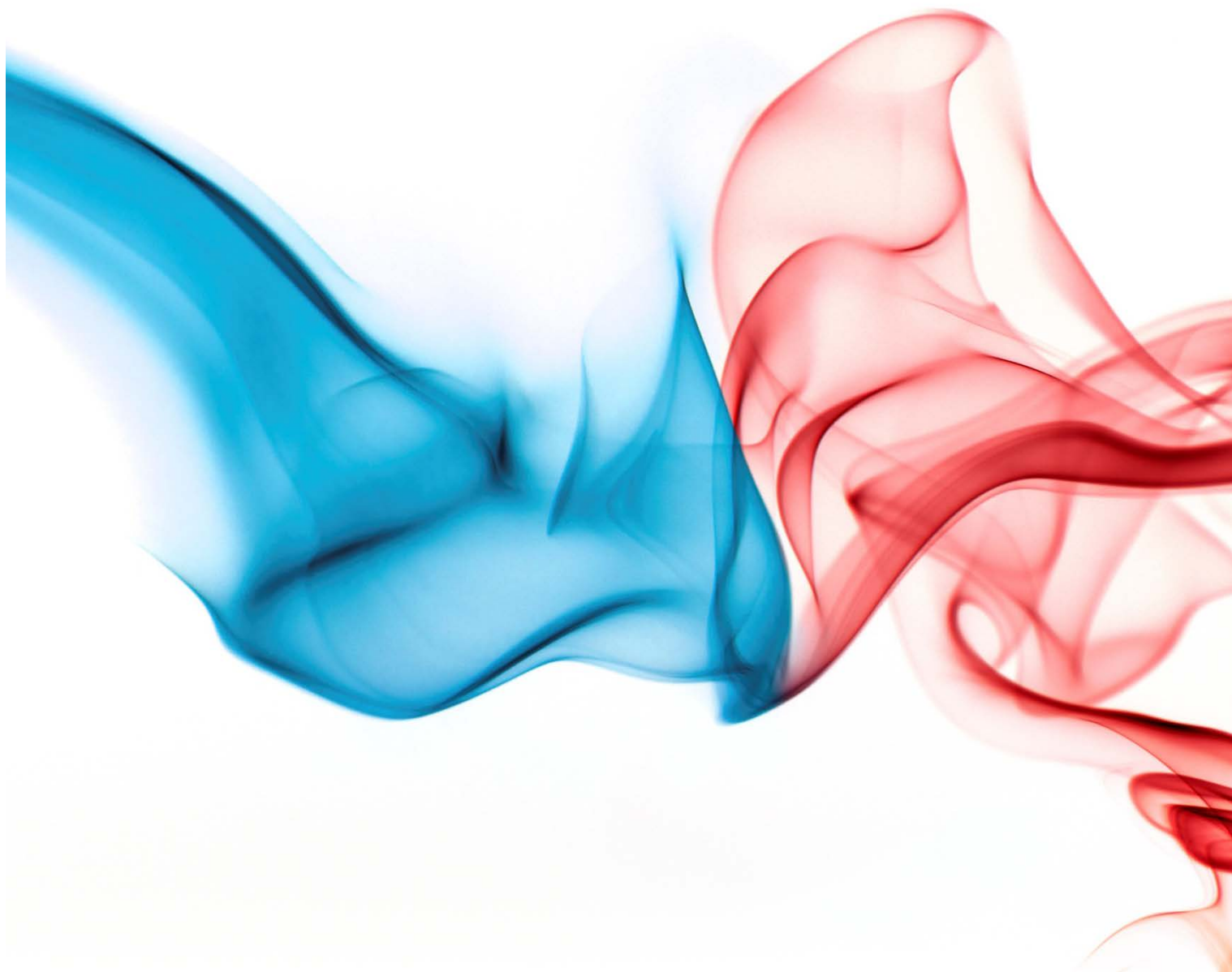


INNOVATIV BUTIK



Författare: Lennart Rolfsman
Projektnummer: BF04
År: 2012



Innovativ butik

Rapport förstudie

Lennart Rolfsman
SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Projektnummer: BF04
År: 2012

Inledning:

Energimyndigheten startade BeLivs 2011. BeLivs uppdrag är att vara en objektiv part och att driva utvecklingsprojekt med energieffektivisering och miljöfrågor som gemensamma nämnare bland sina medlemmar i deras fastigheter. Resultaten och erfarenheterna av projekten publiceras som rapporter på www.belivs.se och är kostnadsfria att ta del av. Alla bolag i branschen, även de som inte är medlemsföretag, kan därför dra nytta av BeLivs arbete.

Varför BeLivs?

En stor andel elenergi används i butiker och livsmedelslokaler. BeLivs uppgift är att skynda på utvecklingen mot energieffektivare livsmedelslokaler genom att driva utvecklingsprojekt. Projekten handlar om att visa att och hur energieffektiv teknik och energieffektiva system fungerar i verkligheten tillsammans med medlemmarna. En lika viktig uppgift är att föra ut erfarenheter från projekten till resten av branscher som är kopplade till livsmedelslokaler.

BeLivs skall hjälpa Sverige att nå de energimålen som är uppsatta. BeLivs mål är att få ut energieffektiva system och produkter tidigare på marknaden. Parallellt med en ökad energieffektivitet skall utvecklingsprojekten också förbättra eller bibehålla verksamheten och inomhusmiljön i lokalerna och vara ekonomiskt lönsamma. Det är viktigt att produkter och system som det investeras i är kostnadseffektiva.

Datum: 2012-05-07

Beställargruppens medlemmar:



Axfood AB



Bergendahls Food AB



City Knalleland



ICA AB



KF Fastigheter



Max Hamburgerrestaurang



Statoil Fuel & Retail

Bakgrund och motiv

Livsmedelsbutiker använder mycket el. Ungefär hälften av den använda elenergin går åt till förvaring och exponering av kylda och frysta livsmedel.

Att hålla kvar den kalla luften i kyldisken med hjälp av dörrar innebär ett minskat kylbehov för disken och en jämnare temperaturfördelning på varorna. Det lägre kylbehovet ger med bibehållen storlek på kyldiskens luftkylbatteri dessutom möjlighet att höja batteriets arbetstemperatur tillräckligt för att eliminera behovet av avfrostning.

Den vanligaste systemlösningen för livsmedelskyla i Sverige är att flera diskar ansluts till samma kylsystem. I ett sådant system kommer den disk med behov av lägst temperatur att bestämma framledningstemperaturen i köldbärarsystemet.

Det är i branschen sedan länge känt att dörrar på kyldiskar minskar kylbehovet och därmed driftkostnaden. Det som är mindre känt är att hela kylsystemet måste anpassas till det ändrade kylbehovet för att maximera besparingen. I branschen finns en underliggande farhåga att kyldiskens funktion som säljmaskin försämras med installationen av dörrar.

I denna studie har en tänkt ombyggnation av ett befintligt köldbärarsystem undersökts. Alla kyldiskar som är inkluderade i det aktuella köldbärarsystemet kommer att förses med dörrar, förutom frukt- och grönt diskar, och kylsystemet kommer att anpassas till det nya kylbehovet genom att införa:

- Flytande förångning
- Ökad dellastverkningsgrad för kompressorerna
- Flytande kondensering
- Möjlighet att utnyttja värmeåtervinning

Dessutom kommer att försäljningen från diskarna att jämföras före och efter installation av dörrar för att se eventuell påverkan på försäljningen.

Mål och delmål

Syftet med detta projekt är att integrera kunskap från tidigare genomförda laborationsstudier och anpassning av känd teknik för att skapa nya innovativa energieffektiva systemlösningar för kyl- och fryssystem i butiker.

För att kunna utnyttja hela vinsten fullt ut, när dörrar installeras på öppna kyldiskar, skall kylmaskineriet anpassas till den nya situationen. Använd elenergin ska jämföras före och efter installationen av dörrar och förändringen i kylmaskineriet. Huvudfrågeställningen är hur mycket energianvändningen minskar och målsättningen i projektet är att visa hur stor den verkliga vinsten blir. Dessutom kommer varuförsäljningen från de aktuella diskarna att mätas före och efter för att se om den påverkats av installationen av dörrar.

Projektbeskrivning

I förstudien har en tänkt ombyggnad av ett befintligt köldbärarsystem undersökts.

Köldbärarsystemet i **Butik A** omfattas av:

- en 20 m lång mejerilänga med bakomliggande kylt rum (varor lastas framifrån och bakifrån)
- en 10 m lång 5-plandisk med smör, ägg och juice
- två öar om vardera 4 stycken 6-plandiskar med juicer och ost och en lägre ö med 4 stycken 3-plandiskar. Utanför detta utrymme finns en större yta med öppna diskar för grönsaker och frukt.
- I anslutning finns också ett kylrum. Ytterligare ett kylrum planeras att byggas.
- Två soprum som ska anslutas
- Diskar för frukt och grönt

Ovan nämnda kylställen är i huvudsak anslutna till samma maskinrum med gemensamt köldbärarsystem och gemensam kylmedelskylare. Ett par av kylställena är anslutna till ett annat köldbärarsystem. I framtiden planeras samtliga kylställen ovan vara kopplade till samma köldbärarsystem och kylmaskin.

I kundområde mejeri kommer mejerilängans och den motstående mindre längans diskar att bytas ut och förses med dörrar. Övriga diskar i utrymmet kommer att vara kvar och förses med dörrar.

Anpassningen av kylsystemet till den nya situationen med dörrar innebär:

- Flytande förångning
- Ökad dellastverkningsgrad för kompressorerna
- Flytande kondensering
- Möjlighet att utnyttja värmeåtervinning

Krav på de nya diskarna

Vid fulleffekt skall de nya diskarna klara av att hålla en varutemperatur på +4°C med en köldbärartemperatur på -1°C. Diskarnas reglersystem skall anslutas till det överordnade styr- och reglersystemet i butiken och ge information om köldbärareventilens driftläge, reglervivarens ärvärde och avfrostningsdata. Börvärde för disktemperatur skall kunna ställas in mellan +8° och +4°C på hela grader.

Mejerilänga

Mejerilängan består idag av en kyld öppen ridå samt ett bakomliggande kylt rum med takbatterier. Nedan följer ett antal gångbara alternativ för ombyggnaden av mejeriridån.

- Nya diskar med kyld ridå och dörrar. Befintliga takbatterier sparas
- Nya diskar utan kyld ridå och med dörrar. En utökning av takbatterier undersöks för att uppfylla temperaturkraven
- Befintliga diskar, ridå och takbatterier behålls och diskarna kompletteras med dörrar

Krav på befintligt kylrum och planerade nya kylrum

Det befintliga kylrummet och de planerade nya kylrummen har samma krav som de nya diskarna, se ovan.

Krav på de befintliga diskarna efter ombyggnad

De befintliga diskarna förutom frukt och grönt förses med dörrar och diskarnas styrsystem ansluts till det överordnade styr- och reglersystemet.

Krav på de befintliga diskar för frukt och grönt

De öppna diskarna för frukt och grönt kommer inte att förses dörrar. En ökad temperatur i dessa diskar kommer att tillåtas under drifttider med hög belastning.

Ombyggnation av kylsystemet

Före ombyggnation kopplas alla diskar och rum till samma köldbärarsystem. Efter ombyggnationen utrustas kompressorerna med frekvensomformare och varvtalsregleras och den utgående köldbärartemperaturen höjs. Detta innebär en ökning av kompressorkapacitet med ca 30 %.

Systemet fortsätter att arbeta med köldmediet R 404A. På varma sidan (kondensorsidan) är systemet anslutet till en befintlig kylmedelskylare. Kylmedelskylarens fläktar förses med varvtalsreglering som styrs på utetemperaturen, dock med en lägsta kondenseringstemperatur på 15 °C. Framledningstemperaturen på köldbäraren fram till kyldisken är varierande och beror av kylbehovet

Framledningstemperatur i köldbärarsystemet anpassas kontinuerligt till den disk som har behov av lägsta temperatur (detta för att kunna hålla den högsta möjliga temperaturen i systemet utan att riskera att temperaturkravet i diskarna överskrids). Systemets cirkulationspump förses med varvtalsstyrning som styr på ett konstant differenstryck över pumpen.

Värmeåtervinning

Kylmedelsystemet skall kopplas till en ny värmepump som förser butiken med varmvatten. Butiken har ett varmvattenbehov på 4-5 m³ varmvatten per dygn med användning koncentrerad främst till morgon och kväll. Värmepumpen ackumulerar 60 °C varmvatten i ett antal standardiserade tankar. Resterande tid värmer värmepumpen lokalerna och då vid en lägre temperatur.

Eleffekt

Butiken har sommartid problem med abonnerad effekt då behovet av eleffekt kan överstiga den abonnerade maxeffekten. Att överstiga den i kontraktet med elleverantören abonnerade maxeffekt blir dyrt. Detta beror på det stora behovet av kyla vid varma utomhustemperaturer. Den nya värmepumpen kommer att kunna ackumulera hela varmvattenbehovet nattetid och eleffektbehovet dagtid kommer därför att minska. Dessutom har det "nya" kylsystemet lägre kylbehov. Trots det minskade behovet av kylenergi bör varmvatten ackumuleras nattetid då det kan komma att minska behovet av abonnerad effekt.

Avfrostning

Ett av målen med den höga framledningstemperaturen i köldbärarsystemet är att undvika påfrysning på luftbatterierna i kyldiskarna. När frost bildas på värmeväxlarnas (luftkylarnas) ytor minskar möjlig kyleffekt, detta innebär att driftkostnaderna ökar och i värsta fall kan inte temperaturen i diskarna bibehållas. Med mindre påfrysning minskar avfrostningsbehoven, kylbehovet och driftkostnaden dessutom fås en jämnare drift på anläggningen. Genom att ha -1°C som framledningstemperatur i köldbärarsystemet är möjligheterna till minskad påfrysning goda. Emellertid, om det trots ökad köldbärartemperatur finns ett behov av avfrostning styrs denna utifrån uppmätt luftfuktighet i lokalen där disken står. I övrigt skall avfrostningssystemet vara av standard modell.

Karmvärme

Karmvärme används och installeras för att undvika kondens på kalla ytor, t ex dörrar som installeras på kyldiskar. Det är viktigt att en god styrfunktion på karmvärmerna så att onödiga drifttimmar elimineras och energibesparingen maximeras. I samtliga diskar skall karmvärmerna styras på lokalens fuktighet.

Framledningstemperatur köldbärare

Köldbärarens framledningstemperatur skall hållas så hög som möjligt. Det överordnade styrsystemet svarar med en svag rampfunktion (stegvis justering) på behov av förändring av ärvärde (ärvärde=uppmätt temperatur i disken) för att uppnå börvärde (börvärde=förinställt önskvärt temperatur i disken).

En svag rampfunktion innebär en mjukare drift för kylmaskinen och förhindrar on/off drift. Rampens styrka skall kunna ställas $0,01-0,1^{\circ}\text{C}/\text{minut}$. Köldbärarens framledningstemperatur begränsas av 0°C och av -8°C .

När en disk inte kan hålla börvärdet öppnas diskens ventil och om börvärdet ej har uppnåtts efter en viss tid efter ventilens öppnande sänks temperaturen i köldbärarsystemet. Temperaturen i köldbärarsystemet sänks genom en börvärdesförskjutning av kylaggregatets börvärde mot lägre temperatur. Det är viktigt att larm finns för de tillfällen då temperaturen i diskarna ej uppfyller temperaturkraven inom en rimlig tid.

Köldbärarflöde

Dagens pump i köldbärarsystemet har ett fast varvtal. Efter ombyggnation ska pumpen varvtalsregleras och hålla ett konstant differenstrycket över sig själv.

Kylaggregat

I kylaggregatet finns två parallella kompressorer. Kompressorerna styrs i sekvens och båda är utrustade med varvtalsstyrning. Kompressorerna styrs på utgående köldbärarterperatur.

Köldbärarens utgående börvärde är variabelt och styrs från det överordnade styr- och reglerystemet. När effektbehovet är lägre än kylmaskinens minsta dellast stängs aggregatet av max 4 °C under det lägsta börvärdet. Om konstruktören anser att "pump down" eller "pump out" skall byggas in görs detta.

Ett svenskt begrepp för "pump down" eller "pump out" finns inte. Syftet med de båda är att vid återstart av kylaggregatet förhindra att vätska kommer in i kompressorn. När ett kylaggregat står stilla kan vätska förflyttas från förångaren till den kallare sugledningen och vätska kan komma in i kompressorn. "Pump out" innebär att när systemet får stoppsignal stängs vätsketillförseln till förångaren och kompressorn fortsätter att arbeta tills ett lägsta tryck ger stopp för kompressorn. Då har all vätska i förångaren förångats.

"Pump Down" innebär ett likadant stopp som beskrivet ovan med tillägget att när trycket i förångaren under stillestånd stiger på grund av läckande ventiler återstartar kompressorn för att återigen suga ner vätskan i förångaren.

Tidsplan

Förstudien utfördes mars - april, 2012.

Projektet är tänkt att genomföras med mätning före ombyggnation och sker sensommaren 2012. Ombyggnation sker hösten 2012 och mätningar sker under ett år efter ombyggnation för avslut december, 2013.

Förprojekt organisation

Projektägare inom BeLivs är City Knalleland.

Mätningar och projekt för verifiering av verkligt resultat

Baserat på förstudien skall beräknat resultatet i förprojekt verifieras.

Energieffektiviseringspotential

Energibesparingspotentialen har beräknats och kylbehovet före och efter att dörrar installerats har visat en minskning på 30 %. Därtill tillkommer kompressorenergi, pumpenergi och kylmedelskylarens fläktenergi som minskas. Användandet av värmepump för produktion av värme och varmvatten kommer innebära minskad el-användning.

Fortsatt arbete

I förstudien har det framkommit ett stort behov av ett beräkningsprogram som kan ta hänsyn till förändringar i kylsystem. Programmet bör vara ordentligt verifierat genom mätningar och ska vara öppet för alla att använda. Brist på ett sådant verktyg förhindrar energieffektivisering av kylsystem.

När någon av Sveriges alla mindre kylföretag skall övertyga beställare att satsa på låg total kostnad i stället, för att som oftast hittills, på lägsta inköpskostnad krävs det att båda parter känner säkerhet i beräkningen av driftkostnad. I detta projekt finns ingångsdata tillgängliga med avseende på:

- Komponentdata- kompressorer, värmeväxlare och köldmedier
- Belastning i diskar och rum
- Klimatdata för både inomhus och utomhus
- Olika systemkonfigurationer

Hur olika konfigurationer och styrutformningar påverkar driftkostnaden är däremot svårt att överblicka. I förlängningen bör även ventilation och övriga energiförbrukare kunna ingå i beräkningen. Ett förprojekt med syfte att formulera ett projekt och inventera nationella och internationella program föreslås.

**BeLivs – Energimyndighetens
Beställargrupp Livsmedelslokaler**
SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
Box 857, 501 15 Borås
belivs@sp.se
www.belivs.se

