

***Prioriterade åtgärder i befintliga  
livsmedelslokaler för ökad energieffektivisering***  
**FÖRSTUDIE**

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



**Energimyndighetens Beställargrupp Livsmedelslokaler**

**Prioriterade åtgärder i befintliga livsmedelslokaler  
för ökad energieffektivisering**

**Priority actions in existing food premises for  
increased energy efficiency**

Sara Jensen, Lennart Rolfsman, Ulla Lindberg  
SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Projektnummer: BF 13  
År: 2015

## Beställargruppens medlemmar



Axfood AB



Bergendahls Food AB



City Knalleland



ICA AB



COOP Fastigheter



Max Hamburgerrestaurang



ÖREBRO

Örebro kommun

**BeLivs**  
**Energimyndighetens Beställargrupp Livsmedelslokaler**  
SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut  
Box 857, 501 15 Borås  
[www.BeLivs.se](http://www.BeLivs.se)  
[BeLivs@sp.se](mailto:BeLivs@sp.se)

## Sammanfattning

Det finns många energieffektiviserande åtgärder som kan genomföras i livsmedelsbutiker för en lägre energianvändning i större eller mindre utsträckning. Vilka åtgärder som är attraktiva att genomföra beror på olika faktorer t.ex. lagar, regler, energipriser, ägandeformer, butikens ålder, tillgänglig teknik och ekonomi mm.

Långt ifrån alla butiksägare äger fastigheterna deras butiker ligger i, hyresavtalen kan vara långa eller korta och avtalen kan antingen ingå uppvärmning eller så handlar det om kallhyra. Åtgärder som inbegriper och påverkar fastighetsägaren måste ingå i hyresavtalet med fastighetsägaren vid nyteckning av avtal. Även typen av butik, om den är friliggande eller i en större fastighet, om det är en liten landsortsbutik eller en stormarknad osv har stor betydelse för hur man resonerar kring vilka åtgärder som bör prioriteras.

Det saknas kunskap för hur butikerna ska prioritera när de ska välja energieffektiviserande åtgärder som passar just deras butik. Det är inte möjligt att göra en generell rangordning av energieffektiviserande åtgärder för butiker eftersom utgångsläget är så olika från butik till butik, men det går att dela upp åtgärderna efter hur **enkelt** och **kostsamt** det är att genomföra dem. Hur långa pay-off tider som kan accepteras beror på vem det är som ska betala investeringen. Handlaren har ett relativt kort perspektiv och kan därför sällan acceptera lika långa pay-off tider som fastighetsägare.

I en butik går den största andelen energi åt till att kyla varor. Det är därför relevant att börja med åtgärder på butikskylan.

Energieffektivisering behöver inte vara dyrt, mycket kan göras snabbt och till en låg kostnad. Man kan dela upp energieffektiviseringsprocessen i tre steg. I första steget plockas de lågt hängande frukterna genom att skärpa rutiner, se över och rengöra utrustning, undvika onödig energianvändning genom nattvandring mm. Detta kan alla butiker göra då det visserligen innebär kostnader i form av personaltid men inga dyra investeringar i utrustning. Steg två är att göra mindre investeringar som kan hjälpa till att energieffektivisera befintlig utrustning och som återbetalar sig inom max tre år. I steg tre görs åtgärder som kräver större investeringar. Hur lång pay-off tid en åtgärd har beror alltid på butikens utgångsläge. Det är därför viktigt att inför större investeringar och ombyggnationer, t.ex. i samband med konverteringen till ett nytt köldmedium, göra en energianalys som kartlägger vilka energieffektiviserande åtgärder som är aktuella att genomföra.

Något som efterfrågas av butikerna är en lista på rak pay-off tid för de vanligaste energieffektiviserande åtgärderna i befintliga butiker. Med hjälp av pay-off tid skulle det bli det lättare för varje butik att prioritera bland de åtgärder som kan vara aktuella för dem. Ett förslag till fortsatt arbete är att beräkna pay-off tid för olika åtgärder med hänsyn tagen till den ursprungliga anläggningens ålder, skick och energianvändning.

Målet med förstudien har varit att ta fram en prioriterad sammanställning av de viktigaste åtgärderna för energieffektivisering i livsmedelslokaler och ge förslag på lämpliga utlysningar och tänkbara teknikupphandlingstävlingar samt identifiera ett eventuellt forskningsbehov.

Förstudiens målgrupp är i första hand BeLivs beställargrupp och de handlare som driver butikerna. Tanken är att förstudien ska vara en hjälp i arbetet med att energieffektivisera svenska livsmedelsbutiker på bästa sätt.

**Nyckelord:** Energieffektivisering, butik, prioritering, pay-off tid, åtgärd, livsmedel, belivs

## Summary

There are many measures that can be implemented in grocery stores to lower energy use to a greater or lesser extent. The actions that are attractive to implement depends on many different factors, for example forms of ownership, the store's age and economy etc.

Far from all grocery stores possess the property they are suited in. Leases can be long or short, and agreements can either include or exclude heating. Measures involving and affecting the property owner must enter the lease with the property owner at the subscription of agreements. Also the type of store, whether it is suited in a freestanding building or in a larger property, if it is a small country store or a supermarket, is of great importance to how the store will reason about what actions should be prioritised.

The storeowners lack a tool to help them prioritize when choosing between different energy-efficiency measures for their store. It is not possible to make an overall ranking of energy efficiency measures for stores because of how different every store is, but the measures can be divided by how easy and costly it is to implement them. How long pay-off time that can be accepted depends on who is going to pay the investment. Property owners and retail groups can often accept longer repayment periods than traders who many times have a shorter perspective.

The goal of the preliminary study has been to develop a prioritized summary of the most important measures for improving energy efficiency in food premises. The preliminary study should also provide suggestions for calls, possible competitions of technology procurement and identify research needs.

The target audience of the preliminary study is primarily BeLivs client group and the store managers and traders who run the shops. The idea is that the preliminary study will be helpful in efforts to improve energy efficiency Swedish supermarkets is the best possible way.

Energy efficiency measures do not need to be expensive. Many energy efficiency measures can be made quickly and at a low cost. One can divide the energy efficiency process in three steps. In the first step energy can be saved by tightening procedures, reviewing and cleaning equipment, avoiding unnecessary energy use etc. This kind of measures all stores can do since it only requires staff time and no expensive investment. Step two is to make small investments that can help to increase the energy efficiency of existing equipment and with a pay-off time of maximum three years. The third step of the energy efficiency process is to do actions that require major investments and that have longer pay-off time.

How long pay-off time a measure has depends on the store's initial position in terms of existing equipment and energy use. It is therefore important that the store before major investments and renovation, such as conversion into a new refrigerant, makes an energy analysis to find out which energy-efficiency measures that is relevant to invest in.

Something requested by the stores is a list of the repayment period for the most common energy-efficiency measures in existing stores. By means of repayment periods it would be easier for each store to prioritize among the measures that may be relevant to them. A proposal for future work is to calculate the pay-off time for energy efficient measures in a way that takes into account that stores vary in age, condition and energy use.

**Keywords:** energy efficiency measures, supermarket, priority, pay-off time

## 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](http://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.

# Innehållsförteckning

<b>Sammanfattning</b> .....	<b>4</b>
<b>Summary</b> .....	<b>5</b>
<b>Förord</b> .....	<b>6</b>
<b>Innehållsförteckning</b> .....	<b>7</b>
<b>1 Problembeskrivning</b> .....	<b>9</b>
1.1 Syfte och mål .....	9
1.2 Avgränsningar .....	9
1.3 Metod .....	9
<b>2 Bakgrund</b> .....	<b>10</b>
2.1 Beskrivning av livsmedelslokalen och dess tekniska system .....	10
2.2 Lagar och regler .....	11
2.3 F-gasförordningens betydelse för energieffektiviserande arbete .....	11
2.4 Alla butiker är olika .....	11
<b>3 Genomförande</b> .....	<b>12</b>
3.1 Organisation – medverkan i förstudieprojekt .....	12
3.2 Tidsplan .....	12
<b>4 Prioriteringsregler</b> .....	<b>12</b>
4.1 Energianalys .....	12
4.2 Energieffektivisera i tre steg .....	12
<b>5 Energieffektiviserande åtgärder – steg ett</b> .....	<b>13</b>
5.1 Rengör kondensorer på plug-in diskar .....	13
5.2 Energieffektiv användning av plug-in dryckeskylar .....	14
<b>6 Energieffektiviserande åtgärder – steg två</b> .....	<b>14</b>
6.1 Snabbrullport för frysrum .....	15
6.2 Luftridå i frysrum .....	15
6.3 Installation av nattgardiner .....	16
6.4 Flytande förångningstemperatur .....	16
6.5 Flytande kondenseringstemperatur .....	17
6.6 Effektivare allmänbelysning .....	17
6.7 Återluft .....	18
6.8 Behovsstyrd fläkt i frysrum .....	19
6.9 LED belysning i kyl- och frysdiskar .....	19
6.10 Behovsstyrd avfrostning .....	19
6.11 Styrning av karmvärme på frysdiskar .....	20
6.12 Avfuktning av inomhusluft .....	20
<b>7 Energieffektiviserande åtgärder – steg tre</b> .....	<b>21</b>
7.1 Dörrar på kyldiskar .....	21
7.2 Värmeåtervinning från butikskyla genom höjt kondenseringstryck .....	22
7.3 Värmeåtervinning med värmepump .....	22
<b>8 Fler åtgärder</b> .....	<b>23</b>
8.1 Lasta varor rätt i diskar .....	23
8.2 Luftridå i entré .....	24
8.3 Utbildning av personal .....	24
8.4 Rondering i butik .....	24
8.5 Optimering av butikskyla .....	24
8.6 Rengöring av fläktar och batteri i kyl- och frysdiskar .....	24
8.7 Frekvensstyrning av kylanläggning .....	25

8.8	Plug-in .....	25
8.9	Samverkande styr- och övervakningssystem .....	25
8.10	Olika typer av driftavtal.....	26
8.10.1	Övervakning av drift och funktion .....	26
8.10.2	Energiövervakning.....	26
8.10.3	Dygnet-runt-övervakning och jour.....	27
8.11	Hög tillgänglighet med parallellinstallerade kompressorer och komponenter .....	27
8.12	Bättre inomhusklimat .....	27
8.13	LCC baserad upphandling.....	27
<b>9</b>	<b>Diskussion och fortsatt arbete.....</b>	<b>27</b>
9.1	Förslag på fortsatt arbete .....	28
9.1.1	Ökad efterfrågan på kyltekniker .....	28
9.1.2	Avfuktning av inomhusluft i butiker.....	28
9.1.3	Borrhål.....	28
9.1.4	LCC på investeringar vid renovering .....	28
9.2	Teknikupphandling.....	28
<b>10</b>	<b>Litteraturreferenser .....</b>	<b>29</b>
	<b>Bilaga 1 – Beskrivning av exempelbutiker.....</b>	<b>31</b>
	<b>Bilaga 2 – Förklarande figurer .....</b>	<b>32</b>
	<b>Bilaga 3 – Sammanställning av åtgärdslista .....</b>	<b>34</b>
	<b>Bilaga 4 – Mall för tabell över energinyckeltal .....</b>	<b>35</b>



# 1 Problembeskrivning

Det finns många energieffektiviserande åtgärder som kan genomföras i livsmedelsbutiker för att sänka energianvändningen i större eller mindre utsträckning. Vilka åtgärder som är attraktiva att genomföra beror på många olika faktorer t.ex. lagar, regler, ägandeformer, butikens ålder, tillgänglig teknik och ekonomi mm. Det saknas verktyg för hur butikerna ska prioritera när de ska välja energieffektiviserande åtgärder som passar just deras butik.

## 1.1 Syfte och mål

Syftet med förstudien är att identifiera och prioritera de effektivaste åtgärderna för energieffektivisering i befintligt bestånd av livsmedelslokaler.

Målet med förstudien är att;

- Ta fram en prioriterad sammanställning av de viktigaste åtgärderna för energieffektivisering i livsmedelslokaler
- Ge förslag på lämpliga utlysningar och tänkbara teknikupphandlingar.
- Identifiera ett eventuellt forskningsbehov

Huvudmålgruppen för denna förstudie är BeLivs beställargrupp som består av sju medlemsföretag som är aktörer inom livsmedelslokaler där mat förvaras, tillagas, äts och köps. Representanterna har alla ett stort engagemang för energieffektivisering av livsmedelslokaler. I flera av medlemsföretagen finns redan idag tankar om hur man ska prioritera olika energieffektiviserande åtgärder, dessa ska samlas in och sammanställas.

En annan viktig målgrupp är butiksägare och handlare som driver butikerna och i många fall själva ska ta beslut om investeringar i sin verksamhet. För mindre butiker mm blir renoveringar och nyinvesteringar snabbt en stor investering och då är det extra viktigt att investera och välja rätt åtgärder.

## 1.2 Avgränsningar

Fokus ligger på livsmedelskyla, men ett utökat systemperspektiv finns med för att visa på vinster med åtgärder på övriga installationer i fastigheten.

## 1.3 Metod

Förstudien inleds med kartläggning och sammanställning av möjliga energieffektiviserande åtgärder i befintliga livsmedelslokaler, baserat på tidigare genomförda projekt och underlag från butiksöreträdare.

För de olika åtgärderna har energibesparingspotential, investeringskostnader och pay-off tid uppskattats. Vid beräkning av rak pay-off tid för de olika åtgärderna har vi antagit ett elpris på 1 kr/kWh. De energieffektiviserande åtgärderna presenteras i form av en lättöverskådlig tabell som är tänkt som ett enkelt verktyg att använda för butiken vid renovering och upphandling, se Bilaga 3.

Energibesparingspotential har så långt det varit möjligt presenterats på ett sätt som ska vara lätt att överföra på den egna butiken t.ex. energibesparing per meter disk eller per plug-in enhet. För några åtgärder har energibesparingen beräknats för två exempelbutiker, en liten (Butik A) och en medelstor (Butik B). Exempelbutikerna finns beskrivna i Bilaga 1.

Investeringskostnaderna som använts i beräkningar av pay-off tider är uppskattningar gjorda av Anders Ek, ansvarig för kyla på Coop Fastigheter AB.

Som en del av arbetet med denna rapport har även möten hållits med representanter från olika butikskedjor för att diskutera hur man i de olika kedjorna resonerar kring prioritering av energieffektiviserande åtgärder. Åtgärderna i rapporten listas enligt de prioritetsregler som tagits fram tillsammans med branschen.

## 2 Bakgrund

Det finns många energieffektiviserande åtgärder som kan genomföras i livsmedelsbutiker för att sänka butikens energianvändning i större eller mindre utsträckning. Vilka åtgärder som genomförs beror på butikens situation.

### 2.1 Beskrivning av livsmedelslokalen och dess tekniska system

Livsmedelsbutiker är stora energianvändare, ungefär hälften av energianvändningen i en butik går till kyl- och frysanläggningarna. Trenden inom dagligvaruhandeln är att andelen kylda och frysta livsmedel ökar vilket innebär att energianvändningen och driftkostnaderna kommer att öka om inte systemen för att förvara kylda och frysta livsmedel blir mer energieffektiva. Denna förstudie fokuserar därför på åtgärder för att energieffektivisera butikskylan.



*Figur 1 I en butik sker hela tiden ett utbyte av energi. Framför en kyldisk sker växelverkan genom mötet mellan det varma omgivande inneklimatet och kyldiskens kalla temperatur. Kyl- och fryssystemen är i de flesta fall direkt eller indirekt kopplat till resten av byggnadens tekniska system och installationer.*

I en livsmedelsbutik är byggnadens olika tekniska system komplexa och beroende av varandra. Att förstå och ha kunskap om samspeltet ger möjligheter att uppnå lägre energianvändning. Systemgränsen för energianvändningen innefattar alla delar i byggnadens tekniska system som levererar byggnadens behov av värme, ventilation, luftkonditionering mm. Energin som levereras till byggnadens tekniska system konverteras ofta till andra energiformer som byggnaden behöver och energiförluster är ofta omöjliga att helt undvika, men kan minimeras genom att utforma systemet på ett genomtänkt sätt. Kyl- och fryssystemen är i de flesta fall också direkt eller indirekt kopplade till resten av byggnadens tekniska system och installationer. Om livsmedelskylans energianvändning ökar kan det leda till en minskning av energianvändningen för byggnadens tekniska system och vice versa. Att utesluta butikskylans energianvändning kan alltså leda till en suboptimering. Se figurer som förklarar butikens tekniska system i Bilaga 2.

## 2.2 Lagar och regler

Ekodesign direktivet (2005/32/EC) [1] omfattar minimikrav på energiprestanda hos produkter innefattande kommersiell kyla (livsmedelskyla i butik) t.ex. plug-in diskar, cirkulationspumpar, fläktar, ventilationsaggregat och chillers för komfortkyla.<sup>1</sup>

Direktivet om byggnaders energiprestanda (EPBD) (2010/31/EU) [2] fastställer miniminormer för energiprestanda nya och renoverade byggnader. Metoden som ska användas för att beräkna byggnaders energiprestanda inkluderar hänsyn till isolering, värme- och kylsystem, belysning, orientering av byggnaderna, värmeåtervinning och liknande faktorer.

Det finns arbetsmiljölagar som rör personal i butiker. HACCP<sup>2</sup> är ett verktyg för att främja produktsäkerheten inom livsmedelsbranschen och är aktuellt för livsmedelsbutiker och vid hantering av mat. Livsmedelslagstiftningen fastställs på EU-nivå, de indirekta och övergripande temperaturkraven för livsmedel ställs i EG-förordningarna 178/2002 [3], 852/2004 [4] och 853/2004 [5] som reglerar förvaringstemperaturer för varorna är andra lagar.

## 2.3 F-gasförordningens betydelse för energieffektiviserande arbete

Enligt F-gasförordningen [6] som trädde i kraft 1 januari 2015 ska fluorerade växthusgaser s.k. HFC medier: fluorkolväten, perfluorkarboner och svavelhexafluorid och andra växthusgaser som innehåller fluor fasas ut. Från och med den 1 januari 2020 kommer service och påfyllning av fluorerade växthusgaser med en faktor för global uppvärmningspotential (GWP) på minst 2 500 vara förbjudet. Detta medför att alla butiker (och andra aktörer) som har kyl- och fryssystem med HFC medier med GWP värden över 2500 t.ex. R404A, kommer att behöva byta köldmedium i sina butikskylasystem.

Det kommer vara tillåtet att fylla på och göra service på de flesta system fram till januari 2020, men priserna på HFC medier kommer antagligen stiga när tillgången på medier sjunker, i och med att tillverkarna börjar tillverka alternativa köldmedier.

Väljer butiken att göra en större ombyggnation av kyl- och fryssystemet för att konvertera till ett nytt köldmedium är det lämpligt att även se över vilka energieffektiviserande åtgärder som kan genomföras samtidigt. På detta sätt blir den sammanlagda pay-off tid för investeringarna kortare och energieffektiviserande åtgärder som inte annars skulle vara ekonomiska att genomföra blir just det. Systemlösningen betyder dock mer för energianvändningen än själva köldmediet.

## 2.4 Alla butiker är olika

Alla butiker är olika och kräver därför olika energieffektiviserande åtgärder. Det är inte möjligt att göra en generell rangordning av energieffektiviserande åtgärder för butiker eftersom utgångsläget är så olika från butik till butik. Olika förutsättningar i olika butiker behöver olika prioriteringar av åtgärder.

Långt ifrån alla butiksägare äger fastigheterna deras butiker ligger i, betydligt vanligare är olika typer av hyresavtal. Hyresavtalen kan vara långa eller korta, och i avtalen kan antingen ingå uppvärmning eller så handlar det om kallhyra. Byggnadens tekniska system såsom ventilationssystemet ägs och förvaltas oftast av fastighetsägaren. Att värma inkommande kall ventilationsluft med återvunnen värme från butikskylan kräver ofta att ventilationssystemet byggs om. Vem som har incitament att betala för ombyggnationen beror på hyresavtalets

---

<sup>1</sup> Läs mer om vilka produkter som har eller är aktuella för Ekodesign krav och energimärkningar på energimyndighetens hemsida <http://www.energimyndigheten.se/Foretag/Ekodesign/Produktgrupper1/> (2015-02-27)

<sup>2</sup> Hazard Analysis and Critical Control Points, en standardiserad arbetsmetod som beskriver hur man systematiskt kartlägger, bedömer och kontrollerar faror i livsmedelsproduktionen med syfte att livsmedel ska vara säkra för konsumenten.

utformning. Om man ska bygga värmeåtervinning för uppvärmning måste det in i hyresavtalet med fastighetsägaren och det måste göras vid nyteckning av avtal.

Hur långa pay-off tider som kan accepteras beror på vem det är som ska betala investeringen. Handlaren har ett relativt kort perspektiv i sin verksamhetsplanering och kan därför sällan acceptera lika långa pay-off tider som fastighetsägaren [7]. En fastighetsägare som vet att butiken kommer vara kvar under en lång tid framöver kan mycket väl tänkas vilja göra investeringar i t.ex. system för ventilation, uppvärmning och komfortkyla som kan ha en pay-off tid på över tio år. Handlare och butiksföreståndare har ofta ett mycket kortare perspektiv och vill göra investeringar som betalar sig relativt snabbt då de inte kan vara säkra på att butiken kommer fortsätta att gå bra eller att de kommer arbeta kvar om några år.

Även typen av butik, om den är friliggande eller i en större fastighet, om det är en liten landsortsbutik eller en stormarknad osv har stor betydelse för hur man resonerar kring vilka åtgärder som bör prioriteras.

### **3 Genomförande**

Förstudien genomfördes som en kombination av litteraturstudier och insamling av information från deltagande organisationer.

#### **3.1 Organisation – medverkan i förstudieprojekt**

Från SP medverkar projektledare Sara Jensen samt Ulla Lindberg och Lennart Rolfsman. I projektgruppen har även ingått representanter från butiksledet och BeLivs beställargrupp. En gemensam workshop ägde rum för att gemensamt bjuda in aktörerna att ge synpunkter.

#### **3.2 Tidsplan**

Förstudien startade 10 november 2014 och avslutades i oktober 2015.

### **4 Prioriteringsregler**

#### **4.1 Energianalys**

Ska butiken genomgå större renovering kan det vara lämpligt att samtidigt göra mer omfattande energieffektiviserande åtgärder. Inför större investeringar och ombyggnationer bör butikerna göra en energianalys och kartläggning för att ta reda på vilka energieffektiviserande åtgärder som kan vara aktuella att genomföra. Det kan göras internt genom att titta på vissa energinyckeltal, en tabell över de viktigaste nyckeltalen som kan användas till mall finns i Bilaga 4. Butiken kan även ta hjälp av en extern energikonsult som går igenom hela butikens energianvändning. Resultatet från energianalysen kan ge en bild av var det går åt mest energi i butiken, och inom vilka områden det är effektivast att göra åtgärder för att prioritera rätt. I analys och kartläggning bör förutom fastighetens energi framförallt även verksamhetsenergin, d.v.s. kylanläggningens energi ingå.

#### **4.2 Energieffektivisera i tre steg**

Energieffektivisering behöver inte vara dyrt, mycket kan göras snabbt och till en låg kostnad. Man kan dela upp energieffektiviseringsprocessen i tre steg. Första steget kan de flesta butiker ta tag i genast, men huruvida det är intressant och möjligt att genomföra steg två och tre får beslutas utifrån varje butiks unika förutsättningar.

##### **Första steget – steg ett (kapitel 5)**

Det finns många åtgärder som går snabbt att genomföra, och som de flesta butiker kan

genomföra genast. Åtgärderna kräver insatser i form av butikspersonalens arbetstid, men oftast behövs inga investeringar i komponenter eller ny utrustning.

#### **Andra steget** – steg två (kapitel 6)

I andra steget justeras och optimeras befintlig utrustning och installationer så att de går så bra som möjligt. Dessa åtgärder genomförs om butiken vill behålla den befintliga kylanläggningen. Åtgärderna kräver förutom arbetstid även investeringar i nya komponenter för att optimera den befintliga utrustningen ytterligare och förbättra driften ännu mer.

#### **Tredje steget** – steg tre (kapitel 7)

Dessa åtgärder har längre pay-off tider och är kanske främst aktuella i samband med större ombyggnationer när det bedöms som lönsamt. Dessa åtgärder kräver en högre beställarkompetens då det är viktigt att hänsyn tas till hela butikens energiflöden och inte enbart en avgränsad del.

#### **Fler åtgärder** (kapitel 8)

Det finns många åtgärder som troligtvis kan minska energianvändningen i en butik, men där det saknas underlag för att kunna beräkna energibesparingspotential och pay-off tider. Några sådana åtgärder har listats i kapitel 8.

## **5 Energieffektiviserande åtgärder – steg ett**

Det finns många åtgärder som går snabbt att genomföra. Åtgärderna kräver insatser i form av arbetstid vilket innebär en liten kostnad för butiken, men oftast behövs inga större investeringar i komponenter eller utrustning. Nedan följer en lista på sådana åtgärder för vilka det varit möjligt att beräkna elbesparingspotential och pay-off tid.

### **5.1 Rengör kondensorer på plug-in diskar**

Gör regelbunden översyn och dammsug kondensorslingan regelbundet. Damm och smuts på plug-in diskens kondensorslinga gör att temperaturen i kondensorn stiger. Energianvändningen ökar med ca 2 % för varje grad kondensortemperaturen höjs. Andra saker som kan vara värt att tänka på är:

- Ta reda på elanvändningen för alla plug-in diskar, även de som erbjuds "gratis".
- Välj plug-in diskar med lock, de använder mindre el.
- Undvik att placera plug-in diskar i närheten av en bake-off-ugn, korvgrill eller något annat varmt.
- Undvik att placera plug-in diskar i direkt solljus.
- Tänk på att om du placerar flera plug-in diskar i rad värmer de varandra och elanvändningen ökar.
- Om möjligt stäng av belysningen i plug-in diskar då butiken är stängd.

#### **Beräkning: Energibesparing vid rengöring av smutsig kondensör**

En plug-in glassbox på 230 liter använder ca 700 kWh el per år<sup>3</sup>. Om glassboxens kondensör smutsas ned så kondensortemperaturen stiger med tre grader, ökar elförbrukningen till ca 740 kWh per år.

Åtgärd	Investering	Kostnad	Energibesparing	Pay-off
Rengör kondensorer på plug-in diskar	Arbetstid 10 min/disk	100 kr/disk	40 kWh/disk år	2,5 år

<sup>3</sup> Se test av glassboxar på Energimyndighetens hemsida  
<http://www.energimyndigheten.se/Hushall/Testerresultat/Testresultat/Glassboxar/>

## 5.2 Energieffektiv användning av plug-in dryckeskylar

Kontrollera att temperaturen i plug-in diskarna inte är onödigt låg, t.ex. i diskar för förvaring av drycker som inte är kylvaror. Läsk och vatten behöver inte kylas så mycket för att de ska upplevas som tillräckligt kalla av kunden.

När fuktig luft kyls ner under daggpunkten (temperaturen då vattenångan i luften kondenserar) fälls vatten ut som kondens i disken. 70 % av kylbehovet i en kyl- eller frysdisk beror av fukt i inomhusluften som fälls ut i kyldisken och som kylaggregatet måste arbeta för att torka bort. Sätts temperaturen i disken högre än daggpunkten disken försvinner alltså 70 % av kylbehovet.

### Beräkning: Energibesparing till följd av höjd temperatur

En plug-in dryckeskyl med volymen 470 liter använder ca 3 000 kWh el per år<sup>4</sup>. Om vi antar COP 3 har den ett kylbehov på ca 9000 kWh/år.

I Stockholm är årsmedeltemperaturen utomhus 6 °C. Vi antar att en butik här har samma luftfuktighet inomhus som utomhus. Vid en inomhustemperatur på 18 °C blir då luftens entalpi 30 kJ/kg. Daggpunkten för inomhusluften ligger under dessa förhållanden på ca 10 °C.

Om temperaturen i disken höjs från 6 °C till 12 °C (strax över daggpunkten) försvinner 70 % av kylbehovet, och dryckeskylen drar bara 900 kWh el per år. Det motsvarar en besparing på 2100 kWh el per år.

Försäljningen av kylda drycker som läsk och vatten sker i huvudsak eftermiddag och kväll, det är ingen större efterfrågan på kyld dryck på morgonen. Spara energi genom att ha dryckeskylarna helt avstängda nattetid och starta dem på morgonen, lämpligen med en timer.

### Beräkning: Energibesparing av att stänga av nattetid

Med en inställd temperatur på 12 °C använder plug-in dryckeskylen ca 900 kWh/år. Om disken hålls avstängd nattetid med hjälp av en timer, 10 timmar per dygn, året om sparas 375 kWh/år.

### Summa: Energibesparing av kombinationen höjd temperatur och att stänga av nattetid

Åtgärd	Investering	Kostnad	Energibesparing	Pay-off
Energieffektiv användning av plug-in dryckeskylar	Arbetstid 10 min/disk, timer	200 kr/disk	2 100 + 375 kWh/disk år	< 1 mån

## 6 Energieffektiviserande åtgärder – steg två

När åtgärderna i steg ett har klarats av är det dags att gå vidare och se över vilka andra åtgärder som kan vara lämpliga att genomföra i butiken för att spara energi. Investeringskostnad och pay-off tid varierar för de olika åtgärderna, och dessutom kan en åtgärd vara olika lönsam beroende på butikens förutsättningar. Det är därför viktigt att börja

<sup>4</sup> Se test av dryckeskylar på Energimyndighetens hemsida <http://www.energimyndigheten.se/Hushall/Testerresultat/Testresultat/Dryckeskylar/>

med att göra en analys av butikens energianvändning för att komma fram till vilka åtgärder som gör störst nytta och har rimlig pay-off.

Åtgärderna som listas i steg två innefattar förutom personalkostnader även investeringar i komponenter och utrustning.

## 6.1 Snabbrullport för frysrums

Dörrdisciplinen är viktig för att hålla nere energikostnaderna. Snabbrullportar minskar tiden som frysdörren står öppen och kan på det sättet spara ännu mer energi.

### Beräkning: Energibesparing med snabbrullport

Vi antar att ett frysrums har en port med höjden 2,2 m och bredden 1,2 m. Inne i frysrums är temperaturen -18 °C och utanför +20 °C. För ett frysrums med COP 1,5 blir den extra elförbrukningen 52,3 kWh per timme<sup>5</sup> som porten är öppen istället för stängd.

Vidare antas att en butik har dörren till frysrums öppen 5 minuter per timme, 14 timmar per dygn används 22,2 MWh el extra per år jämfört med om dörren alltid hade varit stängd. Om snabbrullporten halverar öpptiden kan butiken minska sin elanvändning med 11,1 MWh/år.

Obs! Elanvändning för drift av snabbrullport ingår inte i beräkningen av energibesparingen.

Åtgärd	Investering	Kostnad	Energibesparing	Pay-off
Snabbrullport för frysrums	Snabbrullport, installation, inställning	50 000 kr	11 100 kWh/år	4,5 år

## 6.2 Luftridå i frysrums

Ett luftridåaggregat kan installeras i dörröppningen på frysrums för att begränsa ofrivillig luftväxling.

### Beräkning: Energibesparing med luftridå

Vi antar att ett frysrums har en port med höjden 2,2 m och bredden 1,2 m. Inne i frysrums är temperaturen -18 °C och utanför +20 °C. För ett frysrums med COP 1,5 blir den extra elförbrukningen för att kompensera för luftläckage 52,3 kWh per timme som porten är öppen.

Ett luftridåaggregat specialutformat för frysrums har en märkeffekt på 450 W. Vi antar att luftridån har en verkningsgrad på ca 75%. Vidare antas att en butik har porten till frysrums öppen 5 minuter per timme 14 timmar per dygn året om. Luftridåaggregatet minskar luftläckaget så att elförbrukningen i frysrums sänks från 22 000 kWh/år till 5500 kWh/år, en besparing på totalt 16 500 kWh/år.

Åtgärd	Investering	Kostnad	Energibesparing	Pay-off
Luftridå i frysrums	Luftridåaggregat, installation	30 000 kr	16 500 kWh/år	< 2 år

5

According to Tamm (1966) and Munch (1967) the infiltration through an open door can be expressed as:  
 $V = 0.7 * W * H * (H * (1 - T_{in} / T_{out}))^{0.5}$  [m<sup>3</sup> / s]  
Corresponding load will be  
 $Q = V * \gamma_{out} * (T_{out} - T_{in})$  [kW]

### 6.3 Installation av nattgardiner

Ibland finns inte dörrar eller lock installerade på kyl- och frysdiskar. Om så inte är fallet kontrollera att nattgardiner/ lock finns, fungerar och används. Se till att de inte dras upp förrän strax innan butiken öppnar.

Täckning av en öppen kyldisk nattetid när butiken är stängd är ett effektivt sätt att minska energianvändningen. För att nattgardinen skall ge ett optimalt resultat skall gardinen sluta tätt och materialet vara isolerande. Mätningar visar att nattgardiner i butikens kyldiskar minskade kylbehovet med mellan 40-60 % [8], [9]. Mätningar under kontrollerade förhållanden i labb och enligt standard visar att kylbehov minskade, dessutom kunde flera andra vinster påtalas såsom jämnare temperatur [10].

#### Beräkning: Energibesparing med nattgardiner

En femplans kyldisk utan dörrar antas vid ISO2<sup>6</sup> ha en elförbrukning på ca 5 000 kWh/m år, varav 300 kWh/år m går till fläktar, belysning mm och 4700 kWh/år m går till kyla.

Om nattgardiner installeras minskar kylbehovet i disken med 50 % när nattgardinerna är neddragna. Vidare antas att nattgardinerna hålls neddragna 10 h per dygn. Det ger en energibesparing på ca 1300 kWh/m år vilket stämmer väl överens med mätningar som genomförts.

Åtgärd	Investering	Kostnad	Energibesparing	Pay-off
Installation av nattgardiner	Nattgardiner, montering	1000 kr/m	1300 kWh/m år	< 1 år

### 6.4 Flytande förångningstemperatur

I äldre kylanläggningar är den från maskinrummet utgående köldbärartemperaturen i indirekta system (se Figur 2 i Bilaga 2) fast inställd på ett så lågt värde att alla kylbehov i diskarna ska klaras. Det betyder att disken med kallast temperatur i systemet bestämmer köldbärartemperaturen. Att kyla ner köldbäraren kostar mycket energi och för varje grad temperaturen kan höjas sparar butiken energi och pengar.

Flytande förångningstemperatur innebär att framledningstemperaturen på köldbärarvätskan i ett indirekt kylsystem varierar med kylbehovet i diskarna. Vid mindre kylbehov i diskarna kan köldbärartemperaturen höjas. En tumregel är att för varje grad som köldbäraren stiger i temperatur blir ekonomin uppskattningsvis 3 % bättre i hela systemet för samma kylbehov [11].

#### Beräkning: Energibesparing med flytande förångningstemperatur

Vi antar att en butik har moderna kyldiskar med kompatibel elektronisk styrning, som är anslutna till gemensamt styr och övervakningssystem. Alternativt kan förångningen styras på klimatet i butiken.

I en mellanstor butik (B) använder kylanläggningen ca 650 MWh el per år, varav 75 % går till kompressordrift. Genom att höja förångningstemperaturen med i snitt 5 grader minskar kompressorernas elanvändning med 15 %, vilket innebär en minskning med ca 70 MWh/år.

I en liten butik (A) där kylanläggningen använder ca 375 MWh/år blir minskningen ca 30 MWh/år.

<sup>6</sup> Testklimat enligt standard ISO 23953-2:2005/A1:2012, Tabell 3. Klimatklass 2: t 22 °C/65 % RH/tdp 14,3 °C/10 g vatten/kg fuktig luft.



Åtgärd	Investering	Kostnad	Energibesparing	Pay-off
Flytande förångnings-temperatur	Styrssystem för styrning av kompressorer	50 000 kr	Butik A: 30 000 kWh/år Butik B: 70 000 kWh/år	A: 1,6 år B: 9 mån

## 6.5 Flytande kondenseringstemperatur

Många butiker har en fast inställd kondenseringstemperatur (temperatur i kylmedelkylaren) på över trettio grader året om, fastän årsmedeltemperaturen utomhus i Sverige ligger på mellan 0-10 °C.

Flytande kondensering sänker driftkostnaden i kompressorsystemet genom att minska det temperatursteg som kompressorn måste skapa mellan förångning och kondensering, d.v.s. kondenseringstemperaturen tillåts variera beroende på utomhustemperaturen. Påverkas förångningstrycket negativt av temperatursänkningen är en möjlig åtgärd att byta ut mekaniska expansionsventiler mot elektroniska expansionsventiler som klarar lägre tryckskillnader.

Kondenseringstemperaturen eller utgående kylmedietemperatur ska styras mot utomhustemperaturen + tio grader för att vara effektiv.

### Beräkning: Energibesparing med flytande kondenseringstemperatur

Vi antar att det inte behövs några elektroniska expansionsventiler. (Om nya expansionsventiler behövs blir antingen investeringen högre eller vinsten mindre på grund av sämre drift.)

En medelstor butik (B)<sup>7</sup> har en kylanläggning som använder 650 MWh el per år, varav 75 % går till kompressordrift. Om man sänker kondenseringstemperaturen (årsmedeltemperatur) från 35 till 20 °C ger det en elenergibesparing på 30 % i kompressorn, vilket innebär en minskning med ca 146 MWh/år.

I en liten butik (A) där kylanläggningen använder ca 375 MWh/år blir minskningen ca 84 MWh/år.

Åtgärd	Investering	Kostnad	Energibesparing	Pay-off
Flytande kondenseringstemperatur	Byte av kylmedelregulator	20 000 kr	Butik A: 84 000 kWh/år, Butik B: 146 000 kWh/år	3 mån

## 6.6 Effektivare allmänbelysning

För att spara energi på allmänbelysningen kan butiken anpassa belysningen efter ljusnivån utomhus, ljusinsläpp och butikens öppettider samt närvaron. Mycket kan styras via styrssystem men en del åtgärder kräver ändringar i personalens rutiner för att fungera. Här följer några exempel på hur belysningen kan anpassas:

- När butiken är öppen och det är ljust ute är all belysning i butiken tänd, belysning i diskar, allmänljus och accentbelysning.
- Styr belysningen i personalutrymmen, kontor och lager med närvarosensorer.
- När butiken är öppen och det är mörkt ute, t.ex. tidigt på morgonen eller när solen gått ner dämpas allmänbelysningen. På detta sätt blir ljuset i butiken behagligare för kunderna vars ögon vant sig vid mörkret utomhus och butiken sparar samtidigt in på energikostnaden för belysningen. Detta styrs lämpligen av fotoceller placerade utomhus.

<sup>7</sup> Se beskrivning av butik A och B i Bilaga 3.

- Efter stängning släcks all accentbelysning och endast allmänbelysningen är tänd så länge personalen är kvar i butiken.
- När sista personalen går hem släcks allmänbelysning och belysning i diskar, endast natt- och nödbelysningen lämnas tänd.

Minst två gånger om året bör man göra en nattvandring i butiken för att notera de energiförbrukare som går i onödan och se till att de stängs av fortsättningsvis. Flera sinnen kan användas för att identifiera energitjuvarna – syn, hörsel och lukt. Butiken ska i möjligaste mån släckas nattetid, begränsa även tiden för tänd belysning i kyl- och frysdiskar till öppettider. Kontrollera att utomhusbelysningen inte lyser när det är ljust ute.

Ett sätt att minska den installerade belysningseffekten (allmänbelysning) är att byta från konventionella lysrör till LED-lysror. Även annan belysning kan bytas till LED.

### Beräkning: Energibesparing byte till LED-lysror

Allmänbelysningens T8-lysror (52 W) byts ut mot LED-lysror (27 W). Vi räknar med att bytet kostar i snitt 200 kr per lysror. Om belysningen antas vara tänd 14 timmar per dygn, året om blir besparingen 128 kWh/år och lysror.

Åtgärd	Investering	Kostnad	Energibesparing	Pay-off
Effektivare allmänbelysning	LED belysning, installation	200 kr/lysror	128 kWh/år och lysror	1,5 år

## 6.7 Återluft

Ventilationens uppgift är att upprätthålla en god inomhusmiljö avseende temperatur och luftkvalitet. Filterkvalitet i ventilationsaggregat påverkar tryckfallet och därmed också elenergianvändningen [12]. En butik har en relativt stor andel ofrivillig ventilation i och med att mycket luft följer med kunder och varor in och ut ur butiken då dörrar och portar är öppna. Behovet av styrd ventilation är därför i stort sett obefintligt under nästan hela året, undantaget t.ex. någon timme fredag eftermiddag när det befinner sig många kunder i butiken samtidigt.

Ett sätt att spara energi är att återanvända frånluften i butiken då denna luft redan är både uppvärmd och avfuktad, så kallad återluft. Vid återluft kan den luft som tillförs lokalen vara en mix mellan uteluft och frånluft (den luft som bortförs från lokalen). Vanligtvis styrs andelen uteluft efter en CO<sub>2</sub>-nivå. Genom att använda återluft återvinns inte enbart luftens värmeinnehåll utan även luftens fuktinnehåll i den del luft som återförs.

Energi för att värma luften från utetemperatur till tilluftstemperatur är 83 MWh/år/(m<sup>3</sup>/s) och vid användandet av återluft ger detta en besparingspotential på 66 %. Behovet av fjärrvärme (eller annan typ av värme) för uppvärmning kan alltså minska med 55 MWh/år/(m<sup>3</sup>/s). [13]

### Beräkning: Energibesparing på komfortkyla vid återluft

Behovet av energi till komfortkyla för att kyla luften i luftbehandlingsaggregatet uppgår till 18 MWh/år/(m<sup>3</sup>/s) för 100 % uteluftintag. Vid återluft är behovet av energi till komfortkyla 11 MWh/år/(m<sup>3</sup>/s). [13]

Åtgärd	Investering	Kostnad	Energibesparing	Pay-off
Återluft	CO <sub>2</sub> -mätare	5 000 kr	7 000 kWh/år/(m <sup>3</sup> /s)	< 1 år

## 6.8 Behovsstyrd fläkt i frysrum

Fläktar för frysrum dimensioneras ofta för driftförhållandet att klara att fylla kylbehovet i frysrummet på 20 timmar/dygn på full effekt vid högsta belastningen. Största delen av året kan fläktarnas drift ligga långt under vad de är dimensionerade för och ändå klara kylbehovet. Med termostatstyrning stängs fläktarna av automatiskt när de inte behövs. Alternativ är att ha rutiner för manuell avstängning nattetid, eller att använda timers!

### Beräkning: Energibesparing med behovsstyrning av fläkt

Vi antar att kylbatteriet i ett frysrum har en kyleffekt på 4 200 W och att tillförd effekt till fläkten är 70 W. Frysrummet antas ha COP 1,5. Fläkten antas vara inställd för att gå 20 timmar/dygn på full effekt, vilket ger en årsförbrukning av el på 21 000 kWh.

Med termostatstyrning av fläkten minskar drifttiden till 10 timmar/dygn på medeleffekt (40 W) för att täcka årsmedelbehovet av kyla. Det ger en elenergibesparing på ca 10 600 kWh/år.

Åtgärd	Investering	Kostnad	Elenergibesparing	Pay-off
Behovsstyrd fläkt i frysrum	Termostatstyrning av fläkt, ev. flytta tempgivare	1 000 kr	10 600 kWh/år	< 2 mån

## 6.9 LED belysning i kyl- och frysdiskar

Att byta ut konventionella lysrör mot LED-lysrör sänker energianvändningen kraftigt i många av de kyl- och frysmöbler som finns idag.. Livslängden är dessutom betydligt längre för LED-lysrör som kan hålla upp emot 100 000 timmar jämfört med ett vanligt T8 som har en livslängd på 16 000 timmar. LED-tekniken i sig alstrar lite värme som måste ledas bort för att LED-lampan ska få så lång brinntid som möjligt. Ett utbyte ger en energibesparing både vad avser direkt elenergi för belysning men också indirekt då LED-lysrör alstrar mindre värme och därmed minskar kylbehovet i kyl- och frysmöbeln. Därför lämpar sig LED-lysrör extra bra att användas i kylda utrymmen såsom kyldiskar för att få bästa tänkbara livslängd. Idag finns LED-lysrör som går att använda i befintliga armaturer för vanliga lysrör vilket gör att installationskostnaden blir liten. Vid konvertering och utbyte kan vara bra att även se över elsäkerheten och främst kraven avseende LVD (Low Voltage Directive) och EMC-direktivet (Electro Magnetic Compatibility) som även diskuteras i tidigare rapport och checklista från BeLivs som tagits fram en riktlinje [14].

### Beräkning: Energibesparing vid byte till LED i kyldiskar

Vi antar att en femplans kylväggsdisk med T5-lysrör har en installerad belysningseffekt på 40 W/m. Samma disk får med LED-belysning installerad effekt på 22,4 W/m. År diskbelysningen tänd 14 timmar per dygn året om ger LED-belysning en elbesparing på 90 kWh/m år jämfört med konventionell belysning.

Åtgärd	Investering	Kostnad	Elenergibesparing	Pay-off
LED belysning i kyl- och frysdiskar	LED belysning, installation	200 kr/m	90 kWh/m år	2 år

## 6.10 Behovsstyrd avfrostning

Genom att ha kyldiskar med täta dörrar i kombination med förhöjd framledningstemperatur på köldbäraren kan behovet av avfrostning helt elimineras i kyldiskar som håller en temperatur på +4 °C eller högre. I annat fall ska avfrostningen helst vara behovsstyrd, och antalet avfrostningar per dygn kan i så fall baseras på inomhusluftens fuktighet.

I kyldiskar med tidsinställd avfrostning sker under delar av året onödigt många avfrostningar jämfört med vad som faktiskt behövs. Under två tredjedelar av året kan man ta bort varannan avfrostning.

Avfrostningsprocessen använder mer el än den som går åt till själva avfrostningen av batteriet. Efter avslutad avfrostning måste kyldisken kyla ner batteri, luft och varor igen vilket ökar energianvändningen och varierar varornas temperatur i disken tills temperaturen stabiliserat sig. Detta har vi dock inte tagit hänsyn till i beräkningarna nedan.

### Beräkning: Energibesparing med behovsstyrd avfrostning

En kyldisk har en avfrostningseffekt på 1 600 W/m och COP2. Avfrostning antas pågå 30 minuter per gång. Om avfrostning är inställd att inträffa vartannat dygn, ger det 91 timmar avfrostning per år. Det motsvarar 73 kWh/m år.

Med behovsstyrd avfrostning antar vi avfrostning vartannat dygn sommartid, och resterande åtta månader avfrostning vart fjärde dygn, alltså totalt 61 timmar avfrostning per år. Det motsvarar 49 MWh per år, en minskning i elförbrukning med 24 kWh/m år.

Åtgärd	Investering	Kostnad	Energibesparing	Pay-off
Behovsstyrd avfrostning	Ställa om intervall manuellt (elektronisk styrutrustning)	2 000 kr/år	24 kWh/m år	För 100 m kyldisk → 10 mån

## 6.11 Styrning av karmvärme på frysdiskar

Sarg- och karmvärme används för att undvika kondensbildning på karm/sarg. Normalt går sarg- och karmvärme 100 procent under året trots att den bara behövs cirka 40 procent av året, beroende på var i landet butiken ligger. En behovsanpassad styrning av karmvärmen minskar elförbrukningen jämfört med en i konstant drift.

### Beräkning: Energibesparing med behovsstyrd karmvärme

En dubbelsidig sammanhängande frysdisk har karmvärme med installerad effekt på ca 130 W per meter disk. Om karmvärmen är på dygnet runt, årets alla dagar används ca 1 140 kWh/m år. Av den värme som alstras kommer huvuddelen att kylas bort i disken som här antas ha COP 1,5, kylan drar då 760 kWh/m år. Om karmvärmen är på dygnet runt, årets alla dagar används totalt 1 900 kWh/m år.

Om karmvärmen ställs in så att den slår på vid 18 °C torr temperatur och 10 °C våt temperatur innebär det att karmvärmen kommer att vara igång 5 242 timmar per år<sup>8</sup>. Det ger en total elanvändning på 1 135 kWh/m år. Styrning av karmvärmen ger vid dessa förutsättningar en besparing på 765 kWh/m och år.

Åtgärd	Investering	Kostnad	Energibesparing	Pay-off
Styrning av karmvärme	Retrofit installation av styrning	Hygrostat 3200 kr/butik Elstyrning 200 kr/m disk	765 kWh/m disk	För 100 m kyldisk → 4 mån

## 6.12 Avfuktning av inomhusluft

Kylbehovet i kyl- och frysdiskar beror till stor del på luftfuktighet och klimat i butiken (vatteninnehåll (ångkvot) brukar mätas som gram vatten per kilogram fuktig luft). Ju varmare och fuktigare inomhusluften är desto större kylbehov får diskarna. Öppna diskar som har

<sup>8</sup> Beräknat efter varaktighetskurva för luftfuktighet utomhus i Stockholm. Absolutfuktighet antas vara densamma inne som ute.

stort luftutbyte med omgivningen (infiltration) kyler och torkar den luft som kommer in i diskarna. Kylbatterierna som sitter i diskarna får fungera som avfuktare. Det är dock billigare och mer effektivt att kyla och avfukta inomhusluften med hjälp av komfortkylan (AC) än att göra det i diskarna, då det går åt mycket mindre energi att kondensera vattenånga i en AC än det går åt att frysa vattenången i kylbatteriet.

Mätningar i butik har visat att genom att sänka luftfuktigheten i butiken med 5 % kan butikens totala energianvändning minska med 5 % [15].

Ofta behövs komfortkyla även av andra skäl än att avfukta luften t.ex. för att hålla nere temperaturen inomhus så att inte chokladen smälter i hyllorna.

### **Beräkning: Energibesparing med AC**

En medelstor butik (B) har en total elenergianvändning per år på ca 1 200 MWh. Om luftfuktigheten i butiken sänks med 5 % sjunker elanvändningen med 60 MWh/år.

Åtgärd	Investering	Kostnad	Energibesparing	Pay-off
Avfuktning av inomhusluft	AC anläggning för 1500 m <sup>2</sup> sälj yta, installation	120 000 kr	60 000 kWh/år	2 år

## **7 Energieffektiviserande åtgärder – steg tre**

Dessa åtgärder har längre pay-off tider och/eller kräver större ombyggnationer som lämpar sig att genomföra i samband med exempelvis en renovering av butiken eller i samband med att man ser över kylanläggning eller konverterar till ett annat köldmedium.

### **7.1 Dörrar på kyldiskar**

Att sätta dörrar och lock på kylar och frysar påverkar inneklimatet i butiken. Det är vanligt med utkylning i delar av lokalerna på grund av läckage av kall luft från öppna kyl- och frysdiskar. Under de perioder under året då ingen lokaluppvärmning behövs, icke värmesäsong, ger utkylningen ofta en alltför kall lokal. Med dörrar och lock på kyl- och frysmöblerna stannar den kalla luften i diskarna och temperaturen stiger utanför diskarna, till glädje för såväl personal som sommarklädda kunder med ökad termisk komfort [16].

Sommartid kan butiken efter dörrinstallation få problem med för höga inomhustemperaturer i butiken och det kan behövas komfortkyla för att kyla lokalerna vid varm utetemperatur. Komfortkylans elbehov är dock betydligt mindre än den tidigare utkylningen med livsmedelskylan. [17] Vintertid innebär detta att ett värmebehov motsvarande utkylningen nu inte längre finns. Dessutom erhålls med dörrar och lock en jämnare temperatur på de kylda varorna i kyl och frys [10].

I Butik B installerades i efterhand glasdörrar utan karm och handtag på samtliga vertikala kyldiskar, inga övriga justeringar gjordes på kylsystemet. Efter dörrinstallationen mättes det upp en sänkning av kyleffektbehovet i diskarna på ca 40 %. Elanvändningen i kylsystemet sjönk dock med ca 16 % efter att dörrar installerats. Detta visar vikten av att optimera kylsystemet för ökad elbesparing. [9]

### **Beräkning: Energibesparing vid efterinstallation av dörrar på kyldiskar**

En femplans kyldisk utan dörrar antas vid ISO2 ha en elförbrukning på ca 5 000 kWh/m år, varav 300 kWh/år m går till fläktar, belysning mm och 4 700 kWh/år m går till kyla. Genom att montera på dörrar minskar diskarnas kylbehov med 40 % per dygn. Det motsvarar en elbesparing på 2 800 kWh/m år.

Beräkningen ovan förutsätter att dellastverkningsgraden inte försämras vid den lägre lasten.

Åtgärd	Investering	Kostnad	Elenergibesparing	Pay-off
Dörrar på kyldiskar	Dörrar + retrofit montering (på disk <10 år)	5 000 kr/m	2 800 kWh/m år	< 2 år

## 7.2 Värmeåtervinning från butikskyla genom höjt kondenseringstryck

Värmen från butikens kylsystem kan värmeåtervinnas och användas för uppvärmning av lokaler och/eller värmning av tappvarmvatten. Alla butiker i Sverige kan i regel täcka sitt uppvärmningsbehov med spillvärme från butikskylan som enda värmekälla vid det maximala värmebehovet d.v.s. eliminera allt behov av fjärrvärme. Detta kräver dock i vissa fall investering i en elpanna för att täcka värmebehovet vid extremt kalla dygn.

Det enklaste sättet att genomföra värmåtervinning är att höja kondensortrycket i kylmedelkylaren tillräckligt högt för att kunna direktväxla värmen till mottagande värmesystem. Detta förutsätter stora värmeväxlare i ventilationssystemet och en kondenseringstemperatur på 35 - 40°C året runt. En nackdel är att butiken måste betala för den höga kondenseringstemperaturen för all värme, inte bara den som återanvänds.

Förutsättningen för beräkningarna nedan är att alla värmeväxlare är utförda för lågtemperaturlösning, att det finns ett befintligt varmvattensystem och att tappvatten inte värms till användningstemperatur, utan värms eller eftervärms med annat uppvärmningssystem.

Återvinning med värmepump gör det *inte* möjligt att kombinera värmeåtervinning med sänkt kondenseringstemperatur. Pay-off tiden blir därför längre.

### Beräkning: Energibesparing med värmeåtervinning

I en butik släpper kylmedelkylaren (vanligtvis placerad på taket) ut luft med temperaturen 35 °C året om. Butiken antas köpa 600 MWh fjärrvärme per år för 800 kr/MWh för att täcka uppvärmningsbehovet.

Om butiken installerar uppvärmningsvärmeväxlare, pump och styrsystem före befintlig kylmedelkylare kan värmeåtervinningen helt eliminera behovet av fjärrvärme.

Förutsättningen för investeringskostnad och pay-off tid är att ingen större ombyggnation av ventilationsaggregatet krävs. Driftskostnad för värmeåtervinningssystemet har inte tagits med i beräkningarna.

Åtgärd	Investering	Kostnad	Besparing fjärrvärme	Pay-off
Värmeåtervinning från butikskyla genom höjt kondenseringstryck	Värmeväxlare, pump, rördragning	200 000 kr	480 000 kr/år	< 6 mån

## 7.3 Värmeåtervinning med värmepump

En värmepump kan ta upp överskottsvärmen från kylsystemet, höja temperaturen till den framledningstemperatur butikens värmesystem behöver. Tillgänglig värme bestäms av det kylbehov som råder i kylsystemet. Fördelar med denna metod är att kondenseringstrycket i kylsystemet kan hållas lågt vilket effektiviserar kylsystemets drift och sänker driftskostnaderna för butikskylan.

Förutsättningar för prisuppgifter och beräkningar nedan är att det i butiken finns värmeväxlare, rördragning och pumpar till befintligt varmvattensystem.

## Beräkning: Besparing med värmeåtervinning

I en butik införs värmeåtervinning med hjälp av fyra värmepumpsaggregat med COP4. Värmepumpsanläggningen projekterades för att täcka hela butiklokalens behov av lokaluppvärmning och tappvarmvatten. Butiken har ett varmvattenbehov på 4 - 5 m<sup>3</sup> varmvatten per dygn, där behovet är ganska jämt fördelat under butikens öppettider.

Före installationen av värmepumpsanläggningen köpte butiken ca 600 MWh fjärrvärme per år. I och med installationen eliminerades behovet av fjärrvärme. Butikens elanvändning ökar något då värmepumpsanläggningen använder ca 150 MWh el/år för att täcka uppvärmningsbehovet.

Det ger en årlig besparing (med ansatt pris för el 1000 kr/MWh och fjärrvärme 800 kr/MWh) på [17]:

$$\begin{aligned} & \left( Fj\ddot{a}rrv\ddot{a}rmeenergi \text{ per } \ddot{a}r_{\text{f\ddot{o}re vp-installation}} - Fj\ddot{a}rrv\ddot{a}rme \text{ per } \ddot{a}r_{\text{efter vp-installation}} \right) \times \\ & \left( Fj\ddot{a}rrv\ddot{a}rmepris - \frac{Elpris}{COP_{\text{varmepumpsanl\ddot{a}ggning}}} \right) \left[ \frac{kr}{\ddot{a}r} \right] = \\ & = (600 - 0) \left[ \frac{MWh}{\ddot{a}r} \right] \times \left( 800 - \frac{1000}{4} \right) \left[ \frac{kr}{MWh} \right] = 330\,000 \text{ kr}/\ddot{a}r \end{aligned}$$

Återvinning med värmepump gör det möjligt att kombinera värmeåtervinning med sänkt kondenseringstemperatur. Pay-off tiden skulle då bli ännu kortare och förslitningen på kylsystemet skulle minska tack vare det lägre kondenseringstrycket.

Åtgärd	Investering	Kostnad	Besparing fjärrvärme	Pay-off
Värmeåtervinning från butikskyla med värmepump	Värmepump, rördragning, pumpar, installation	500 000 kr	330 000 kr/år	2,7 år

## 8 Fler åtgärder

För nedanstående åtgärder saknas underlag för att beräkna energibesparingspotential och pay-off tider då åtgärderna får konsekvenser på många olika sätt. Varje butik är unik vilket innebär att en inledande kartläggning kan vara en väl investerad åtgärd för en butik som vill se över lämpliga åtgärder [18].

### 8.1 Lasta varor rätt i diskar

För att driften av en kyldisk ska vara så energieffektiv som möjligt och samtidigt klara av att hålla rätt temperatur får den inte lastas med varor över lastlinjen eller direkt emot ryggen på disken. Varor lastade på detta sätt hindrar luftflödena i disken och gör att kyleffekten minskar.

Att se till att kyl- och frysdiskar är välfyllda är dock ett sätt att öka försäljningen av varor, och det man förlorar i elanvändning på en överlastad disk kan mycket väl vägas upp av vinsten från ökad varuförsäljning.

Något man bör tänka på vid lastning av varor är att se till att hålla diskens returluftkanal fri från varor, prismärkning mm för att underlätta cirkulationen av kall luft. Det är också viktigt att tänka på att varorna som lastas i disken har rätt temperatur, då en kyldisk är dimensionerad för att bibehålla varornas temperatur och inte att kyla ner dem.

SP har tagit fram en film "Packa rätt i kyldisken" som med hjälp av IR kamera illustrerar hur temperaturvariationer i kylda och frysta matvaror ser ut i butik. Länk till filmen som visar exempel från olika butiker finns på BeLivs hemsida<sup>9</sup>.

## 8.2 Luftridå i entré

Fläktar och filter i luftridåer bör hållas rena för att gå så effektivt som möjligt och förhindra värmeläckage. Det är möjligt att installera en filtervakt som känner av tryckskillnader och larmar när det är dags att göra rent. Hur ofta aggregaten måste rengöras varierar kraftigt, från varje vecka till någon gång i halvåret, beroende på lokal och omgivning.

Tryckskillnaden över ridån, dvs. mellan lufttrycket utomhus och lufttrycket inne i butiken, måste vara litet för att ridån ska ha god funktion och förhindra luftläckage in i butiken. Undertrycket inne i butiken får alltså inte vara för stort. Att värma luften i ridån med vattenburen värme är förstås att föredra mot att värme med el.

## 8.3 Utbildning av personal

Att stimulera personalen till en ökad energimedvetenhet och ge dem motivation att verka för en effektivare energianvändning kan vara den enskilt viktigaste åtgärden i butikens energiarbete. BeLivs har tagit fram utbildningen "*Den energikloka livsmedelsbutiken*" som riktar sig till butikschefer och butikspersonal som vill lära sig mer om hur man kan spara energi i butiken. Webbutbildningen är kostnadsfri och hittas på BeLivs hemsida.

## 8.4 Rondering i butik

Rondering innebär att personalen regelbundet går igenom butiken och ser över framför allt kylsystemen. Ronderingar förbättrar kunskapen om butiken och dess installerade system. Den person som ronderar, bör lära känna hur normal drift ser ut i fråga om exempelvis ljud, temperaturer och vibrationer. Sinnena syn, lukt, hörsel och känsel bör användas för att uppmärksamma förändringar. Anteckningar från ronderarna och vad som resulterat i åtgärder bör dokumenteras i en driftsjournal. Notera varje förändring och beskriv utförd åtgärd.

## 8.5 Optimering av butikskyla

I många butiker kan det räcka med enklare justeringar av butikskylans inställningar för att få anläggningen att gå energieffektivare. Det är sällan en anläggning har samma drift under hela sin livstid. Det är därför intressant att se över energibesparingspotentialen då en kylfirma går igenom och justerar en befintlig kylanläggning för bästa drift efter rådande förutsättningar. Se till att mäta och verifiera för att följa upp och se på skillnaden.

## 8.6 Rengöring av fläktar och batteri i kyl- och frysdiskar

Vissa delar i en kyldisk kan butikspersonalen rengöra som t.ex. hyllplan och avlopp. Att dessa delar hålls rena är viktigt för matsäkerhet och för att undvika stopp i avloppen med översvämning som följd. Om kylbatterierna är rena så erhålls även en jämnare temperatur i kyldisken.

För diskens driftsäkerhet och för energieffektiviteten är det viktigt att hålla rent under plåtarna i diskarna d.v.s. i fläktar och kylbatterier. För detta bör butiken anlita en servicefirma som utför rengöringen.

Smuts och damm kan lägga sig som ett isolerande lager över kylbatteriet och leda till försämrad kylkapacitet, vilket i sin tur kan leda till ett ökat energibehov hos kylaggregaten för att upprätthålla rätt temperatur i disken. I värsta fall har kylaggregaten inte kapacitet för att möta det ökade kylbehovet i disken vilket leder till ökande temperatur i disken och försämrad

---

<sup>9</sup> BeLivs hemsida <http://belivs.se/>



kvalitet på matvarorna. Smuts, damm och spill från matvaror kan dessutom leda till försämrade hygien i disken i form av mikrobiologisk påväxt.

Mätningar i butik indikerar en möjlig energibesparing genom att rengöra fläktar och kylbatterier i samtliga kyl- och frysdiskar i en butik. Incitament för att tvätta kyl- och frysdiskar kan vara att säkra kvaliteten på matvarorna och förbättra kyldiskarnas funktion [11], [19].

## 8.7 Frekvensstyrning av kylanläggning

I många livsmedelsbutiker är kylanläggningen överdimensionerad dvs för stor. Kylanläggningen dimensioneras efter värsta tänkbara utomhusklimat (varmt och fuktigt) som uppstår någon enstaka gång per år, och ofta har man dessutom tagit i lite extra för att vara på säkra sidan. Att kylanläggningen har 35 % mer effekt än vad som behövs är inte ovanligt. Största delen av året är kylbehovet alltså mycket lägre än vad anläggningen är dimensionerad för att klara av. Låga kylbehov gör att kompressorer och pumpar med on/off drift startar och stannar ofta, vilket sliter på anläggningen och ger dålig delastverkningsgrad (COP). Därför förespråkas frekvensstyrning, steglös behovsstyrd kapacitetsreglering som har högre verkningsgrad vid varierande effekt.

Vid större ombyggnation kan det vara idé att byta till ett flertal varvtalsstyrda komponenter, t.ex. fläkt och pump, för att ge en jämnare och mer energieffektiv drift.

## 8.8 Plug-in

Traditionellt är en plug-in en kyldisk som bara behöver anslutas med el. Mindre plug-in kyldiskar har länge använts i branschen, t ex glassbox och snuskyl, ofta för olika kampanjer eller av olika leverantörer som presenterar sina varor i dessa. För större diskar som inte är plug-in är det vanligt att kylmaskinen placeras i ett maskinrum och att flera diskar ansluts till samma centrala kylsystem för att få kyla.

På senare tid har plug-in diskar av lite större format börjat dyka upp, där kylmaskinen sitter i disken. Värmen kan kylas bort antingen via luften i butiken eller till något vätskeburet system, vätskekyld plug-in, även kallade hybriddiskar. Vätskekyllning av kondensatorerna gör diskarna effektivare, minskar den ofrivilliga uppvärmningen av lokalerna och minskar behovet av komfortkyla sommartid.

Från en nyligen genomförd förstudie, Plug-in jämfört med central kylanläggning [20], såg de medverkande från livsmedelsbranschen att många butiker, särskilt små sådana med begränsat ekonomiskt utrymme, kommer att tvingas ta till snabba lösningar med låg investeringskostnad för att följa F-gasförordningen. Då blir hybriddiskar aktuella, vilket gör att handlarnas beställarkompetens behöver förbättras.

Om den befintliga centrala kylanläggningen är dålig, felbyggd och dåligt underhållen kan plug-in möbler vara det energieffektivaste alternativet för butiken.

Om butiken har en välfungerande kyl- och frysanläggning kan det vara mest effektivt att ha så få plug-in diskar som möjligt för att istället fortsättningsvis nyttja den välfungerande kyl- och frysanläggningen.

## 8.9 Samverkande styr- och övervakningssystem

Vid större renoveringar och ombyggnationer där styr- och övervakningssystem ska bytas ut är det viktigt att se över systemens samverkan med varandra, se bild i bilaga 2. Säkerställ att styr- och övervakningssystem utformas för optimal samverkan mellan butikskyla, värme- och ventilationssystem.

## 8.10 Olika typer av driftavtal

Livsmedelslokalerna skiljer sig från andra typer av lokaler. Det finns ett kylsystem som har i uppgift att hålla känsliga livsmedel vid rätt temperaturen. Verksamhetsenergin är därmed betydande. Det är även en kommersiell lokal med många människor.

Oftast är det ägandemässiga förhållanden som hindrar lösningar med värmeåtervinningen då ventilationssystem som inkluderar värmeproduktion och distribution ägs av fastighetsägaren, medan livsmedelskylsystemet ägas av butiksägaren som är hyresgäst. Andra frågor är att se över hur investering ska betalas och vem som ansvarar för driften av en ofta mer omfattande utrustning än fjärrvärme eller elpanna. Genom diskussioner med fastighetsägare som äger livsmedelslokaler och hyresgäster framkommer ofta bristen på trovärdig information [21].

### 8.10.1 Övervakning av drift och funktion

För att säkerställa funktion och drift av butikskylan kan butiken ha ett driftavtal med en service-/kylfirma. För att upprätthålla en så energieffektiv drift som möjligt behövs årlig översyn av anläggningen och driften, utförd av ett serviceföretag som även ger ett åtgärdsförslag för att minska drift- och underhållskostnader. Det är viktigt att skilja på åtgärder för att öka effektivitet och underhåll för att bibehålla funktionen. Det första ska motiveras utifrån lägre driftkostnad och det andra utifrån risker och kostnader i händelse av att något går sönder.

Det är också viktigt att man skiljer på tekniska fel och icke tekniska fel som t ex felinlastning av varor.

Tidigare studier [22] visar att de vanligaste och/eller mest kostsamma feltyperna i svenska livsmedelsbutiker är:

1. Kompressorer, som omfattade problem med olja och smörjning, elfel, trasig säkerhetsutrustning och olika säkerhetslarm.
2. Köldmediebrist.
3. Stopp i avlopp i kyl- och frysdiskar.
4. Problem med avfrostning av värmeväxlare (kylbatteri) och igen isning i kyl- och frysdiskar.

Driftavtal av denna typ kräver ett övervakningssystem som talar om för butikspersonalen hur anläggningen går. Det krävs en elmätare för alla kompressorer, en mätare för frysaggregat och en för kylaggregatet. Dessa ger viktiga upplysningar av kylsystemets elanvändning så att butiken kan följa trender i elbehovet och uppmärksamma om elanvändningen avsevärt ändrar sig från normala värden.

Mätsystem för övervakning av butikskyla är dock inte alltid så lätta att avläsa och förstå för personer utan kylteknisk kompetens. Här finns mycket arbete att göra för att få övervakningssystemen användarvänliga för butikerna.

### 8.10.2 Energiövervakning

Energiövervakning innebär en utvidgning av ett vanligt driftavtal, där servicefirman utöver att säkra anläggningens funktion även ska se till att den går så energieffektivt som möjligt t.ex. genom fjärrövervakning och on-line mätningar av energi och drift, där systemet larmar vid energianvändning.

Energiövervakning kan även förhindra haverier och läckage. Köldmedieläckage kan vara svårt att upptäcka, kylanläggningen kompenserar för läckaget genom att arbeta hårdare och ute i kyldiskarna är temperaturerna opåverkade. Läckaget upptäcks kanske först när butiken reagerar på att de behöver fylla på systemet med köldmedia oftare än vanligt. Med energiövervakning hade butiken kunnat upptäcka läckaget genom att reagera på den ökade energianvändningen i systemet.

Även denna typ av driftavtal kräver att butiken också har koll på övervakningssystemen så att de kan se att anläggningen går så bra och energieffektivt som möjligt.

### **8.10.3 Dygnet-runt-övervakning och jour**

Istället för att handlaren eller butiksföreståndaren får larmen från butikskylan är det kylfirman som tar emot larmen och förväntas åka till butiken och avhjälpa dygnet runt.

Även denna typ av driftavtal kräver att butiken också har koll på övervakningssystemen så att de kan se att anläggningen går så bra och energieffektivt som möjligt.

## **8.11 Hög tillgänglighet med parallellinstallerade kompressorer och komponenter**

I nybyggda system är det vanligt att CO<sub>2</sub>-system byggs ihop så att butiken har ett enda system för kyl och frys. Denna lösning ger den minsta installationskostnaden och högsta COP, men vid ett haveri riskerar butiken att tappa all kyla i butiken då det saknas reservsystem.

Det är i butiker lämpligt att genomföra en övergripande feleffektanalys avseende livsmedelskylan. Butiken bör ha tillräckligt många parallellkopplade komponenter för att minska risk för totalstopp. En annan vinst med parallellkopplade komponenter är att dellastverkningsgraden blir bättre med flera mindre kompressorer, om man dessutom byter till minst en varvtalsstyrd kan energibesparingen bli ännu större.

## **8.12 Bättre inomhusklimat**

Inneklimatet i en livsmedelsbutik ska tillgodose olika grupper med motstridiga krav och önskemål: varor, kunder och personal. För varorna skall krav upprätthållas enligt livsmedelsverket, för personal finns krav enligt arbetsmiljö för kunder är det inte lika tydligt om vad som gäller och det finns inte reglerat idag. Sommartid kan temperaturen och upplevda komforten i butiken med många öppna flerplansdiskar krypa ner långt under 18 °C, vilket känns kallt för en sommarklädd kund och kan vara obehagligt [16]. En låg omgivande medeltemperatur innebär dessutom att man blir mera känslig för en stor temperaturdifferens i höjddled. Det är därför önskvärt med en jämn temperatur.

Personal i en butik kan uppleva låg inomhustemperatur som störande, särskilt vid stillasittande arbete i kassan. En sarg runt kassorna som är tät mot golvet, gör det möjligt att stoppa drag från utgången och att installera radiatorer eller strålningsaggregat vid kassorna för att förbättra kassapersonalens arbetsmiljö. Bra entrélösningar är en annan faktor speciellt då det är vanligt att man placerar fryser jämte kassorna vars kyla dras med ut och förbi kassörerna när entrén är öppen.

Det effektivaste är alltid att hålla värme och kyla på sina rätta ställen.

## **8.13 LCC baserad upphandling**

Vid nybyggnation är det ofta möjligt att få en LCC kalkyl från leverantören med förväntad energianvändning per år för anläggningen.

Det är svårare att ta fram en LCC kalkyl för renoveringar och ombyggnationer då det är många okända parametrar att ta hänsyn till i befintliga butiker. Att ta fram ett beräkningsprogram som beräknar årsenergiförbrukningen för kylanläggningen har diskuterats inom BeLivs programråd. Att ta fram ett sådant program anses vara för komplicerat i och med alla olika faktorer och har därför inte prioriterats.

# **9 Diskussion och fortsatt arbete**

Att jobba vidare med att komplettera uppgifter och data avseende energieffektiviserande åtgärder är ett jobb som måste få pågå löpande. Förutsättningarna för energieffektivisering ändras med tiden. I denna förstudie har behov och förväntningar identifierats och kommer utgöra en grund för fortsatta projekt och arbeten med att se över åtgärder.

Mätningar i labb under kontrollerade förhållanden och teoretiska beräkningar är en bra grund att gå vidare ifrån men det behövs en verifiering i fält för att få bra underlag. Att genomföra en förstudie och teoretiskt se över förutsättningarna för energieffektiviseringen är lämpligt.

Fortsatt utbyte och återkoppling från branschen är en viktig nyckel för att hitta rätt prioriteringar och förstå branschens behov. Att genomföra mätningar som visar att och hur åtgärder genomförs är värdefullt för att senare kunna få åtgärder genomförda i större skala och identifiera kunskapsluckor och behov i fortsatta arbeten. Dessa projekt skall genomföras med flera aktörer och resultat skall vara tillgängligt för de som har nytta av kunskapen.

## **9.1 Förslag på fortsatt arbete**

När utlysningar och teknikupphandlingar ska genomföras är det viktigt att processen inte är för långsam utan kan möta marknadens snabba behov av lösningar. Nedan ges exempel på förslag på fortsatta arbeten. Inom ramen av BeLivs togs även förslag på ett område för teknikupphandling fram, se 9.2 nedan.

### **9.1.1 Ökad efterfrågan på kyltekniker**

När nu F-gasförordningen [6] trätt i kraft kommer de flesta butiker behöva göra åtgärder för att byta köldmedium i sina butikskylasystem. För att göra dessa åtgärder måste butikerna anlita certifierade kyltekniker. Redan idag råder brist på utbildade kyltekniker och behovet kommer troligen öka, samtidigt utbildas allt färre kyltekniker. En plan för hur antalet kyltekniker ska kunna ökas behöver tas fram.

### **9.1.2 Avfuktning av inomhusluft i butiker**

Beställargruppen har framfört en önskan om att göra en jämförelse av olika metoder att torka fuktig inomhusluft i butiker för att finna den energieffektivaste metoden som passar bäst för livsmedelsbutiker.

### **9.1.3 Borrhål**

Kunskapen om borrhål och geolagring för energieffektivisering behöver ökas inom beställargruppen. Det finns intresse av att mäta hur stor inverkan borrhål har på mängden köpt energi i en butik.

### **9.1.4 LCC på investeringar vid renovering**

För att motivera och sälja in investeringar i energieffektiv utrustning i befintliga butiker behövs siffror på pay-off tider och energibesparingspotential, detta har butikerna svårt att få idag. Intresse finns av att undersöka möjligheterna att ta fram ett beräkningsprogram eller något annat enklare verktyg för att kunna visa besparingspotentialen i föreslagna åtgärder.

## **9.2 Teknikupphandling**

Ett mål med förstudien var att identifiera val av produkt för att initiera en teknikupphandling, för teknik som innefattas i livsmedelslokaler. Val av produkt, system eller byggnad för teknikupphandling skall ha potential till att energieffektiviseras, långsiktigt bidra till kostnadsbesparingar och positiva miljöeffekter för upphandlade aktörer. Målet är att stimulera kostnadseffektiva lösningar och/eller produkter.

Teknikupphandling är en process för att nå teknikförbättringar och marknadsgenombrott för ny effektivare teknik. Energimyndigheten har medverkat och delfinansierat över sextio teknikupphandlingar eller förstudier och ser kontinuerligt över relevanta teknik- och

innovationsupphandlingar inom energi- och miljöteknik. Teknikupphandlingar som tidigare genomförts går att hitta på Energimyndighetens hemsida<sup>10</sup>.

BeLivs har även i ett arbete och förstudie sett över och identifierat val av produkt för att initiera en teknikupphandling, för teknik som innefattas i livsmedelslokaler. Den produkt som då initierades som lämplig vara plugin-kyldiskar [23]. Inom det området finns flera frågor obesvarade. Exempelvis vore det intressant att se över;

- säkerhetsaspekterna på brandfarliga medier som kan finnas i plug-in diskar
- återvinning av värme från kondensatorerna på plug-in diskar
- differentierade temperaturer i plug-in diskar

EU har via Ekodesigndirektivet har även pekat ut plugin-produkter som angelägna att energieffektivisera.

## 10 Litteraturreferenser

- [1] "Directive 2005/32/EC of the European Parliament and of the Council of 6 July 2005 establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for energy-using products and amending Council Directive 92/42/EEC and Directives 96/57/EC and 2000/55/EC of the European Parliament and of the Council", Official Journal of the European Union L191, 2005:30.
- [2] "Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast)", Official Journal of the European Union L153, 2010:23.
- [3] "REGULATION (EC) No 178/2002 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 28 January 2002 laying down the general principles and requirements of food law, establishing the European Food Safety Authority and laying down procedures in matters of food safety", Official Journal of the European Communities, 2002. L 31/1.
- [4] "REGULATION (EC) No 852/2004 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 29 April 2004 on the hygiene of foodstuffs", Official Journal of the European Union, 2004. L 139/1.
- [5] "REGULATION (EC) No 853/2004 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 29 April 2004 laying down specific hygiene rules for on the hygiene of foodstuffs", Official Journal of the European Union, 2004. L 139/55.
- [6] "Regulation (EU) No 517/2014 of the European Parliament and of the Council of 16 April 2014 on fluorinated greenhouse gases and repealing Regulation (EC) No 842/2006, " Official Journal of the European Union L150, 2014:36.
- [7] Ågren, T., Muntlig referens 2015-06-02 från Thomas Ågren, Energiansvarig, ICA Fastigheter Sverige AB. 2015.
- [8] Axell, M.; "Vertical display cabinets - Energy efficiency and the influence of air flows", Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden, 2002, s: 239
- [9] Jensen, S., et al.; "Dörrar på kyldiskar för minskad energianvändning och bättre inneklimat", SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, Borås, Sverige, 2015, 45
- [10] Lindberg, U., M. Axell, and P. Fahlén, Vertical display cabinets without and with doors - a comparison of measurements in a laboratory and in a supermarket, in Sustainability and the Cold Chain. 2010: Cambridge.
- [11] Rolfsman, L., P. Lidbom, and K. Larsson; "Tvättning av batterier i kyl- och frysmöbler", E.B.L. BeLivs, www.belivs.se, 2013, s: 78
- [12] Larsson, R., T. Carlsson, and U. Lindberg; "Val av filter för ventilationssystem i butik", www.belivs.se, 2015,
- [13] Markusson, C.; "Energieffektiv ventilation i butiker - återluft, Rapport förstudie", www.belivs.se, 2012, s: 10

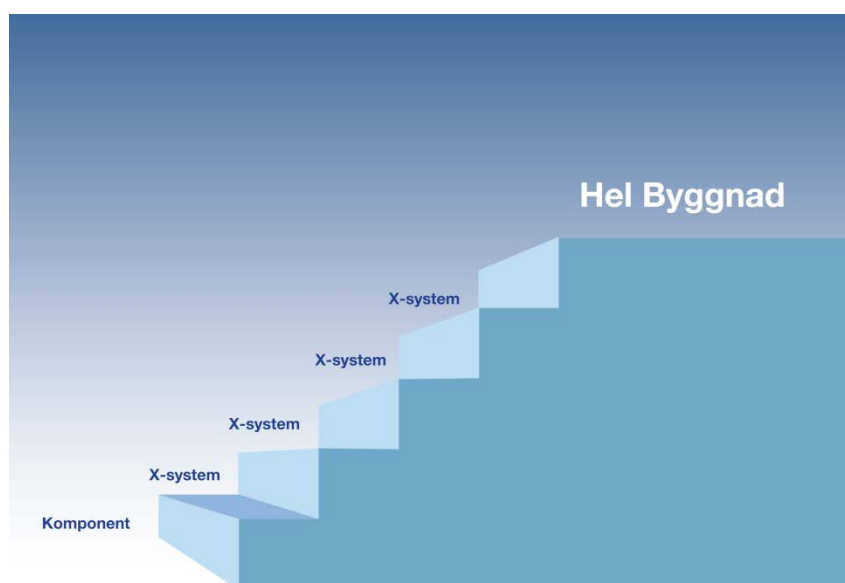
<sup>10</sup> <http://www.energimyndigheten.se/sv/Teknikupphandlingar/> (hämtad 2015-08-31)

- [14] Franzon, J. and B. Andersson; "BP05 – LED konvertering för kyl- och frysmöbler", [www.belivs.se](http://www.belivs.se), 2013, s: 21
- [15] Howell, R.H., et al. "Potential savings in display case energy with reduced supermarket relative humidity". från 20th International Congress of Refrigeration, IIR/IIF. 1999. Sydney.
- [16] Lindberg, U.; "Indoor Thermal Environment in Supermarkets. A study of measured and perceived comfort parameters", Göteborg: Chalmers University of Technology, 2009,
- [17] Rolfsman, L., et al.; "Dörrar på öppna kyldiskar och anpassning av kylsystem i butik", [www.belivs.se](http://www.belivs.se), 2014, s: 60
- [18] Lane, A.-L., L. Eriksson, and E. Andersson; "Energieffektiva butiker med ökad kunskap och energiuppföljning", [www.belivs.se](http://www.belivs.se), 2013,
- [19] DANIELSSON-THAM, M.-L. and U. BOOD; "Det enkla är det svåra – också i butikernas kyldiskar", Svensk Veterinärtidning, 2015. Nummer 7.
- [20] Lane, A.-L. and Y. Alonzo; "Plug-in jämfört med central kylanläggning", [www.belivs.se](http://www.belivs.se), 2015, s: 21
- [21] Rolfsman, L.; "Incitamentbaserade hyresavtal livsmedelslokal/fastighetsägare", [www.belivs.se](http://www.belivs.se), 2013, s: 19
- [22] Rolfsman, L. and K. Larsson; "Drift och underhåll av kyl- och värmepumpsystem, Vanliga och kostsamma fel på kylsystem i livsmedelsbutiker", SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, Borås, Sverige, 2012,
- [23] Lindberg, U. and K.B.f. Larsson); "Teknikupphandling", [www.belivs.se](http://www.belivs.se), 2014, s: 20
- [24] Fahlén, P., "Butikskyla", Borås, Sverige, 2003,

## Bilaga 1 – Beskrivning av exempelbutiker

BUTIKENS EGENSKAPER	Liten butik (Butik A)	Mellanstor butik (Butik B)
Total yta, $A_{tot}$	900 m <sup>2</sup>	2 065 m <sup>2</sup>
Försäljningsyta, $A_{sälj}$	680 m <sup>2</sup>	1 700 m <sup>2</sup>
Takhöjd	5,5 m	-
Byggnadsår	1964	1991
Fristående byggnad	ja	Ja
Belysningsstyrka	10,7 W/m <sup>2</sup>	-
<b>ÖPPETTIDER</b>		
Alla dagar	07:00-23:00	08:00-22:00
Helgdag	07:00-14:00	08:00-19:00
<b>ENERGI</b>		
Energikonsumtion		
Vilken typ av värmesystem används i butiken?	Fjärrvärme	Fjärrvärme
Finns det luftkonditionering (AC) i butiken?	Ja	-
Vad är den årliga elanvändningen? (MWh/år)	753	1 296
Vad är den årliga fjärrvärmeanvändningen? (MWh/år)	25	208
Ingår värmen i hyran?	Nej	-
Ingår luftkonditioneringen i hyran?	Nej	-
<b>KYLSYSTEM</b>		
<b>Systemtyp</b>		
Indirekt expansion	Ja	Ja
Namn på köldmediet	R404A	R404A
Årligt läckage	3-4 %	-
<b>Montrar</b>		
Kylskåp med dörrar	90 %	-
Kylskåp utan dörrar	10 %	-
Frys-skåp med dörrar	100 %	-
Frys-skåp utan dörrar	0 %	-
<b>Kylrum, Frysrum, Lager Area</b>		
Kylrum (m <sup>2</sup> )	103,5	-
Frysrum (m <sup>2</sup> )	24,9	-
<b>HVAC</b>		
Värmeåtervinning från kylsystem (kondensorer)	Ja	Nej
Värmeåtervinning ur frånluften (förvärmning av lufttillförsel)	Ja	-
<b>ÖVERVAKNINGSSYSTEM</b>		
Finns det någon energi- och/eller temperaturmätning i din butik?	Ja	Nej
Om ja, i vilken del?	Kyla, AC, ventilation	-
Finns det nattgardiner i butiken?	Ja	Ja, i några diskar
Vem står för installation av belysning?	Butiken	-
Hur distribueras värmen i butiken?	Värme med ventilation	Värme i tilluft

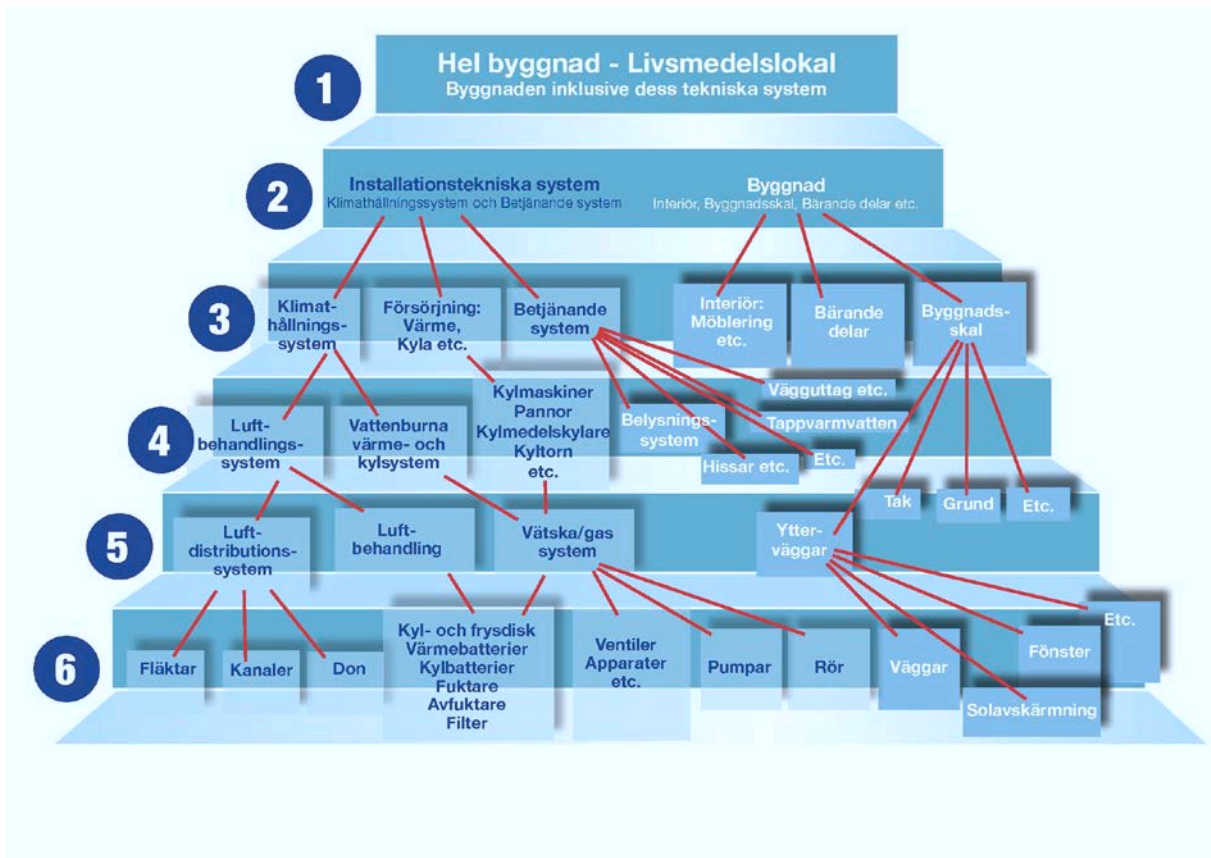
## Bilaga 2 – Förklarande figurer



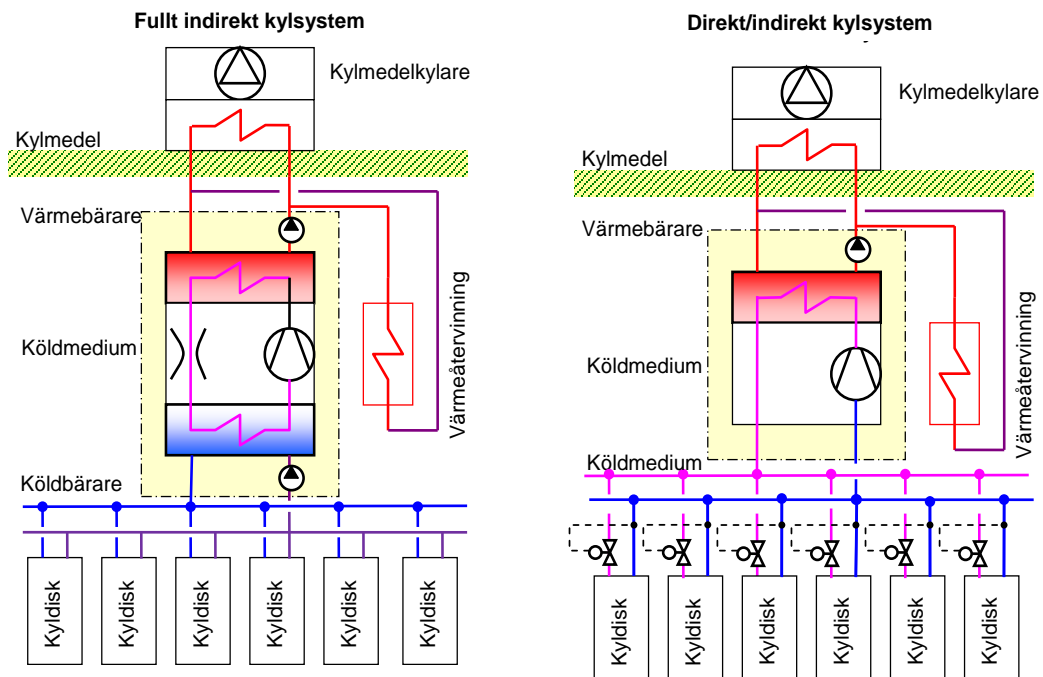
Figur 2 De olika tekniska nivåerna i en livsmedelslokal kan delas in i följande fyra nivåer.

- 1) Hel byggnad: Ett system sammansatt av flera system där samverkan sker på samma nivå eller lägre nivåer.
- 2) System: Ett system sammansatt av flera delsystem, som vanligen inte samverkar med andra system på samma nivå.
- 3) Delsystem: Ett delsystem, sammansatt av flera komponenter (eller andra delsystem) som inte samverkar med andra delsystem på samma nivå.
- 4) Komponent: En komponent som inte samverkar med andra komponenter på samma nivå.





Figur 3 Ingående trappsteg från komponent till system för hel byggnad – livsmedelslokal



Figur 4 Schematisk bild på ett fullt indirekt kylsystem, där en köldbärare går ut till kyldiskarna, respektive ett direkt/indirekt kylsystem där köldmedium går ut till kyldiskarna. (I ett fullt direkt kylsystem går köldmedium även ut till kylmedelkylare.) [24]

## Bilaga 3 – Sammanställning av åtgärdslista

Åtgärd	Investering	Kostnad	Energibesparing	Pay-off
<b>Steg 1</b>				
Rengör kondensorer på plug-in diskar	Arbetstid 10 min/disk	100 kr/disk	40 kWh/disk år	2,5 år
Energieffektiv användning av plug-in dryckeskylar	Arbetstid 10 min/disk	200 kr/disk	2 475 kWh/disk år	< 1 mån
<b>Steg 2</b>				
Snabbrullport för frysrum	Snabbrullport, installation, inställning	50 000 kr	11 100 kWh/år	4,5 år
Luftrida i frysrum	Luftrida	30 000 kr	16 500 kWh/år	< 2 år
Installation av nattgardiner	Nattgardiner, montering	1 000 kr/m	1 300 kWh/m år	< 1 år
Flytande förågnings-temperatur	Styrssystem för styrning av kompressorer	50 000 kr	Liten butik: 30 000 kWh/år Mellan butik: 70 000 kWh/år	Liten butik: 1,6 år Mellan butik: 9 mån
Flytande kondenserings-temperatur	Byte av kylmedel-regulator	20 000 kr	Liten butik: 84 000 kWh/år Mellan butik: 146 000 kWh/år	3 mån
Effektiva allmänbelysning	LED belysning, installation	200 kr/lysrör	128 kWh/år och lysrör	1,5 år
Återluft	CO <sub>2</sub> -mätare	5 000 kr	7000 kWh/år/(m <sup>3</sup> /s)	< 1 år
Behovsstyrd fläkt i frysrum	Termostatstyrning av fläkt, ev. flytta tempgivare	1 000 kr	10 600 kWh/år	< 2 mån
LED belysning i kyl- och frysdiskar	LED belysning + installation	200 kr/m	90 kWh/m år	2 år
Behovsstyrd avfrostning	Ställa om intervall manuellt (elektronisk styrutrustning)	2 000 kr/år	24 kWh/m år	För 100 m kyldisk: 10 mån
Styrning av karmvärme	Retrofit installation av styrning	Hygrostat 3200 kr/butik, Elstyrning 200 kr/m disk	765 kWh/m år	För 100 m kyldisk: 4 mån
Avfuktning av inomhusluft	AC anläggning, installation	120 000 kr (försäljningsyta 1500 m <sup>2</sup> )	60 000 kWh/år	2 år
<b>Steg 3</b>				
Dörrar på kyldiskar	Dörrar + retrofit montering (på disk <10 år)	5 000 kr/m	2 800 kWh/m år	< 2 år
Värmeåtervinning från butikskyla genom höjt kondenseringsstryck	Värmeväxlare, pump, rördragning	200 000 kr	Minskad kostnad för fjärrvärme: 480 000 kr/år	< 6 mån
Värmeåtervinning från butikskyla med värmepump	Värmepump, rördragning, pumpar, installation	500 000 kr	Minskad kostnad för fjärrvärme: 330 000 kr/år	2,7 år

## Bilaga 4 – Mall för tabell över energinyckeltal

Vid planering av energieffektiviserande åtgärder som kräver investeringar och ombyggnationer bör butikerna göra en energianalys för att ta reda på vilka åtgärder som kan vara aktuella att genomföra. Det kan göras internt genom att titta på vissa energinyckeltal. Tabellen nedan listar de viktigaste nyckeltalen och är tänkt att användas som utgångspunkt.

<b>ALLMÄN INFORMATION</b>	
Butikens namn	
Kontaktperson	
E-mail	
Adress	
Land	
<b>BUTIKENS EGENSKAPER</b>	
Total area (m <sup>2</sup> )	
Sälj area (m <sup>2</sup> )	
Höjd (m)	
Byggnadsår	
Fristående byggnad	
Belysningsstyrka	
<b>ÖPPETTIDER</b>	
Alla dagar	
Julafton	
<b>ENERGI</b>	
<b>Energikonsumtion</b>	
Vilken typ av värmesystem används i butiken?	
Finns det luftkonditionering (AC) i butiken?	
Vad är den årliga elanvändningen? (MWh/år)	
Vad är den årliga fjärrvärmeanvändningen? (MWh/år)	
Ingår värmen i hyran?	
Ingår luftkonditioneringen i hyran?	
<b>KYLSYSTEM</b>	
<b>Systemtyp</b>	
Indirekt expansion	
<b>Köldmediehantering</b>	
Totalt installerad köldmediemängd	
Sammanlagd påfylld köldmediemängd	
Sammanlagd omhändertagen köldmediemängd	
Namn på köldmediet	
Årligt läckage (%)	

<b>Montrar</b>	
Kylskåp med dörrar	
Kylskåp utan dörrar	
Frysskåp med dörrar	
Frysskåp utan dörrar	
<b>Kylrum, Frysrum, Lager Area</b>	
Kylrum (m <sup>2</sup> )	
Frysrum (m <sup>2</sup> )	
<b>HVAC</b>	
Värmeåtervinning från kylsystem (kondensorer)	
Värmeåtervinning ur frånluften (förvärmning av lufttillförsel)	
<b>ÖVERVAKNINGSSYSTEM</b>	
Finns det någon energi- och/eller temperaturmätning i din butik?	
Om ja, i vilken del?	
Finns det nattgardiner i butiken?	
Vem står för installation av belysning?	
Hur distribueras värmen i butiken?	