeret flertal på et møde i den Regulerende Komité i EU den 29. januar i år. I forlængelse af mødet blev der ligeledes opnået enighed om en ny energimærkningsforordning for salgskølemøbler. Hermed mangler der blot nogle verificeringer, som oftest er af formel karakter, før forordningerne træder i kraft.

Forordningerne omhandler salgskølemøbler:

- Supermarkedskølemøbler (både remote og plug-in)
- Flaskekølere
- Iscremefrysere
- Kølede automater
- 'Gelato'-iscremefrysere (til kugler til isvafler).

Forordningerne indfører energimærkning og codesign-krav fra den 1. marts 2021.

Energimærkning

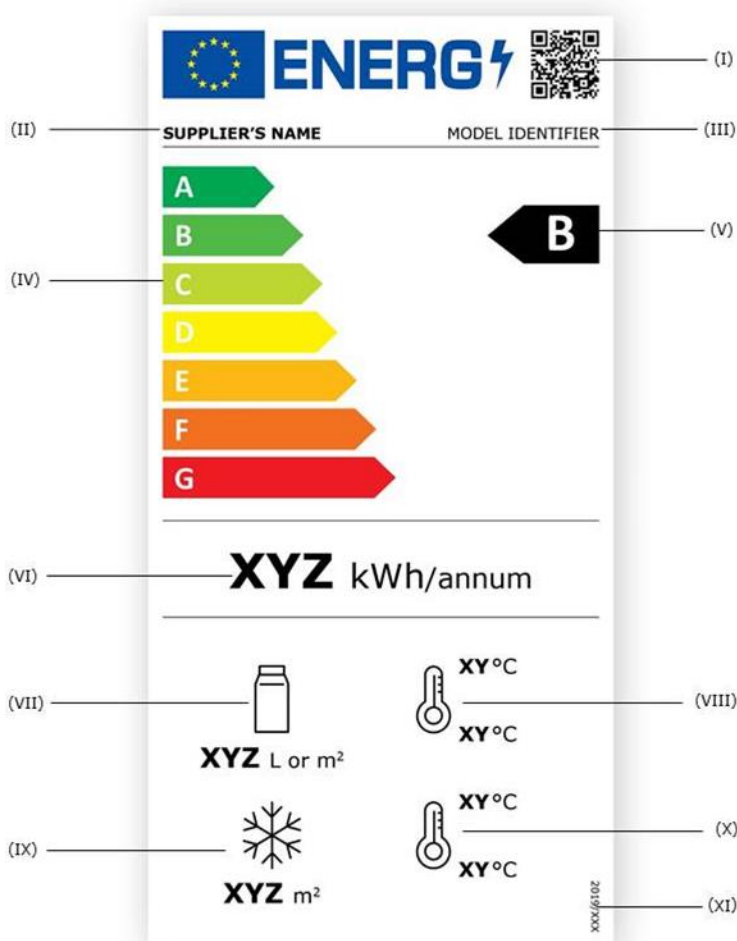
Følgende tabel angiver, hvilken energiklasse produkterne kan opnå i forhold til deres EnergiEffektivitetsIndeks (EEI).

Energiklasse	EEI
A	$EEI < 10$
B	$10 \leq EEI < 20$
C	$20 \leq EEI < 35$
D	$35 \leq EEI < 50$
E	$50 \leq EEI < 65$
F	$65 \leq EEI < 80$
G	$EEI \geq 80$

Energiklasser i den nye forordning for salgskølemøbler.

Kravene for at komme i de bedste energiklasser er meget skrappe. Når ordningen træder i kraft i 2021, vil der formentlig ikke være nogen produkter i de to bedste energiklasser.

I forordningerne og senere i denne artikel beskrives det, hvordan EEI bestemmes for de forskellige salgskølemøbler.



Sådan kommer energimærket til at se ud for salgskølemøbler (flaskekølere og iscremefrysere har dog en variant af dette energimærke). Forneden til venstre er oplyst størrelsen af apparatet i volumen (automater) eller TDA (Total Display Area, supermarkedskølemøbler og 'gelato'-ismaskiner), hhv. køl og frost. Forneden til højre oplyses temperaturniveauet i kølemøbler (maks. og min.) i hhv. kølemøbler og frostmøbler.

Ecodesign-kriterier

Ecodesign-forslaget beskriver, at man fra den 1. marts 2021 ikke må sælge produkter med $EEI > 100\%$, og at man fra den 1. september 2023 ikke må sælge produkter med $EEI > 80\%$.

For iscremefrysere er kravene skrapere: Fra den 1. marts 2021 må der ikke sælges produkter med $EEI > 80\%$, og fra den 1. september 2023 må der ikke sælges produkter med $EEI > 50\%$.

Der er desuden krav til, at man skal kunne adskille komponenter i forbindelse med skrotning af produktet. Man skal endvidere kunne reparere produktet ved at udskifte termostater, startrelæer, printplader, software, temperatursensorer, lamper og tætningslister, og producenten skal kunne supplere disse reservedele i otte år efter produktionen. Der kan hentes flere detaljer om dette i selve forordningen.

Der skal ligeledes udarbejdes tilgængelig teknisk dokumentation, som verificerer de oplyste værdier i forbindelse med f.eks. markedsovervågning.

Teststandarder

Der er i de senere år udarbejdet en række nye teststandarder for produktgrupperne. Dette er sket, fordi EU-forordningerne har været ventet. Tidligere var der én teststandard (EN23953), og denne gælder nu kun for supermarkedskølemøbler.

De gældende teststandarder:

- Flaskekølere: EN16902:2016
- Iscremefrysere: EN16901:2016
- Kolde automater: EN50597:2015
- 'Gelato'-iscremefrysere: EN16838: 2016
- Supermarkedskølemøbler: EN23953:2015.

Teknologisk Institut har alle disse standarder og har foretaget akkrediterede test efter dem alle – på nær for 'gelato-iscremefrysere'.

Test foregår i klimaklasse 3 (25 °C, 60 % RH) – på nær for iscremefrysere og 'gelato'-iscremefrysere, hvor der benyttes klimaklasse 4 (30 °C, 55 % RH).

Bestemmelse af EEI

EnergiEffektivitetsIndeks (EEI) bestemmes på følgende måde:

$EEI = AE/SAE$

AE: Årligt energiforbrug i kWh

SAE: Standard årligt energiforbrug i kWh.

SAE for en produktkategori bestemmes med følgende algoritme, hvor Y udtrykker størrelsen af apparatet, og konstanterne M og N er karakteristiske for produktkategorien:

$$SAE = (M+N*Y)*365*C*P$$

Der er indført en faktor P, som er 1,0 – på nær for plug-in-supermarkedskølemøbler, hvor P = 1,10. Det vil populært sige, at plug-in-supermarkedskølemøbler må forbruge 10 % mere end remote-kølemøbler.

Der er indført en faktor C, som vil være 1,0 – på nær for visse supermarkedskølemøbler og automater. C korrigerer for temperaturklasser og ligger i området fra 0,82 til 1,15. Se flere detaljer om dette i selve forordningen.

Størrelsen af apparatet, Y: For flaskekølere, iscremefrysere og automater benyttes volumen i liter. For flaskekølere er det bruttovolumen (Gross volume), mens det er nettovolumen for iscremefrysere og automater. Flaskekølere og iscremefrysere beregnet til varmt klima har lov til at forbruge lidt mere energi. Se flere detaljer i forordningen.

For andre produkter (supermarkedskølemøbler og 'gelato'-ismaskiner) benyttes TDA (Total Display Area) i m² (i stedet for volumen).

Undtagelser fra forordningen

Følgende er undtaget:

- Apparater, som er drevet med andet end el
- Apparater, som har et kølesystem uden kompressor (bl.a. absorption, termoelektrisk)
- Selve kølesystemet til remote-anlæg (f.eks. condensing unit)
- Anlæg til forarbejdning (f.eks. softicemaskiner)
- Anlæg med levende fisk og skaldyr, vandtanke m.v.
- Salatbarer
- Kølede horisontale ”serv over counters” med integreret kølet lager
- ”Serv over counters” til fisk, som køles med ’flaked ice’
- Apparater, som modtager kold luft fra ekstern kølemaskine
- Automater til frostvarer
- Hjørnekabinetter
- Vinkølere og minibarer.

Minibarer og vinkøleskabe er reguleret i forordningerne for husholdningskølemøbler.

Dansk produktion

I Danmark har vi produktion af iscremefrysere hos Elcold i Hobro, af flaskekølere hos Vestfrost Solutions i Esbjerg og af remote-supermarkedskølemøbler hos Knudsen Kølning i Køge.

Der er flere aktører, som sælger og installerer produkterne – bl.a. Superkøl, Vibocold, Carrier, Bundgaard, Vojens Køleteknik og mange andre medlemmer af Autoriserede Kølefirmaers Brancheforening (AKB).

Købere og brugere

Supermarkedskølemøblerne bliver selvsagt købt af supermarkedskæder. Flaskekølere bliver hovedsageligt købt af de to store danske bryggerikæder, som også er distributører af produkter fra de to store multinationale sodavandsproducenter. Bryggerikæderne opstiller apparaterne gratis i supermarkedet, mod at det er deres egne produkter, som sælges fra kølerne. Nogle supermarkeder/kiosker køber dog deres egne flaskekølere uden om disse firmaer. Der gælder noget lignende for iscremefrysere.

Supermarkedskølemøbler: plug-in og remote

Begge typer af supermarkedskølemøbler er udbredt i Danmark. Fordelen ved plug-in-kølemøbler er, at de er forholdsvis billige at installere og fleksible at flytte rundt på. Ulemperne er, at den afgivne varme fra kølesystemet afgives inde i supermarkedet og skal fjernes (især om sommeren). Fordelen ved remote-anlæg er, at de er mere energieffektive og fjerner varmen, som afgives, uden for supermarkedet. Det skal nævnes, at det ikke er alle, som er enige om, at energiforbruget er større for plug-in-systemer.

Markedskontrol

Det er de nationale myndigheder, som er ansvarlige for markedskontrol. I Danmark er det Sikkerhedsstyrelsen. Der er dog samarbejde mellem en række lande i EU-projektet EEpliant, hvor der foretages markedskontrol af bl.a. husholdningskølemøbler og professionelle kølemøbler til bl.a. storkøkkener. Noget tilsvarende kan man måske forestille sig for salgskølemøbler i fremtiden.

Markedskontrol foretages ved at indkræve dokumentation for de deklarerede værdier for bl.a. energieffektivitet. Markedskontrol kan også foregå ved at indkalde produkter til test. Hvis

produktet fejler ved denne test, indkaldes yderligere tre produkter til test, og hvis disse igen fejler, vil produktet ikke være i overensstemmelse med forordningen, hvilket vil blive meddelt til de andre medlemslande.

Tolerancen ved test: Volumen (eller TDA) må ikke være mere end 3 % mindre end den deklarerede værdi, og energiforbruget må ikke være mere end 10 % større end den deklarerede værdi.

Foreløbig vurdering

Det er godt, at det ser ud til, at der kommer forordninger for salgskølemøbler. Alle aktører har ventet på dette. Analyser viser, at der er store potentialer for energibesparelser.

I Anneks V i forslaget til ecodesign-krav er der givet en dataliste for ”benchmarks” for de mest energieffektive produkter. Disse data svarer til et EEI på typisk 30 – 50 %, hvilket svarer til energiklasse C og D.

Det vurderes, at implementering af forordningerne vil ”dræbe” mange (og måske alle) åbne kabinetter – det vil sige kabinetter uden glaslåger og -døre. Der har gennem tiden været en stadig diskussion om, at glasdøre og glaslåger i supermarkedskølemøbler vil reducere salget. Tendensen er dog, at flere og flere supermarkedskæder accepterer glasdækning.

I tidligere udkast var der ikke forskel på behandlingen af remote- og plug-in-kølemøbler. I de vedtagne forordninger hæves referenceenergiforbruget for plug-in med 10 % i forhold til remote-kølemøbler. Det kan diskuteres, om det er hensigtsmæssigt. Dette bliver revurderet i forbindelse med revision af forordningen efter fire år.

Link til forordningerne

Ecodesign:

http://ec.europa.eu/transparency/regcomitology/index.cfm?do=search.documentdetail&doc_id=17154&doc_id=60277&version=2

Energimærkning:

[https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1552389608564&uri=PI_COM:C\(2019\)1815](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1552389608564&uri=PI_COM:C(2019)1815)

Appendiks C: Indkøbsguide

Denne indkøbsguide retter sig mod supermarkeds kæder, andre butiksejere, installatører, konsulenter og andre, som har indflydelse på indkøb af salgskølemøbler.

Indledning

Formålet med denne indkøbsguide er at hjælpe indkøberne til at vælge de produkter, som er mest miljøvenlige, bl.a. fordi de er energieffektive.

Salgskølemøbler er:

- Supermarkeds kølemøbler (køle- og frysereoler, køle- og fryse gondoler)
- Flaskekølere (til kolde drikke)
- Iscremefrysere
- Kølede automater (til bl.a. kolde drikkevarer)
- ”Gelato”-iscremefrysere (til kugler til isvafler).

Indkøbsguiden baserer sig på nogle vigtige parametre, som anses for at være (eller snart blive) konkurrenceparametre:

- Energieffektivitet (gå efter produkter med lavt energiforbrug)
- Miljøvenlig (undgå miljøbelastende stoffer i produkterne)
- Salgsfremmende produkter
- Pålidelige produkter med lang holdbarhed
- Lave totalomkostninger.

Energieffektivitet

Der blev i starten af 2019 vedtaget nye EU-ecodesign- og energimærkningsforordninger for salgskølemøbler til bl.a. supermarkeder. Det har været på vej længe, og der er udviklet og godkendt teststandarder til de ovennævnte kategorier af salgskølemøbler. Derfor er der nu kommet regler, som gør det muligt på en entydig måde at stille krav til energieffektivitet og til at sammenligne produkter.

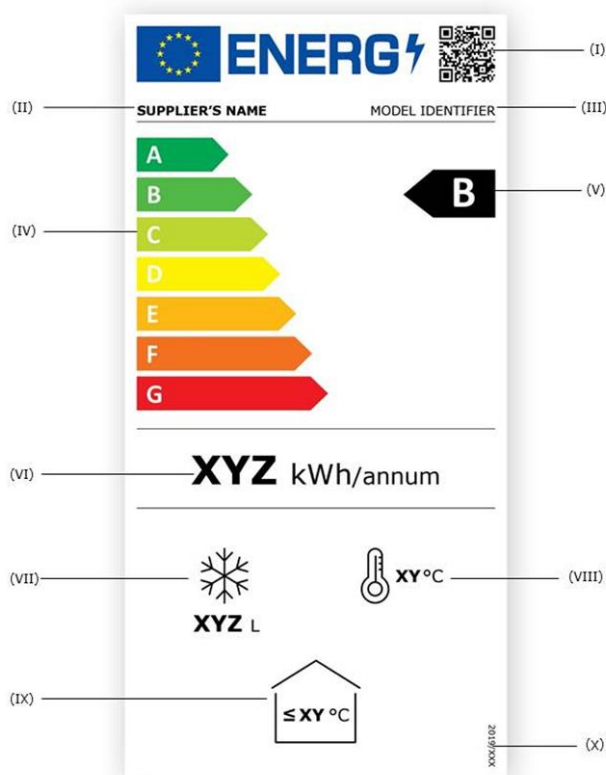
Forordningerne træder i kraft i marts 2021, men producenterne er allerede i gang med at forberede implementeringen, og derfor kan man allerede nu godt gå i gang med at indrette sig efter EU-forordningerne og stille krav efter dem.

Energiklasse	E EI
A	$E EI < 10$
B	$10 \leq E EI < 20$
C	$20 \leq E EI < 35$
D	$35 \leq E EI < 50$
E	$50 \leq E EI < 65$
F	$65 \leq E EI < 80$
G	$E EI \geq 80$

Tabel: Energiklasser i den nye forordning for salgskølemøbler. EEI står for EnergiEffektivitetsIndex. Jo mindre tal, jo mindre energiforbrug.

Kravene for at komme i de bedste energiklasser er meget skrappe. Der vil ikke være nogle produkter i de to bedste energiklasser, når ordningen træder i kraft i 2021.

Guide: Kræv energimærke med så god en energiklasse som muligt – mindst energiklasse D. Energiklassen ”D” dækker et stort område eller rettere et stort spænd af energieffektivitet. Derfor bør man vælge et produkt i den nedre del af skalaen med EEI på mellem 35 % og 45 %. Senere kan dette skærpes til energiklasse C. Når der kommer produkter i energiklasse B, bør disse foretrækkes.



Sådan kommer energimærket til at se ud for iscremefrysere. Det årlige energiforbrug står ved punkt VI. Rumindholdet står ved punkt VII (i liter).

Der er tilsvarende energimærker for supermarkedskølemøbler og for flaskekølere.

Miljøvenlighed

Tidligere er der benyttet ozonlagnedbrydende kølemidler inden for køleindustrien. Det gør man ikke mere. Nogle af de kølemidler, som benyttes nu, er dog stadig kraftige drivhusgasser. Disse kaldes HFC-kølemidler eller "F-gasser" og er også regulerede.

Guide: Sørg for, at der benyttes naturlige kølemidler i salgskølemøblet. Naturlige kølemidler (f.eks. kulbrinter (R600a, R290)) er ikke kraftige drivhusgasser og er ofte mere energieffektive end HFC-kølemidler.

Salgsfremmende produkter

Enhver købmand ønsker at promovere sine produkter, så de fremstår fine over for kunderne. Det er vigtigt, at salgskølemøblerne viser produkterne på en indbydende måde. Mange af producenterne af kølemøbler er gode til at skabe et godt design. Når kølemøblet og dets

indhold fremstår på en indbydende og robust måde, er det med til at gøre et godt indtryk på kunderne og overbevise disse om, at indholdet også er indbydende.

Guide: Vælg salgskølemøbler, som er gode til at fremvise produkter på en indbydende og robust måde.

Pålidelige produkter med lang holdbarhed

Det er selvfølgelig vigtigt for en købmand, at de indkøbte salgskølemøbler er driftssikre og pålidelige. De bør kunne holde i mindst seks år, når der foretages periodisk service. Ifølge ecodesign-forordningen skal producenten kunne levere reservedele (termostater, startrelæer, printplader, software, temperatursensorer, lamper og tætningslister) i mindst otte år efter produktionen.

Guide: Gå efter produkter, man ved har et godt renommé.

Lave omkostninger

Når man indkøber salgskølemøbler, så bør man gå efter lave totalomkostninger for en vis driftsperiode – f.eks. seks år. Mange salgskølemøbler bliver udsat for hårdt slid, og det begrænser levetiden. Omkostninger til elforbruget er ofte en tung post, som overtrumfer eventuelt køb af billigt produkt. Det er endnu et argument for at gå efter energieffektive produkter.

Guide: Gå efter produkter med laveste totalomkostninger:
Totalomkostninger over seks år:

Totalomkostninger $_{6 \text{ år}} = \text{Indkøbspris} + 6 * \text{årligt energiforbrug} * \text{elpris} + 6 * \text{årlige serviceomkostninger}$.

Serviceomkostninger er ofte nul, og man kan ofte se bort fra denne omkostning.

Ergonomisk rigtig udformning

Det er vigtigt, at salgskølemøbler er nemme at betjene, og at de er ergonomisk rigtigt udformet i forbindelse med, at de fyldes og tømmes.

Guide: Vælg salgskølemøbler, som er ergonomisk rigtige i forbindelse med, at de skal fyldes og tømmes for varer.

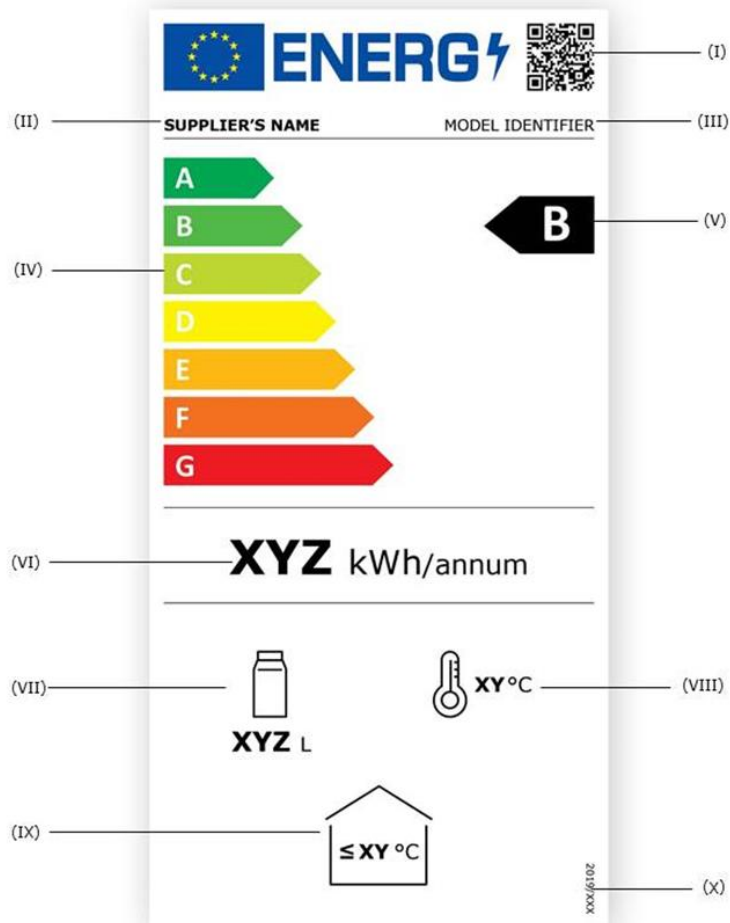
Specielt: Hvis kølemøblerne stilles gratis til rådighed

En stor andel af de opstillede flaskekølere, iscremefrysere og kølede automater stilles gratis til rådighed for butikken. Til gengæld er det produkter fra den producent, som opstiller apparatet, som må sælges fra apparatet.

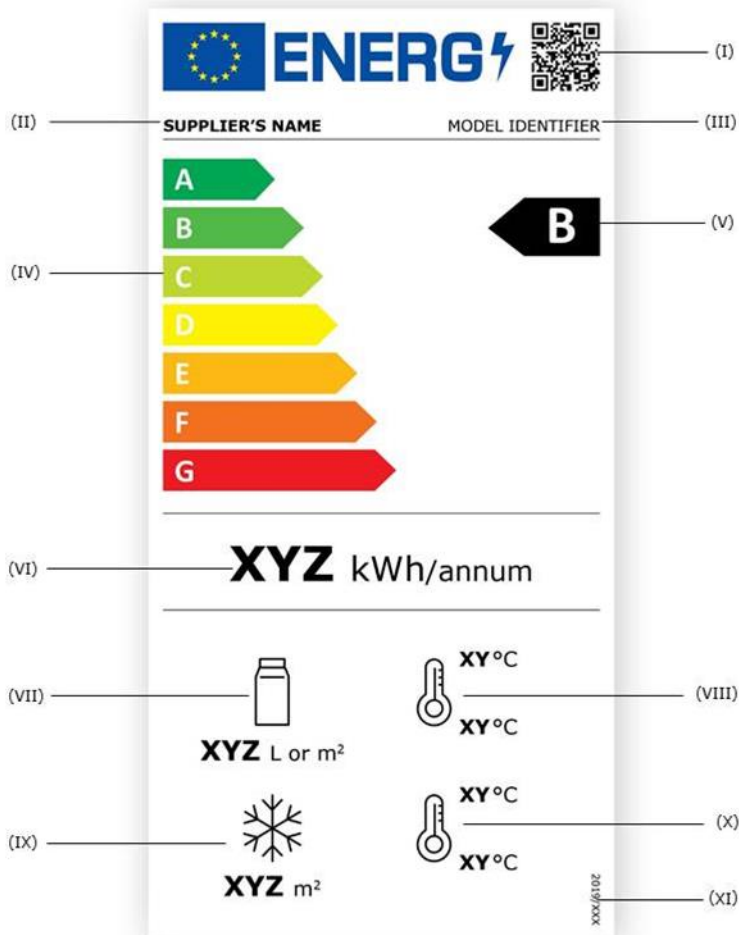
Indførelse af energimærkning i EU betyder, at både leverandører af sodavand og is samt butikkerne har fået nye muligheder for at vurdere energiforbrug og totalomkostninger for kølemøblerne. Derfor bør både leverandører af drikkevarer og is samt butikkerne stille krav til energieffektivitet.

Guide: Stil krav til energieffektivitet.

Bilag 1: Energimærke for flaskekølere:



Sådan kommer energimærket til at se ud for flaskekølere. Det årlige energiforbrug står ved punkt VI. Rumindholdet står ved punkt VII (i liter).



Sådan kommer energimærket til at se ud for supermarkedskølemøbler. Det årlige energiforbrug står ved punkt VI. Kølemøblets størrelse står ved punkt IX (i m2 display-areal).