

En case med propan

Superlavenergi storkøkkenkøle- og fryseskabe

Et udviklingsprojekt, der resulterede i HFC-fri skabe med hidtil uset lavt energiforbrug



Virksomheden

Gram Commercial A/S er en danskejet produktionsvirksomhed, der fremstiller køle- og fryseskabe og -borde til erhvervmæssig brug. Produktsortimentet dækker behov inden for storkøkkener på sygehuse, plejehjem, i kantiner, hoteller, restauranter og inden for cateringvirksomheder, fastfoodkæder m.m. samt bagerier. Inden for storkøkkensektoren i Danmark er Gram-mærket markedsførende på værdier såsom oplevelse af høj kvalitet, funktionelt design og miljømæssig omtanke. Dette bakkes op af virksomhedens generelle produktgaranti på 3 år, samt en 10-års garanti for levering af reservedele - også på udgåede modeller. Gram Commercial har traditionelt en stor eksportandel (over 80%) især til de europæiske nærmarkeder med datterselskaber og salgsorganisationer i Norge, Sverige, Storbritannien, Tyskland og Nederlandene.

Yderligere oplysninger om virksomheden findes på hjemmesiden: www.gram-commercial.com

En hel ny generation af køleskabe

Gram Commercial besluttede i år 2000 at påbegynde et udviklingsprojekt for virksomhedens storkøkkenkøle- og fryseskabe baseret på ny miljøvenlig teknologi. Teknologisk Institut blev udvalgt som samarbejdspartner i projektet, og Energistyrelsen bakkede projektet op med midler fra den daværende tilskudsordning til fremme af energibesparelser i erhvervslivet. Formålet var at udvikle, teste og markedsføre energibesparende storkøkkenapparater, hvor energiforbruget er reduceret med mindst 35%. En anden målsætning var at benytte et naturligt kølemiddel, som hverken nedbryder ozonlaget eller er en kraftig drivhusgas. En tredje målsætning var, at de nye apparater skulle være mindst lige så attraktive for brugerne i praktisk brug, herunder kølekapacitet, rengøringsvenlighed, design osv.

Hidtil er den generelle udvikling af lavenergiapparater og mere miljøvenlige isolerings- og kølemidler gået uden om køle- og fryseskabe til storkøkkener. En af årsagerne til dette er det faktum, at udviklingen af lavenergi- husholdningskøleskabe ofte er sket ved at reducere og dermed effektivisere apparaternes kølesystemer. Dette vil under ingen omstændighed kunne accepteres som en mulig løsning i et storkøkken, der er kendetegnet ved hyppig brug af nærlagre af fødevarer i forbindelse med tilberedningen med deraf følgende krav til høj kølekapacitet.

Projektets resultat er udviklingen af en helt ny generation af storkøkkenkøle- og fryseskabe, der er isoleret med PU-skum, opdrevet af cyclopentan. Som kølemiddel anvendes propan R290, såvel i høj temperatur (køl: -5/+12°C) som i lav temperatur (frost: -25/-5°C). Der er opnået energibesparelser på 74% for køleskabene og 47% for fryseskabene i forhold til de tidligere markedsførte modeller, hvilket er dokumenteret i en omfattende langtidstest i danske storkøkkener.



Disse energibesparelser overgår klart den opstillede målsætning om 35% reduktion. Resultaterne er opnået ved en række ændringer i styringsprincipperne, kombineret med optimering af kabinetets karm samt et konsekvent valg af lavenergikomponenter.

Ændringer i konstruktionen

Som udgangspunkt er de eksisterende kabinetter med 60 mm isolering benyttet. Isoleringen består af polyurethanskum, og blæsemidlet er ændret fra HFC-134a til cyklopentan.

Karmen i kabinettet er totalt redesignet, og det er drevet frem af to formål: det ene er at kunne nedsætte el-effekten af det elektriske varmelegeme, der er placeret i skabets dørkarm og samtidig reducere den del af el-effekten, som trænger ind i skabet og dermed belaster kølesystemet. Det andet formål er at reducere kuldebroen fra yderside til inderside af kabinettet. El-effekten har kunnet nedsættes fra ca. 57 W, hvoraf ca. 40% trængte ind i skabet til ca. 15 W, hvoraf 31% trænger ind i skabet. Køleskabene kan med den nye karm helt undvære et varmelegeme. Kuldebroen er ændret ved, at der i højere grad er anvendt plast i karmkonstruktionen frem for metal. Hermed er varmeindtrængningen i et fryseskab reduceret fra 24 W til 13 W (ved en temperaturdifferens på 45 K).

Valget af kompressorer til de nye skabe er baseret på mange beregninger og overvejelser. Den endelige løsning er en propankompressor med konstant omdrejningstal til både køleskabet og fryseskabet. Denne løsning er valgt på følgende baggrund:

- Der fandtes ikke på udviklingstidspunktet en kulbrintekompressor med variabelt omdrejningstal med tilstrækkelig kølekapacitet til fryseskabet.
- Besparelsen ved en kompressor med variabelt omdrejningstal i størrelsesordenen 2-5% ville i nogen grad blive reduceret som følge af den relativt længere kompressorgangtid, idet kondensatorblæseren kører synkront med kompressoren.
- Fra et servicesynspunkt har det stor betydning, at der anvendes samme kølemiddel for begge temperaturområder.

Det endelige valg af kompressorer faldt på Danfoss SC12CNX til fryseskabet og Danfoss TL5CNK til køleskabet. Der er tale om nyudviklede kompressorer til propan. Kompressorerne er mere effektive end de kompressorer, som hidtil er benyttet.

Valget af propan R 290 som kølemiddel i stedet for tidligere HFC-134a / HFC-404A har også medført større trykkrav til kølesystemet. Derfor er der valgt nye kondensatorer type STN9227 med en nominal ydelse, der er opgivet til at være 1.025 W med en 250 mm ventilator. Man kunne have valgt en kondensator med større areal, men denne var forholdsvis dyrere og ville øge mængden af kølemiddel.

Det er vigtigt at holde kølemiddelmængden under 150 g kulbrinte pr. kølesystem. Dette er lykkedes med en fyldning på 102 g propan (R290) i det nye køleskab, mens fryseskabet har en fyldning på 92 g propan (R290).

Ligesom ved kompressorerne er der arbejdet meget med optimering af blæserne. Specielt fordamperblæserne har betydning for energiforbruget, da man i nogen grad skal "betale" for energiforbruget mere end én gang: dels det direkte forbrug, men også for den forøgelse af kuldebelastningen, som blæseren giver anledning til. Der er valgt en vekselstrømsblæser af typen Placet. I køleskabet er valgt en fordamperblæser med et effektoptag på 10 W, mens fryseskabets fordamperblæser og begge skabes kondensatorblæsere har et effektoptag på 20 W.

Fugten fra skabets indre sætter sig i form af is på fordamperen, der derfor periodisk afrimes. Den elektroniske styring kan ud fra det valgte setpunkt genkende, om afrimningen skal foretages med brug af et varmelegeme (setpunkt under +2°C) eller ved off-cycle afrimning med fordamperblæseren. Kondensatet afledes til en bakke, placeret på skabets bagside, hvorfra det genfordampes ved hjælp af varmen fra kompressorens

trykrør. Dette er dog ikke under alle forhold tilstrækkeligt for et køleskab bl.a. på grund af den begrænsede kompressorgangtid. Derfor er køleskabene tillige udstyret med et behovsstyret fordampningssystem med et lille varmelegeme, der vil blive aktiveret i perioder med særlig kraftig benyttelse af køleskabene (mange dør-åbninger og/eller varme perioder).

Energitænkning er integreret i den nyudviklede elektroniske styring type MPC 46, der i høj grad bygger på principper om behovsstyring af skabenes elektriske komponenter. Et eksempel på dette er dørøverbågningen, der i tilfælde af en opnået balancesituation i temperaturen i skabet (målt på temperaturen af returluften fra skabet) vil give fordamperblæseren pausetid. Der er i styringen indlagt et pause-/pulsforhold, der reducerer energiforbruget i stille perioder, når døren ikke benyttes.

Et gnistfrit miljø

En forudsætning for at kunne benytte brændbare kølemidler er indretningen af et gnistfrit miljø inde i skabene, selv med så små fyldningsmængder, som tilfældet er her. Det gnistfrie miljø er opnået, dels gennem komponentvalget, dels ved indførelse af nye procedurer for service efter fyldning af et kølesystem.

De vigtigste ændringer i komponentvalget er den topoledede dørkontakt, der er blevet erstattet af en reedkontakt, samt halogenbelysningen og den elektronisk styrede fordamperblæser. Disse komponenter er desuden valgt for at kunne overholde EN 60079 standarden for gnistfrit miljø inde i skabet. Udvendig er der ligeledes valgt en elektronisk styret kondensatorblæser samt øvrige styringskomponenter med gnistfri status.

Eventuelle indgreb i kølesystemet i forbindelse med service efter fyldning af systemet med kulbrinte foregår med gnistfrit værktøj (vakuumpumpe) og efter evakuering af kølemidlet uden brug af åben flamme. Samling af rør m.v. foregår med anvendelse af lock-ringe. I denne forbindelse må servicemontøren have gennemgået et kursus for at arbejde med brændbare kølemidler, som afholdes på Den jydsk Haandværkerskole.

Gram Commercial har i samarbejde med Den jydsk Haandværkerskole organiseret afholdelse af kurser for norske servicefolk, eftersom dette kursus ikke udbydes i Norge. Kurset er nu gennemgået og består af mere end 30 servicemontører i Norge fra Larvik i syd til Tromsø i nord.



Billederne ovenfor er fra et kursus på Den jydsk Haandværkerskole, hvor norske kølemontører uddannede sig i at foretage service med brændbare kølemidler.

Størstedelen af produktionen er nu med propan-kølemiddel

Køleskabe med propan er nu standard i Danmark, Norge, Sverige, Tyskland, Holland og Belgien. Derudover er det planlagt, at propan skal være standard i UK og Irland, når der er tilstrækkelig med uddannede teknikere, som kan arbejde med brændbare kølemidler. Grams køle- og fryseborde er i dag også med R290.

Grams storkøkkenkøle- og fryseskabe er de mest energieffektive på markedet, og de topper Elsparefondens positivliste for energieffektive storkøkkenkøle- og fryseskabe (se: <http://www.elsparefonden.dk/offentlig-og-erhverv/produkter/hvidevarer>).

Materialet er udarbejdet af:

Videncenter for HFC-fri køling

Kongsvang Allé 29 C 8000 Århus C
info@hfc-fri.dk C www.hfc-fri.dk CT 7220 1800

Dato: 2007.02.05. Filnavn: 920051_CASE GRAM COMMERCIAL VER1.DOC