

# Transkritisk CO<sub>2</sub>-anlæg hos SuperBest Charlottenlund

## Køleanlæg med CO<sub>2</sub> til køl og frost i supermarkeder

### Virksomheden

SuperBest består af ca. 220 købmænd med i alt omkring 12.000 medarbejdere. Visionen er at være ledende med det bedste og bredeste udvalg af dagligvarer fra specialiteter til discount og med vægt på god kunde-service.

Den aktuelle butik er beliggende på Jægerborg Allé 44, 2920 Charlottenlund, hvor købmanden i forbindelse med en større renovering af butikken besluttede, at udskifte det eksisterende køleanlæg med syntetisk kølemiddel til et anlæg med fremtidssikret naturligt kølemiddel.

Læs mere om SuperBest her: [www.superbest.dk](http://www.superbest.dk)

### Køleinstallationen

Kapaciteten for anlægget er 110/30 kW på henholdsvis køl og frost.

Aggregatet er opstillet i maskinrum i kælder og kondensatoren er placeret på bygningens tag. Alle rør til møbler er ført i kælderen og er udført i kobber. Trykket i fordampere ligger maksimalt på 40 bar på kølen og 25 bar på frosten.

Det er valgt, at fyldningen skal kunne blive på anlægget ved omgivelsestemperaturer helt op til 40°C - også under stilstand. Dette betyder, at rørsystem og receiver på højtrykssiden er designet til hhv. 100 og 90 bar. Således bliver anlægget nemt at servicere, fordi der kan laves pump-down til receiveren.

Anlægget anvender Danfoss ADAP-KOOL styringer til både møbler, kompressor-anlæg, højtryksstyring og kondensatorstyring.



Den luftkølede kondensator/ gaskøler placeret på tag.



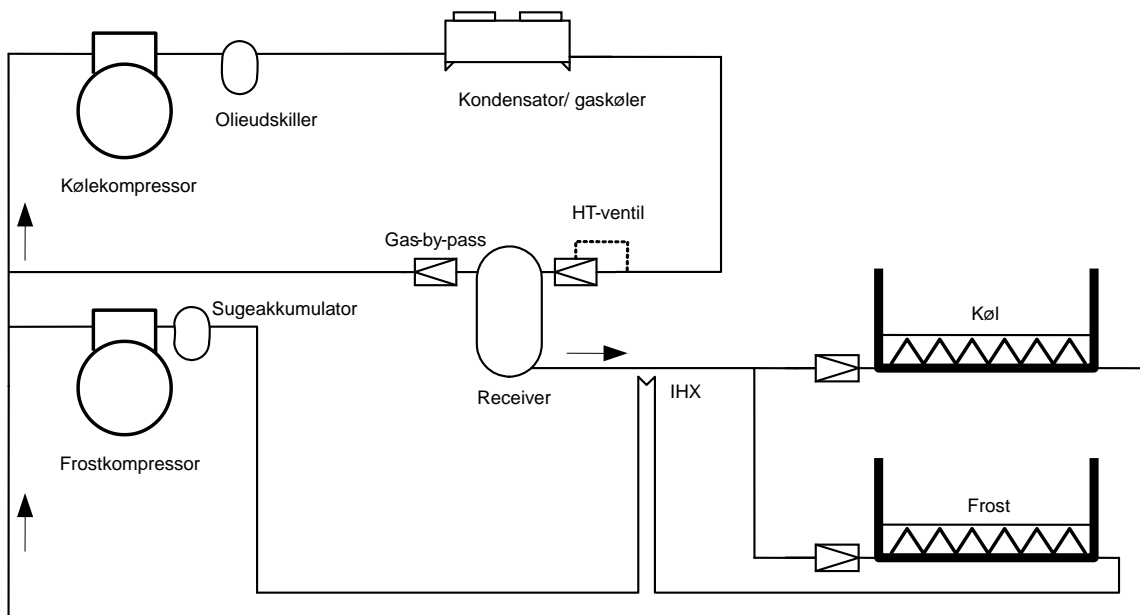
Køleaggregatet i kælder under opstart

### Kølesystemet

Diagrammet nedenfor viser kølekredsløbet med CO<sub>2</sub> med mellemtryksreceiver og direkte ekspansion (DX) til både køl og frost. Ved transkritisk drift regulerer HT-ventilen trykket i gaskøleren, mens den styrer efter underkølingen af væsken ved kondenserende drift. Trykket i receiveren styres af en konstanttrykventil i et gas-by-pass til sugeledningen på køl.

Trykgassen fra frosten sendes direkte ind i sugeledningen fra kølestederne og føres sammen med gassen fra receiveren til kølekompressorernes sugeside. På denne måde anvendes et to-trins-system, og det und-

gås at trykgassen bliver for varm. Som en mulighed kan der anvendes sugegasveksler/ sugeakkumulator på frosten. På Jægersborg Allé anvendes sugeakkumulator, men ikke sugegasveksler, som vist på diagrammet. Aggregatet er bestykket med 3 frostkompressorer og 6 kølekompressorer.

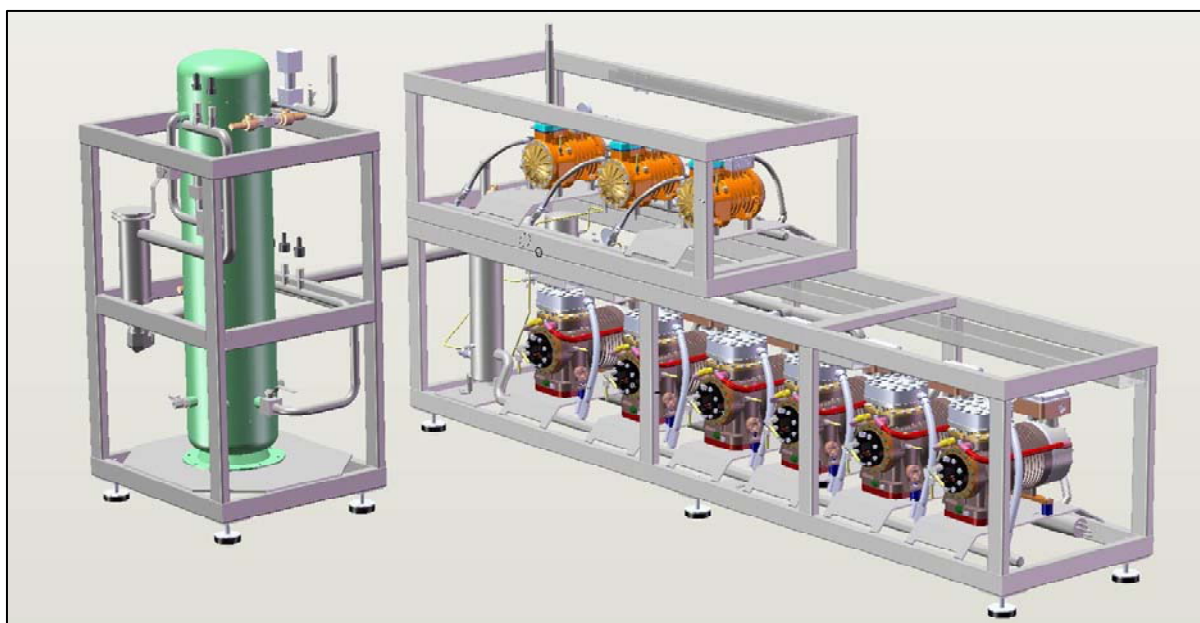


*Principdiagram for kølekredsløbet med CO<sub>2</sub>*

Fordelen ved anlægget er den simple opbygning og relativ nemme styring af systemet. Imidlertid skal pålidelig olieretur sikres gennem optimal oliehandling, og der skal anvendes samme olie på både køl og frys. God blandbarhed mellem olie og kølemiddel og lille densitetsforskel mellem gas og olie giver mulighed for olieretur fra anlæggets lavtryksside, men giver også store olieafkast fra kompressorerne. Derfor er det væsentligt med gode olieseparatorer i anlæggene og meget pålidelig oliehandling.

Til anlægget er udviklet en helt ny platform til håndtering af olien, der indeholder olieseparator, oliereservoir, olieafledning og styring af niveauer. En lille PLC styrer hele systemet gennem anvendelse af niveauelementer og magnetventiler.

Aggregatet er designet og tegnet i 3D-Solidworks. Som det ses på tegningen er det opdelt på 3 rammer; en receiver-ramme hvor tørrefilter, HT-ventil og gas-by-pass ventil også er placeret; en frost-ramme og en kølekompressor-ramme, der også indeholder komponenter til oliestyring.



*Anlægget opbygget i 3 rammer*

En udfordring med CO<sub>2</sub>, der også kan udnyttes med fordel, er CO<sub>2</sub>'s lave kritiske temperatur og tryk. Dette betyder, at kølemidlet ikke kan kondensere ved temperaturer over 31°C og derfor blot afkøles i kondensatoren/gaskøleren. Den anvendte kondensatorer/gaskøler er designet til optimalt at udnytte CO<sub>2</sub>'s egenskaber og endvidere er der udviklet et system til adiabatisk køling af luften, inden denne suges til gaskøleren (ved forstøvning af vand i tilgangsluften). Samlet set vindes 4-6 °C på tilgangsluften svarende til 10-15 % på COP.

Vand i CO<sub>2</sub>-anlæg har ofte været diskuteret. Ligesom i andre køleanlæg skal vand undgås. Vand kan komme ind i anlæggene gennem for højt vandindhold i kølemidlet eller gennem for dårlig evakuering eller forkert håndtering under service. Det er vigtigt at anvende tørrefiltre i anlæggene og CO<sub>2</sub> med meget lavt vandindhold.

Anlægsdel	Beskrivelse
Kølekompressorer	Dorin: 3x TCS362 + 3x TCS373-D Q = 110 kW ved T <sub>ude</sub> =32°C og T <sub>e</sub> =-12°C
Frostkompressorer	Dorin 1x SCC300B + 2x SCC380B Q = 30 kW ved T <sub>e</sub> =-35°C
Effektforbrug (400 V, 50 Hz)	Max. 80 kW (under sommerdrift inklusive kondensator).
Mål og vægt [mm] [kg]	Anlægget er opbygget i 3 rammer med flg. dimensioner og vægt: Kølekompressorer: LxBxH = 3500x780x805 mm og ca. 1300 kg Frostkompressorer: LxBxH = 1885x780x615 mm og ca. 300 kg Receiver: LxBxH = 1100x780x1820 mm og ca. 450 kg
Støjniveau (kompressoranlæg) Støjniveau (kondensator)	70 dBA i 10 m 32 dBA i 10 m
Kondensator	Flexcoil: CQLD-662-H-28 LxBxH = 4055 x 2235 x 1310 mm 6 blæsere, 0.19 kW / 3x400 V / 50 Hz / 390 rpm
Rørtilslutninger	Væskeledning: 2x 7/8" kobber D = 22 mm, max. 60 bar Sugeledning: Køl: 2x 7/8" kobber D = 22 mm, max. 40 bar Sugeledning: Frost: 1x 7/8" kobber D = 22 mm, max. 25 bar Frem og retur til kondensator: TIG-Svejs, DN25/ DN32
Sikkerhedsventiler	Antal: 6 stk. Dimension: DN50 Samlet i ét afblæsningsrør, der føres til omgivelserne
Rør	Anlægget er udført i stål. Rør og beholdere er malede og alle relevante dele er isoleret. Alle rør i butikken er kobber

#### Hovedkomponenter for CO<sub>2</sub>-køleanlægget

Ligesom med andre køleanlæg skal CO<sub>2</sub>-anlæggene være tætte. Der er flere muligheder for materialevalg og samlemetoder. Advansor har imidlertid valgt at anvende sort stål (P235GH) og TIG-svejsning. Herved opnås sikre og stærke samlinger, der minimerer risiko for utætheder, og der kan uden problemer anvendes koniske tætningsgevind, hvor dette er nødvendigt. På oliesiden anvendes klemringsfittings, og der er ikke observeret problemer med dette.

Støj og vibrationer er begrænset ved at anvende gummifødder under alle kompressorer, metal- og teflon-slanger til henholdsvis CO<sub>2</sub>- og olie-delen, samt maskinsko på bundrammen. Endvidere er rørsystemet designet til lave hastigheder, hvorved strømningsstøj undgås. De fleksible slanger gør aggregatet lettere at servicere, idet de medfører at kompressorerne nemt kan udskiftes.

Anlæggene er dimensioneret i overensstemmelse med Maskindirektivet og Trykudstyrsdirektivet. Anlæggene godkendes enkeltvis i overensstemmelse med Modul G.

## Driftserfaringer og "lessons learnt"

Opstarten af anlægget foregik uden problemer. Det var her en stor hjælp at alle mekaniske dele og elektriske komponenter var gennemgået inden idriftsætning, takket være en nøje planlagt opstartsprocedure.

Selve funktionen er anlægget har været meget tilfredsstillende. Oliehåndteringen har fungeret optimalt og med den effektive olieudskiller ses kun meget lidt olie ude i anlægget. Endvidere fungerer højtryksstyringen og receivertryksstyringen perfekt, men det har været nødvendigt at foretage en hel del optimering af parametre til opgaven i kompressor- og blæserstyring, samt møbelregulatorerne.

De indledende indikationer på energiforbruget er meget positive. Anlægget kører kondenseringstemperaturen helt ned til mellem 10 - 15°C, hvilket giver en meget høj COP i vintermånederne. Der er typisk indkoblet 20 - 40 % af kapaciteten på køl og ca. 50 % på frosten.

Montørerne har taget godt imod teknologien og ser med glæde på ikke at skulle installere vandkredse til tørkølere og indirekte systemer i butikken.

## **Kølefirmaet**

Superkøl og Advansor indgik i efteråret 2006 et tæt samarbejde omkring udvikling af nye supermarkedsanlæg. Udgangspunktet var, at anlæggene skulle anvende CO<sub>2</sub> som kølemiddel, være driftsikre og konkurrencedygtige i pris. Endelig skulle anlæggene være de bedste i markedet mht. performance og energiforbrug.

Efter massive laboratorietest over sommeren 2007 blev de 3 første anlæg installeret i efteråret 2007. Denne case vedrører det største af disse anlæg.

Intensivt udviklingsarbejde gennem mere end 1,5 år er afsluttet og introduktionen af de nye compSUPER-anlæg er i fuld gang. Det forventes, at der i første halvår af 2008 skal installeres 10 nye anlæg.

I fremtiden skal der installeres flere compSUPER anlæg og integration af varmegenvinding er næste skridt på vejen. Med varmegenvinding og adiabatisk befugtning er, ifølge Advansor, miljøbelastningen (CO<sub>2</sub>-emissionen) reduceret med mere end 30 % sammenlignet med de systemer, der findes på markedet i dag.

Super Køl A/S løser en lang række køleopgaver, specielt indenfor den kommercielle sektor. Læs mere om virksomheden her: [www.superkol.dk](http://www.superkol.dk)

Advansor A/S er en relativt nystartet virksomhed med særlig kompetence indenfor aggregatopbygning til køle- og varmepumpesystemer, der anvender CO<sub>2</sub>. Læs mere om virksomheden her: [www.advansor.dk](http://www.advansor.dk)

Materialet er udarbejdet af:

### **Videncenter for HFC-fri køling**

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

Dato: 2008-03-03 Filnavn: 1069834\_CASE SUPER BEST CHARLOTTENLUND.DOC