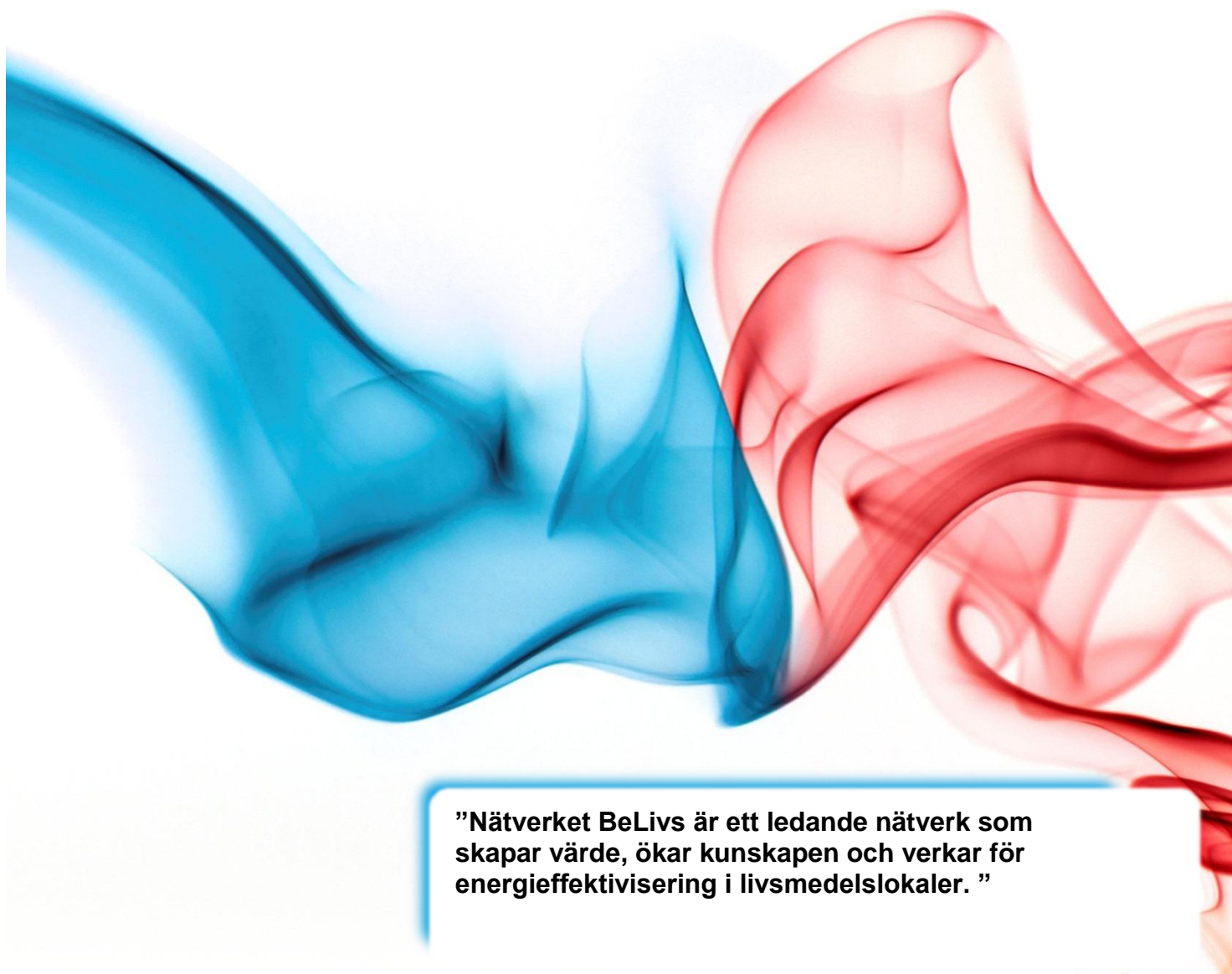


Avfuktning av luft i butiker



”Nätverket BeLivs är ett ledande nätverk som skapar värde, ökar kunskapen och verkar för energieffektivisering i livsmedelslokaler.”



Energimyndighetens Beställargrupp Livsmedelslokaler

Det är författaren som ansvarar och står för innehållet i denna rapport

Avfuktning av luft i butiker

Dehumidification of air in supermarkets

Caroline Markusson och Patrik Ollas
SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut - Energiteknik

Projektnummer: BF08

År: 2013

Beställargruppens medlemmar



Axfood AB



Bergendahls Food AB



City Knalleland



ICA AB



KF Fastigheter



Max Hamburgerrestaurang



Statoil Fuel & Retail

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

Det är författaren som ansvarar och står för innehållet i denna rapport

Sammanfattning

Livsmedelsbutiker är intensiva användare av energi i de flesta länderna. I Sverige förbrukar livsmedelsbutikerna ca 3 % av den totala energianvändningen (1,8 TWh/år). Avfuktning av butiksluften har identifierats som ett spår när det gäller att minska energianvändningen i butiker. I förstudien har en litteraturstudie, beräkningar/modellering och interjuver med tillverkare och butiksägare genomförts.

När fuktig luft kommer i kontakt med kylbatteriet i kyl- och frysdysken uppstår kondens som bildar ett lager med is på kylbatteriet. Detta is-lager försämrar värmeöverföringen mellan batteriet och den luft som ska kylas ner och ger ett behov av avfrostning vilket resulterar i en ökning av energianvändningen. Genom att sänka den relativa fuktigheten i livsmedelsbutiker reduceras mängden fukt i kyl- och frysdiskarna vilket leder till en minskad belastning på kylkompressorerna.

Förutom en minskad mängd fukt i butiken bidrar en aktiv avfuktning till en ökad energianvändning av de apparater som används till avfuktningen, det är därför viktigt att se till nettoenergianvändningen. Simuleringar från en livsmedelsbutik i Florida^[9] visar att en minskning av den relativ fuktighet på 5 % ger en minskad energianvändning för frys- och kyldiskarna på 9,5 % men endast 4,7 % om man ser till hela butikens energianvändning. I ett modellringsexempel, i förstudien, av ett kylsystem i en befintlig butik visas att energibesparingspotentialen genom att förse kyldiskar med dörrar uppgår till närmre 40 %, jämfört med 9,5 % som anges ovan.

De större livsmedelsbutikerna i Sverige använder idag komfortkyla i sina lokaler för klimathållning. Detta i kombination med att allt fler diskar utrustas med dörrar och lock samt en större andel återluft i ventilationssystemen bidrar till att avfuktning inte längre ses som något större problem. Slutsatsen från förstudien är att behovet för en fortsatt studie gällande avfuktning av luft i butiker är begränsat och att det i dagens läge anses finnas större potential i att utrusta kyldiskar med dörrar.

Nyckelord: avfuktning, livsmedelskyla

Summary

Supermarkets are intensive users of energy in most countries. In Sweden, supermarkets consume about 3% of the total energy consumption (1.8 TWh/year). Dehumidification of air in supermarkets has been identified as one way to reduce the energy use in supermarkets. In this pre-study a literature review, modeling and interviews with manufactures and supermarket owners has been conducted.

When humid air enters the display cabinets the moist in the air condensate on the cooling coils and a layer of frost forms on the coils. This impairs the heat transfer of the cooling coil and causes a need of defrosting, both of which results in an increase of energy use. By reducing the air moist content the cooling demand of the display cabinets is reduced and as a consequence the compressor load and compressor energy use is decreased. However, besides the reduction of the moist content in the air, dehumidification contributes to an increased energy use of the dehumidification equipment. Simulations from a supermarket in Florida[9], shows that a reduction of relative humidity of 5 % provides a reduction of energy use by the display cabinets of 9,5 %, however when considering the whole supermarket a reduction in energy use of 4,7 % was obtained. A modeling example in this pre-study, based on an existing refrigeration systems shows an energy saving potential of almost 40 % when equipping the display cabinets with doors compared to the 9,5 %, indicated above.

Many larger supermarkets in Sweden include comfort cooling in their ventilation systems. This, in combination with that more display cabinets are equipped with doors and the use of ventilation with recirculated air contributes to that dehumidification of air is not considered to be a problem in Swedish supermarkets today. The conclusion from the pre-study is that the need for further investigation of dehumidification of air in supermarkets is limited. The energy saving potential, as it is today, is considered be larger in equipping display cabinets with doors.

Keywords: dehumidification, refrigeration, supermarkets

Förord

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 branschen 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

Innehållsförteckning

Sammanfattning	4
Summary	5
Förord	6
Innehållsförteckning	7
Inledning.....	8
1 Bakgrund	8
1.1 Lokal sorptionsavfuktning.....	8
1.2 Ventilationsintegrerad avfuktning.....	9
1.2.1 Sorptiv avfuktning.....	9
1.2.2 Kondenseringsavfuktning.....	9
1.3 Återvinning av inomhusluftens fukttinnehåll	9
1.3.1 Återluft.....	9
1.3.2 Hygroskopisk roterande värmeväxlare	9
2 Diskussion och slutsatser	9
3 Litteraturreferenser	11

Inledning

Livsmedelsbutiker är intensiva användare av energi i de flesta länderna. I Sverige förbrukar livsmedelsbutikerna ca 3 % av den totala energianvändningen (1,8 TWh/år) [1]. Enligt preliminär data är besparingspotentialen för kyl- och frysanläggningar för kommersiellt syfte 26 TWh/år till och med år 2020, vilket skulle betyda en användning på 55 TWh/år 2015 och 47 TWh/år 2020 (att jämföra med 69 och 73 TWh/år 2015 respektive 2020 vid "business as usual") [2]. Avfuktning av butiksluften har identifierats som ett spår när det gäller att minska energianvändningen i butiker [3]. Intervjuer med tillverkare och butiksägare har genomförts. Slutsatsen från förstudien är att behovet för en fortsatt studie gällande avfuktning av luft är begränsat och att det i dagens läge anses finnas större potential i att utrusta kylsiskar med dörrar och använda återluft.

1 Bakgrund

Fukthalten i inomhusluften beror på hur mycket fukt som tillförs lokalen via utomhusluften och hur mycket fukt som förs bort via ventilations frånluft samt av interngenerering eller avfuktning av fukt inne i lokalen. T.ex. människorna som vistas i butiken, vatten som används för rengöring eller i annat syfte ger ett fukttillskott inne i butiken medan avfuktning i kyl- och frysdiskar ger en minskning i luftens fukttinnehåll.

När fuktig luft kommer i kontakt med kylbatteriet i kyl- och frysdiskarna uppstår kondens som bildar ett lager med is som försämrar värmeväxlingen med den luft som ska kylas ner, vilket resulterar i en ökning av energianvändningen. Genom att sänka den relativa fuktigheten i livsmedelsbutiker minskar belastningen på kylkompressorerna genom att reducera mängden fukt i kyl- och frysanläggningarna. Detta leder i sin tur till ett minskat behov av avfrostnings- och avkondenseringenscykler samt till att verkningsgraden för värmeväxlingen bibehålls. Dessa cykler bidrar dessutom till ojämna temperaturnivåer för livsmedelshållningen, vilket inte är optimalt ur en förvaringssynpunkt ^[7].

Avfuktning av butiksluft kan ske på olika sätt - lokalt eller i luftbehandlingsaggregatet. Exempel på lokal avfuktning är ett sorptionshjul, där avfuktningssaggregatet placeras i butiken i anslutning till kyl- och frysdiskarna. Avfuktning i luftbehandlingsaggregatet kan ske genom användandet av kyl- och värmebatterier eller via sorptiv kylning.

1.1 Lokal sorptionsavfuktning

Sorptionsavfuktning sker genom att den fuktiga luften (processluft) adsorberas på sorptionshjulets hygroskopiska yta. Andelen tvärsnittsytan för genomströmningen av processluften i förhållande till total tvärsnittsytan dimensioneras utefter de behov som ställs på avfuktningen. För att avlägsna fukten i sorptionshjulet värms den resterande tvärsnittsytan med hjälp av varmluft (regenereringsluft). Resultatet av detta blir att man på ena sidan får torrluft, som genom att frigge ångbildningsvärmens fått en temperaturökning på omkring 10°C¹, och på andra sidan varm våtluft som leds bort. Den varma våtluften innerhåller då en mängd energi som kan värmeåtervinnas, antingen internt eller extern ^[4]. Metoden har funnits sedan 1950-talet och ämnar sig främst för applikationer med en arbetstemperatur mellan -20°C/+40°C ^[5].

Regenerering av den fuktiga luften kan ske genom att använda t.ex. fjärrvärme, solvärme eller annan primärenergi för upphettning. Ett sätt att återvinna energi är att använda den alstrade värmen från kondensorbatterierna i kyl- och frysdiskarna. För mellanstora till stora anläggningar, typiskt lämpade för livsmedelsbutiker så krävs en regenereringstemperatur kring 45°C på tilluften, vilket kan åstadkommas med hjälp av värmeväxling med exempelvis tappvarmvattnet.

¹ Temperaturökningen beror på flödet genom rotorn och hur mycket vattenånga som tas upp

1.2 Ventilationsintegrerad avfuktning

1.2.1 Sorptiv avfuktning

Arbetsprincipen för den ventilationsintegrerade avfuktningen – den sorptiva kylan – är densamma som för sorptionshjulet. Förutom avfuktning så bidrar detta system också till att erhålla en önskad termisk komfort i butiken, även med avseende på temperatur och luftkvalité. Ett exempel är Munters DesiCool-system som med hjälp av värme tillverkar kyla^[6]. Under vintertid är den sorptiva avfuktningen konstruerad så att med hjälp av styrningen av rotorhjulets hastighet kan åstadkomma upp till 90 % värmeåtervinning av frånluften.

1.2.2 Kondenseringsavfuktning

En annan typ av avfuktningssprincip är kondenseringsavfuktning där man avfuktar ett luftflöde på en kall yta (kylbatteri) genom kondensering^[4]. Restprodukten är vatten som måste ledas bort. I och med att avfuktningen sker på en kall yta innebär det att användningsområdet begränsas av temperaturen. Under 10 °C omgivningstemperatur finns risk för frost- och isbildning på kyltorna, vilket förhindrar avfuktningen och gör den ekonomiskt olönsam. Vid avfuktning med kylbatteri kyls luften först ner så att fukten kondenseras och sedan värms luften igen till önskad tilluftstemperatur.

1.3 Återvinning av inomhusluftens fuktinnehåll

I de fall då ineluftens fuktinnehåll understiger utomhusluftens fuktinnehåll kan användandet av återluft eller hygroskopisk roterande värmeväxlare användas för att återvinna och på så sätt bibehålla inomhusluftens fuktinnehåll. Med tanke på att den fuktiga luften i butiker kondenseras i kyl- och frysdiskarnas kylbatterier kan detta vara bra lösningar.

1.3.1 Återluft

I butiker i dag är återluft en vanlig typ av fukt- och temperaturåtervinning. Nackdelar med återluft är dock vid de tillfällen då återluften är förorenad och ej kan återföras som tilluft fås en temperatur- och fuktverkningsgrad som är noll.

1.3.2 Hygroskopisk roterande värmeväxlare

Ett alternativ till återluft är användandet av hygroskopisk roterande värmeväxlare. En hygroskopisk värmeväxlare har en entalpiverkningsgrad på ca 75 % förutsatt ett balanserat till- och frånluftsflyde.

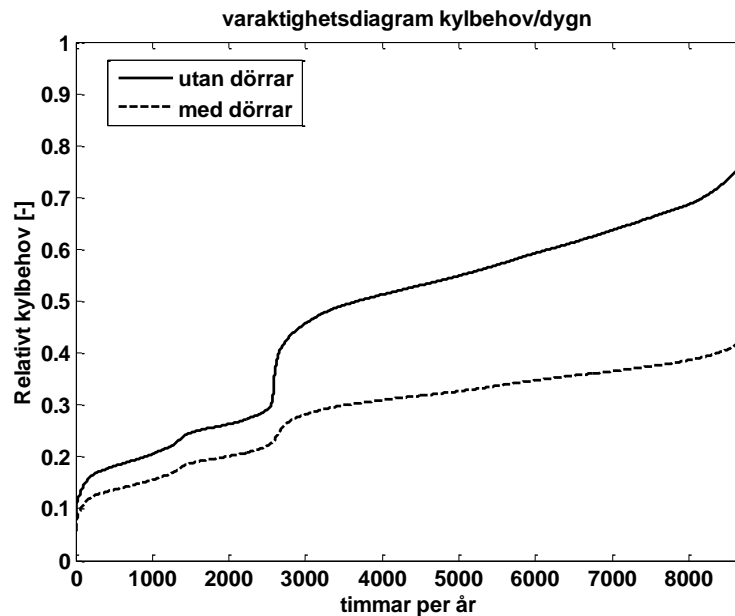
2 Diskussion och slutsatser

Förutom en minskad mängd fukt i butiken bidrar en aktiv avfuktning till en ökad energianvändning på de apparater som används till ändamålet, det är därför viktigt att se till nettoenergianvändningen. Simuleringar och beräkningar från en livsmedelsbutik i Florida, USA har visat att en minskad relativ fuktighet på 5 % ger en minskad energianvändning för frys- och kyldiskarna på 9,5 % men endast på 4,7 % om man ser till hela butikens energianvändning^[9]. Studier har också gjorts för att försöka hitta vilken fuktnivå som ger bäst resultat med avseende på energibesparing^[10].

De större livsmedelsbutiker i Sverige använder idag komfortkyla i sin lokaler för klimathållning. Detta i kombination med att allt fler diskar utrustas med dörrar och lock samt en större andel återluft i ventilationssystemet bidrar till att avfuktning inte längre ses som något större problem, enligt Per-Erik Jansson, Tekniska chef på ICA. Ett tätare klimatskal, där mindre andel fuktig luft tränger igenom, är också önskvärt för att minska påverkan av uteluftens fuktinnehåll.

Figur 1 visar ett beräkningsexempel från ett system bestående av flera vertikala kyldiskar och kylrum. Exemplet är från en befintlig butik och uppmätta data för temperaturer och relativ

fuktighet i den omgivande luften har använts. Figuren visar beräkningar med och utan dörrar på kyldiskarna under ett år. Energibesparingen genom att förse kyldiskar med dörrar uppgår i detta fall till närmare 40 %, jämfört med 9,5 % som anges ovan vid en reducering av den relativa fuktigheten med 5 % ^[9].



Figur 1. Varaktighetsdiagram för det relativa kylbehovet för en

Ventilationsintegrerad direkt avfuktning av luft i hela butiker i Sverige är varken ekonomiskt eller energimässigt försvarbart enligt de personer vi har varit i kontakt med ^[13, 14]. Lokal avfuktning av enskilt, speciellt utsatta, frys- och kyldiskar kan förekomma men är ingenting som är utbrett idag.

I och med att avfuktningen idag inte anses vara ett så pass utbrett problem ser vi ingen mening med ett fortsättningsprojekt.

3 Litteraturreferenser

- [1] Arias, J., *Energy Usage in Supermarkets - Modelling and Field Measurements*, 2005, Division of Applied Thermodynamics and Refrigeration, Department of Energy Technology, Royal Institute of Technology; ISBN 91-7178-075-0
- [2] Bio Intelligence Service, *European Commission DG TREN Preparatory Studies for Eco-design Requirements of EuPs [TREN/D1/40-2005/LOT12/S07.56644] Lot 12 Commercial refrigerators and freezers - Final Report*. 2007,
- [3] IOR, *Refrigeration Road Map*, 2010.
- [4] Försvarets materialverk, *Avfuktningsteknisk materielhandbok (ATH)*. 2010, M7786-010301 HDB AVFUKNTEKNISK Fastställd jämlikt: FMV AK Log 10FMV4050-1:1
- [5] Munters. *MCD-serien (Munters Configurable Dehumidifier)*. 2012; Tillgänglig: <http://www.munters.se/sv/se/produkter-tjanster/Division-Luftbehandling/Avfuktare/MCD-serien/>.
- [6] Munters. *DesiCool*. 2012; Tillgänglig: <http://www.munters.se/sv/se/produkter-tjanster/Division-Luftbehandling/MOAS-Munters-Outdoor-Air-Systems/DesiCool/>.
- [7] Kosar, D. and O. Dumitrescu. *Humidity effects on supermarket refrigerated case energy performance: A database review*. 2005.
- [8] D'Agaro, P., G. Croce, and G. Cortella, *Numerical simulation of glass doors fogging and defogging in refrigerated display cabinets*. Applied Thermal Engineering, 2006. **26**(16): p. 1927-1934.
- [9] Bahman, A., L. Rosario, and M.M. Rahman, *Analysis of energy savings in a supermarket refrigeration/HVAC system*. Applied Energy, 2012. **98**: p. 11-21.
- [10] Howell, R.H. *Calculation of humidity effects on energy requirements of refrigerated display cases*. 1993. Chicago, IL, USA: Publ by ASHRAE.
- [11] Yamaguchi, S., et al., *Hybrid liquid desiccant air-conditioning system: Experiments and simulations*. Applied Thermal Engineering, 2011. **31**(17–18): p. 3741-3747.
- [12] He, Z., et al., *Study on adsorption desiccant based hybrid air conditioning system*, 2012: Hohhot. p. 1196-1200.
- [13] Munthers, *Andres Cratz, Munters*, P.O. Telefonsamtal, Editor 2012.
- [14] FuktkontrollAB, *Lukas Rale*, P.O. Telefonsamtal, Editor 2012.