



# Drift och underhåll av kyl- och värmepumpssystem, Arbetsrapport 2 – Undersökning av vanliga och kostsamma fel hos kylsystem i livsmedelsbutiker

Lennart Rolfsman, Kristin Larsson

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

# Drift och underhåll av kyl- och värmepumpssystem, Arbetsrapport 2 – Undersökning av vanliga och kostsamma fel hos kylsystem i livsmedelsbutiker

Lennart Rolfsman, Kristin Larsson

## **Abstract**

### **Operation and maintenance of refrigeration and heat pump systems, Working Report 2 – Examination of common and expensive failures of refrigeration systems in supermarket**

This working report presents an examination of fourteen Swedish supermarkets to identify the annual cost for correcting failures of refrigeration systems and the most common and expensive failures. The aim of this project is further on to stimulate application of preventive maintenance to decrease these failures, since mainly corrective maintenance is used today. The costs were divided into direct and indirect costs, where direct costs were related to service companies and indirect to supermarkets man-hours, lost sale and destroyed foods. Direct costs were identified by service invoices and indirect by interviews with shop-owners. Altogether, fourteen supermarkets in Sweden participated in the study.

In this examination, the most costly failures were located to problems and components within the refrigerant circuit itself, but the causes of the failures were often found outside the circuit. Refrigerant leakages, lubrication problems and alarms from safety devices were the most common for these expensive failures. Troubles with compressors, clogged drains and defrosting problems in display cabinets were the most common failures. Further on, the study show that the total annual cost for adjusting failures in the refrigeration system of a supermarket was in average 18000 € a year. Total annual cost for all the examined fourteen supermarkets were 259000 €. A supermarket had in general one visit of a service company every 12<sup>th</sup> day to correct failures of the refrigeration system. About 20 % of the total annual cost were related to direct costs.

Key words: operation, maintenance, refrigeration system, supermarkets, failures

**SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut**  
SP Technical Research Institute of Sweden

SP Arbetsrapport 2014:2014:12  
ISSN 0284-5172  
Borås 2014

# Innehållsförteckning

<b>Abstract</b>	<b>3</b>
<b>Innehållsförteckning</b>	<b>4</b>
<b>Förord</b>	<b>6</b>
<b>Sammanfattning</b>	<b>7</b>
<b>1 Inledning</b>	<b>9</b>
1.1 Bakgrund	9
1.2 Syfte	9
1.2.1 Direkta och indirekta	10
1.2.2 Systemgräns	10
1.3 Metod	11
1.3.1 Intervjuer	11
1.3.2 Genomgång av servicereporter och fakturor	12
1.3.3 Verifiering av arbetsgrupp	12
1.4 Avgränsningar	12
1.5 Definitioner och beteckningar	12
<b>2 Arbetsgruppens uppfattningar</b>	<b>14</b>
2.1 Vanliga fel	14
2.1.1 Kommunikation, kunskap och kvalitet	15
2.2 Felorsak	16
<b>3 Livsmedelsbutiker</b>	<b>19</b>
3.1 Butiksstorlek	19
3.2 Skötsel av kylsystemen	19
3.2.1 Service av kylsystemen	20
3.2.2 Dokumentation och servicereporter	20
3.2.3 Ansvar, utbildning och personalomsättning	21
3.2.4 Riskbedömningar	21
3.3 Åsikter hos butikschefer och butiksägare	21
3.4 Energimätning och elförbrukning	22
<b>4 Identifiering och kategorisering av fel</b>	<b>23</b>
4.1 Felsymptom	23
4.2 Feltyper	24
4.3 Delsystem	26
4.4 Antal fel, besök och serviceåtgärder	26
4.5 Identifiering av svar på studiens frågeställningar	27
<b>5 Antagna kostnader</b>	<b>28</b>
5.1 Antagna direkta kostnader	28
5.1.1 Lönekostnader för servicetekniker	28
5.1.2 Resekostnader	28
5.2 Antagna indirekta kostnader	28
5.2.1 Lönekostnader för butikspersonal	28
5.2.2 Kassation av kylda och frysta livsmedel	29
5.2.3 Förlorad försäljning av kylda och frysta livsmedel	29

<b>6</b>	<b>Resultat</b>	<b>31</b>
6.1	Fördelning mellan butiker	31
6.2	Fördelning för vanliga felsymptom och feltyper	35
6.2.1	Vanliga felsymptom	35
6.2.2	Vanliga feltyper	35
6.3	Fördelning kostnader	38
6.3.1	Kostsamma feltyper	39
6.3.2	Fördelning mellan direkta och indirekta kostnader	40
6.4	Känslighetsanalys av indirekta kostnader	41
6.5	Resultat jämfört med arbetsgruppens erfarenhet	42
<b>7</b>	<b>Fel att gå vidare med</b>	<b>44</b>
7.1	Kompressorer	44
7.2	Köldmediekrets	44
7.3	Avfrostning	45
7.4	Avlopp	46
<b>8</b>	<b>Diskussion</b>	<b>47</b>
8.1	Riskbedömningar för driften av kylsystem i livsmedelsbutiker	48
8.2	Osäkerheter i studien	49
<b>9</b>	<b>Slutsatser</b>	<b>50</b>
9.1	En livsmedelsbutiks årliga kostnad för att åtgärda fel i kylsystem	50
9.2	De vanligaste typerna av fel i livsmedelskylsystem	50
9.3	De mest kostsamma typerna av fel i livsmedelskylsystem	51
	<b>Referenser</b>	<b>52</b>
	<b>Bilaga 1 – Antal fel, besök och serviceåtgärder för de olika butiksstorlekarna</b>	<b>53</b>
	<b>Bilaga 2 – Vanliga fel</b>	<b>55</b>
	<b>Bilaga 3 – Kostnader för feltyper</b>	<b>57</b>

## Förord

SP Energiteknik har inom ramen för EFFSYS+ genomfört ett projekt om drift och underhåll av kyl- och värmepumpssystem. Energimyndighetens EFFSYS+ är ett fyraårigt tillämpat forsknings- och utvecklingsprogram för främjandet av resurseffektiv kyl- och värmepumpsteknik. Projektet finansieras av Energimyndigheten, Kylbranschens Samarbetsstiftelse och ClimaCheck AB. Målet var att identifiera vanliga och kostsamma fel hos kylsystem för livsmedel i butiker samt hos fastighetsvärmepumpar, för att kunna föreslå underhållsprinciper för att förebygga dessa fel. Denna rapport är en delrapport i projektet och beskriver en undersökning av vanliga och kostsamma fel hos kylsystem i livsmedelsbutiker.

SP Energiteknik har under hösten 2011 och våren 2012 intervjuat butiksägare och andra personer som ansvarar för kylsystemen i livsmedelsbutiker samt fått del av material i form av servicefakturor och anläggningsdokumentation. Vi vill tacka alla de intervjuade personerna som har ställt upp i denna undersökning och de personer som deltog i arbetsgruppen för butikskyla, som har gett av sin tid, kunskap och sina erfarenheter.

Borås, juni 2014

## Sammanfattning

I dagens livsmedelsbutiker används kylteknik för att upprätthålla de temperaturer som lagstiftning kräver för kylda och frysta livsmedel. För att inte bryta kylkedjan så att matvaror blir förstörda, måste de kylsystemen som är installerade upprätta krävda lagringstemperaturer och inte få driftsbortfall. Drift och underhåll påverkar kylsystemets förmåga att kyla matvaror och hur butiken bedriver detta arbete påverkar butikens omkostnader för livsmedelskyla väsentligt. Inom ramen för Energimyndighetens program EFFSYS+ utförde SP Energiteknik ett projekt om drift och underhåll av kyl- och värmepumpssystem med det övergripande målet att utforma en metodik för hur drift- och underhåll kan förbättras för att bidra till en bättre driftsekonomi.

Denna arbetsrapport är en del av projektet och beskriver en undersökning av fjorton svenska livsmedelsbutiker där vanliga och kostsamma fel hos kylsystem för livsmedel har kartlagts. Syftet var att svara på frågorna; hur mycket kostar det att åtgärda de fel som uppstår hos kylsystem i en livsmedelsbutik under ett år samt vilka är de vanligaste och mest kostsamma felen? Kylsystemens krävda funktion är att upprätthålla rätt temperatur för att lagra kylda och frysta livsmedel och bruten kylkedja leder till kassation av varor. Det är främst avhjälpande underhåll, där insatser görs då ett fel upptäcks, som sker i livsmedelsbutiker idag för att förhindra att kylkedjan bryts. Motsatsen är förebyggande underhåll där insatser görs för att förhindra uppkomsten av fel. Målet med detta projekt var att identifiera de vanligaste och mest kostsamma fel då de borde vara mest lönsamma att förebygga.

De kostnader som uppstår i samband med fel hos kylsystem delades upp i direkta och indirekta kostnader. Direkta kostnader är relaterade till kostnader för servicetekniker och material för avhjälpandet av fel. Indirekta kostnader är relaterade till resurser som krävs för att lasta om varor, kassation av varor och utebliven försäljning. Direkta fel och kostnader kartlades genom att gå igenom servicefakturer och indirekta genom att intervjua butikschefer eller personer som ansvarar för kylinstallationer, då dessa kostnader överlag inte dokumenteras. Totalt har ett års servicefakturer för 14 livsmedelsbutiker gått igenom och 8 intervjuer gjorts. För att särskilja butikerna delades de in i fyra butiksstorlekar och kallades närbutik, mellanbutik, storbutik eller stormarknad. Av de 14 butikerna som är med i undersökningen var 4 närbutiker, 3 mellanbutiker, 6 storbutiker och 1 stormarknad. De fel som beskrevs i servicereporterna kategoriserades utefter hur de uppenbarade sig och vilket objekt eller funktion som åtgärdades för att avhjälpa felet. Sammanlagt hade de 14 butikerna under ett års tid haft 372 fel, 428 besök av servicetekniker och 493 serviceåtgärder hade utförts. En serviceåtgärd är en insats gjord av ett serviceföretag för att avhjälpa fel. Kostnaden för att avhjälpa fel under ett år i de fjorton livsmedelsbutikerna uppgick totalt till ca 2 334 000 SEK exklusive moms i direkta och indirekta kostnader. Dessa siffror säger att i genomsnitt hade en livsmedelsbutik besök av en servicetekniker var 12:e dag och att ett besök i medel kostade 5 500 SEK exkl. moms. Butiksmedlet för att åtgärda samtliga fel hos kylsystemen under ett år var 167 000 SEK.

Det vanligaste symptomet på ett fel och det som gjorde att en servicetekniker kallades in, var att rätt temperatur inte upprätthölls i diskar och lagerrum för kylda och frysta livsmedel och det motsvarade ca 38 % av alla fel. Felsymptomet att övervakningssystem larmar var näst vanligast med ca 20 %. Denna kategori innefattade både faktiska larm hos systemen och problem med själva övervakningssystemen. Fel delades även in i olika feltyper, som beskrev var i kylsystemen en insats har gjorts för att åtgärda felet. Den vanligaste feltypen var *kompressorer*, med problem som smörjning och larmande eller trasiga säkerhetsfunktioner. Andra vanliga feltyper var stopp i avlopp, igenisning- och avfrostningsproblem samt ej fungerande fläktar. Majoriteten av dessa senare fel uppstod i

kyl- och frysdiskar. Den vanligaste feltypen *kompressorer* var även den mest kostsamma. Problem med köldmediekretsen, dvs. samtliga komponenter i kretsen förutom själva kompressorn, hamnade på andra plats. Detta indikerar att felåtgärder i den kyltekniska processen var de mest kostsamma då det gäller fel hos kylsystem i butiker. Det tredje mest kostsamma felet var igenisning- och avfrostningsproblem, en kategori med stort bidrag från indirekta kostnader då feltyper som kräver ingrepp i diskar ökade de indirekta kostnaderna. Hantering av livsmedel kräver arbetstid och minskar försäljningen om disken stängs av eller framkomligheten minskar för kunderna.

En femtedel av den totala kostnaden stod de indirekta kostnaderna för och var den största osäkerheten i studien då de främst var uppskattningar. Görs en grov känslighetsanalys genom att anta att de indirekta kostnaderna är 50 % högre, skulle totalkostnaden för de fjorton butikerna istället hamna på ca 2 571 000 SEK och medelbesöket kostar 6 000 SEK exkl. moms. Kostnaden för ökad köpt energi i samband med fel på kylanläggningar är också en viktig post, som borde läggas på de indirekta kostnaderna. Den mätning som krävs för att identifiera energianvändning och koppla dem till dålig funktion på kylanläggningar finns dock överlag inte implementerad idag.

En annan osäkerhet var tolkningen av service rapporter, där det var svårt att utläsa vad som hade åtgärdas. Att referera till objektnamn och om möjligt identifiera felsymptom, felorsak och åtgärd hade underlättat för historik och kunskapsöverföring. Överlag kan dokumentation, kommunikation och uppdaterade ritningar förenkla felsökning och minska risken för att samma typ av fel återkommer.

# 1 Inledning

Livsmedelskyla fyller en viktig funktion i vårt samhälle idag, då det gäller försäljningen av kylda och frysta livsmedel och att säkra livsmedelskvaliteten. Bryts kylkedjan innebär det att kylda och frysta livsmedel blir förstörda och otjänliga. Detta ställer krav på att butikernas kylsystem kan upprätthålla krävd temperatur under hela sin drifttid för att inte bryta kylkedjan. Oplanerade driftstopp kan leda att stora mängder livsmedel förstörs och måste slängas, vilket innebär stora förluster för butiksägaren.

## 1.1 Bakgrund

Många anläggningsägare av kylsystem i livsmedelsbutiker har inte börjat hantera sina underhållskostnader på ett modernt och rationellt sätt, jämfört med hur det hanteras inom processindustrin. Dessutom skapar de ökande elpriserna allt större krav på en energieffektiv drift, vilket gör att behovet av ett genomtänkt underhåll och en klok drift blir allt mer angeläget. I kapitalintensiva industrier av typen processkemi, pappersbruk samt värme- och kraftverk har en kraftfull utveckling av drift och underhåll skett de senaste 30 åren. Huvudsyftet har varit att bibehålla installerad effektivitet och ersätta visst avhjälpande underhåll med förebyggande. Inom livsmedelskyla har motsvarande utveckling inte kommit till stånd. Livsmedelsbutiker har i regel inga egna driftstekniker och den underhållsprincip som oftast tillämpas är avhjälpande underhåll. Servicetekniker kallas in då fel uppstår och avhjälper fel vid behov. Att istället planera in underhåll, såsom exempelvis rengöring, smörjning och tillsyn, kan fel förebyggas och försämringar upptäcks i tid, innan de leder till driftstopp. Ogynnsam drift kan också klassas som ett fel då det sliter på komponenter och ökar elanvändningen. En förändrad underhållsstrategi hos livsmedelsbutiker, som innebär en balans mellan förebyggande och avhjälpande underhåll är troligen det optimala. Men frågan är; vilka fel som skall förebyggas och hur, för att totalt sätt ge butikerna en lägre drift- och underhållskostnad?

Mot bakgrund av ovanstående har SP Energiteknik drivit ett projekt om drift och underhåll av kylanläggningar i livsmedelsbutiker inom ramen för Energimyndighetens forskning- och utvecklingsprogram EFYSYS+, finansierat av Energimyndigheten, Kylbranschens Samarbetsstiftelse och ClimaCheck. Projekt syftade till att försöka överföra etablerade och accepterade underhållsprinciper från andra typer av verksamheter, för att minska kostnader för drift och underhåll av kylanläggningar i butiker. För att kunna rikta insatserna mot ett effektivare underhåll krävs en kartläggning av vilka fel som är vanligast och vilka som är mest kostsamma. Kostnader för att avhjälpa dessa fel sätter ramen för vilka åtgärder som skulle vara lönsamma att genomföra för att förebygga skador och driftstopp på kylsystemen.

## 1.2 Syfte

Syftet med projektet ”Drift och underhåll av kyl- och värmepumpssystem” var att lägga grunden till en fördjupad kunskap i avseende på drift och underhåll av kylsystem i livsmedelsbutiker. Det övergripande målet var att utforma en metodik för hur drift och underhåll kan förbättras för att bibehålla installerad effektivitet och ersätta visst avhjälpande underhåll med förebyggande, för att ge en bättre driftekonomi.

Den första delen i projektet syftade till att undersöka hur processindustrin hanterar sitt underhållsarbete och vilka rutiner som kan implementeras för underhåll av kylsystem i livsmedelsbutiker. Denna del är beskriven i en egen arbetsrapport [1].

Andra delen, som beskrivs i denna arbetsrapport, syftade till att identifiera de vanligaste och mest kostsamma felen hos installerade kylsystem i livsmedelsbutiker. Den tredje och avslutande delen av projektet syftade till ge ett åtgärdsförslag för hur underhållsarbetet för livsmedelskylsystem i butiker kan systematiseras och de vanligaste och mest kostsamma felen förebyggas, och beskrivs i en slutrapport [2].

De tre frågeställningarna att besvara i denna delstudie var:

1. Hur mycket kostar fel som uppstår i kylsystemen för en livsmedelsbutik under ett år?
2. Vilka är de vanligaste typerna av fel?
3. Vilka är de dyraste typerna av fel?

### 1.2.1 Direkta och indirekta

Kostnader för att åtgärda fel hos kylsystem i livsmedelsbutiker delades in i direkta och indirekta kostnader. Totala kostnaden ( $K_t$ ) för att åtgärda fel var summan av direkta ( $K_d$ ) och indirekta kostnader ( $K_i$ ), se Ekvation 1.

$$K_t = K_d + K_i \quad (1)$$

De direkta kostnaderna syftade till de kostnader som uppstår då ett serviceföretag kallas in för att åtgärda fel och omfattade arbetstid, resekostnader och materialkostnader, såsom byte av komponenter, utrustningskostnader och påfyllning av systemvätskor och systemgaser. Direkta kostnader var summan av lönekostnader för servicetekniker ( $K_{d,l}$ ), materilakostnader ( $K_{d,m}$ ), och resekostnader ( $K_{d,r}$ ), se Ekvation 2.

$$K_d = K_{d,l} + K_{d,m} + K_{d,r} \quad (2)$$

De indirekta syftade till de kostnader som uppstår då butikspersonalen måste hantera varor vid fel på kylsystemen och omfattade både arbetstid för exempelvis ur- och inlastning av varor i diskar, kassation av varor på grund av bristfällig kyla samt minskad försäljning. Försäljningen av livsmedel kan minska på grund av att serviceåtgärder hindrar framkomligheten i butikerna eller att diskar är avstängda på grund av fel på kylsystemet. Indirekta kostnader var summan av lönekostnader för butikspersonal ( $K_{i,l}$ ), kasserade livsmedel ( $K_{i,k}$ ), och förlorad försäljning ( $K_{i,f}$ ), se Ekvation 3.

$$K_i = K_{i,l} + K_{i,k} + K_{i,f} \quad (3)$$

Ytterligare en indirekt kostnad var energikostnader. Ogynnsam drift kan också klassas som ett fel, då det ökar energibehovet och sliter på komponenter. Vidare har kylsystem en investeringskostnad och en stillastående disk, från vilken ingen försäljning kan ske under livsmedelsbutikens öppettider förlänger avskrivningstiden.

### 1.2.2 Systemgräns

Studien syftade till att undersöka vanliga fel och kostnader för att åtgärda fel hos kylsystem i verksamma livsmedelsbutiker i Sverige idag. Traditionellt sett är system för kylda livsmedel fullständigt indirekta system och system för frysta livsmedel delvis indirekta system. Direktexpanderade system med transkritisk  $\text{CO}_2$  ökar i nybyggda livsmedelsbutiker och butik med  $\text{CO}_2$  ingick i studien.

De tekniska system som ingick i studien var diskar och lagerrum för kyllda och frysta livsmedel, kyl- och frysaggregat, rörsystem för köld- och värmebärare samt kylmedelkylare för överskottsvärme. Dessa objekt ingick i livsmedelsbutikens kylsystem.

Diskar av typen plug-in, som är mobila enheter med egen köldmediekrets ingick också i undersökningen. Dessa kan ägas av livsmedelsleverantör.

## 1.3 Metod

Metoden som användes i denna delstudie av projektet, för att studera vanliga fel och kostnader för fel hos kylsystem i livsmedelsbutik och svara på de tre frågeställningar, se avsnitt **Fel! Hittar inte referenskälla.**, var:

- Intervjuer med butikschefer, servicetekniker och personer ansvariga för driften av anläggningarna.
- Genomgång av service rapporter och service fakturor,
- Verifieringar av resultat och diskussion med en arbetsgrupp, bestående av representanter från branschen.

Målet var att få underlag från minst 10 butiker av varierande storlek, för att kunna studera fel som uppstår under ett års tid.

En arbetsgrupp var etablerad i projektet för att diskutera resultat, vidare arbete och synen på drift och underhåll av kylsystem. Arbetsgruppen bestod av projektutförare och representanter från branschen, så som personer som ansvarar för drift av kylsystem i butiker, butiksägare, serviceföretag och leverantörer av kylsystem.

### 1.3.1 Intervjuer

Butikschefer eller personer som ansvarar för kylinstallationer intervjuades för att få deras syn på hur drift och underhåll av kylanläggningarna fungerar. Intervjuer användes för att svara på frågorna:

1. Hur är service på kylsystemen upphandlat?
2. Hur fungerar övervakning och hur hanteras larm?
3. När kallas servicetekniker till butiken?
4. Förekommer någon form av rondering för översyn av kylsystemet?
5. Utför butikspersonalen själv något underhåll av kylsystemet?
6. Hur stor är tidsåtgång och kostnader för ur- och ilastning av varor i diskar och lagerrum vid serviceinsatser?
7. Vad är kostnader för kassation av varor på grund av bristfällig kyla vid fel på kylsystemet?
8. Hur stor är andelen förlorade intäkter i sålda livsmedel på grund av att diskar är avstängda vid serviceåtgärder eller haverier?

Information om kylsystemen, såsom systemritningar, antal och ålder på aggregat, diskar och köldmedium samlades också upp under intervjuerna i mån den var tillgänglig. För att kartlägga indirekta kostnader, se stycke **Fel! Hittar inte referenskälla.**, och identifiera värden för Ekvation 3 användes intervjuer. Dokumentation över indirekta kostnader sker överlag inte i livsmedelsbutiker idag.

### 1.3.2 Genomgång av servicereportering och fakturor

För att kartlägga direkta kostnader, se stycke **Fel! Hittar inte referenskälla.**, och identifiera värden för Ekvation 2 användes servicefakturer. Dessa innehåller ofta en arbetsbeskrivning eller servicereportering, som det upphandlade serviceföretaget ger till butiker i samband med fakturering.

### 1.3.3 Verifiering av arbetsgrupp

En arbetsgrupp var representerad i projektet. I denna grupp ingick representanter från branschen såsom butiksägare, serviceföretag och tillverkare av kylanläggningar. Inledningsvis fick denna grupp beskriva vad de ansåg var de vanligaste felen och vad som orsakade dessa fel. Då undersökningen av fel på kylsystem i livsmedelsbutiker var avslutad presenterades resultatet för arbetsgruppen för verifiering. Därefter valdes de feltyper ut som ska tas vidare till nästa steg. Nästa steg i arbetet blir att analysera orsaken till felen och finna bra underhållsprinciper ur ekonomisk synvinkel för att förebygga dem.

## 1.4 Avgränsningar

Denna delrapport beskriver studien där fel på kylsystem i livsmedelsbutiker identifierades och beskriver inte förslag på åtgärder för att minska antalet fel. Endast livsmedelsbutiker i Sverige har undersökts. Servicefakturorna som gicks igenom var daterade under tidsperioden januari 2010 till december 2011.

Studien omfattade serviceåtgärder för att upprätthålla den installerade kapaciteten hos kylsystemen. Den omfattade inte modifieringar som förbättrar systemens kapacitet. Studien omfattade inte heller eventuell komfortkyla, utan endast den kyla som avser att upprätthålla önskad temperatur på kylda och frysta livsmedel i butiker.

## 1.5 Definitioner och beteckningar

Nedan följer en lista på definitioner i denna rapport.

<i>Avhjälpan underhåll:</i>	Underhåll som genomförts efter det att funktionsfel upptäckts och med avsikt att få enheten i ett sådant tillstånd att den kan utföra krävd funktion.
<i>Aggregat:</i>	Samlingsnamn på kyl- och frysmaskiner, samt kylmedelkylare.
<i>Besök:</i>	Besök av servicetekniker i livsmedelsbutik.
<i>Direkt kostnad:</i>	Kostnader som är kopplade till insatser gjorda av serviceföretag för att åtgärda fel i kylsystem.
<i>Fel:</i>	Upphörandet av en enhets förmåga att utföra en krävd funktion. Fel hos kylsystem i livsmedelsbutiker som kräver åtgärd/åtgärder av servicetekniker.

<i>Felorsak:</i>	Omständighet som har lett till fel. Anledning, eller felkällan, till att ett fel har uppstått kan vara skild från platsen där felet uppenbarar sig.
<i>Felsymptom:</i>	Anledning till att servicetekniker kontaktas för att få ett fel avhjälpt.
<i>Feltyp:</i>	Kategorisering av fel i olika feltyper, utefter var någonstans i kylsystemet ett fel har uppstått eller insats har gjorts för att åtgärda ett fel.
<i>Förebyggande underhåll:</i>	Underhåll som görs vid förutbestämda intervall eller enligt förutbestämda kriterier och i avsikt att minska sannolikheten för fel eller degradering av en enhets funktion.
<i>Indirekt kostnad:</i>	Kostnader som uppkommer indirekt då serviceföretag gör insatser för att avhjälpa fel. Exempelvis lönekostnader för att butikspersonal, kassation av livsmedel och minskad försäljning.
<i>Kylanläggning:</i>	Kyl- och frysmaskiner.
<i>Kylmöbler:</i>	Kyl- och frysdiskar.
<i>Kylsystem:</i>	Alla de system som har installerats i en butik för att upprätthålla krävd temperatur i de lagerrum som lagrar kyllda och frysta varor.
<i>Total kostnad:</i>	Summa av direkta och indirekta kostnader som uppstår på grund av fel i en livsmedelsbutiks kylsystem.
<i>Serviceåtgärd:</i>	Det arbete och ingrepp, som servicetekniker utför för att avhjälpa ett fel.
<i>Underhåll:</i>	Åtgärder som utförs för att upprätthålla eller återställa en enhet till ett sådant tillstånd att den kan utföra krävd funktion. Syftar både till tekniska, organisatoriska och administrativa åtgärder.

Nedan följer en lista på beteckningar i denna rapport.

K	Kostnad; SEK exklusive moms
A	Antal; st
d	direkt
i	indirekt
l	lön
m	material
r	resor
k	kassation av livsmedel
f	förlorad försäljning av livsmedel
b	besök
f	fels    serviceåtgärd

## 2 Arbetsgruppens uppfattningar

Projektet startade med ett arbetsgruppsmöte i slutet av maj 2010. Representanter från branschen, såsom servicetekniker, leverantörer för kylsystem, samordnare för skötsel av kylsystem och butiksägare ingick i arbetsgruppen. Sammanlagt var det elva representanter från branschen på mötet som diskuterade sin syn på vanliga fel hos system för livsmedelkyla i butiker och orsaker till felen.

### 2.1 Vanliga fel

Inledningsvis identifierades vanliga fel genom brainstorming, där mötesdeltagarna fick lista vad de upplevde som vanliga problem i livsmedelsbutikens kylsystem. Listan över vanliga fel ser ut som följer:

- Överlastning av kylmöbler
- Igenfrysning
- Dålig rengöring av kylbatterier och avlopp
- Köldmedieläckage i direkta system
- Hög temperatur i diskar
- Felaktiga parameterinställningar
- Dåliga flöden i värmeväxlare
- Dåligt fungerande kompressorer
- Fläkthaveri
- Strulande ventiler: styrventiler för köldbärare
- Dåligt klimat i butiker, som fuktig luft
- Fel/dåliga injusteringar
  - o Dålig kommunikation mellan leverantör och installatör av system för livsmedelkyla
  - o Regulatorer och elektronik: många olika fabrikat att lära sig, utbildade tekniker.
  - o Användarvänligheten är dålig hos vissa produkter
  - o Nödvändigt att servicetekniker kan styrsystemet. Mycket svårt att kunna alla olika styrsystem.
  - o Glömmer att det finns två sidor: både förångare och kondensor
- Täta gaskylare, kondensorer
- Automatlarm (överlastning, givaren känner fel temperatur)
- Överhettning, fyllnadsmängd och underkylning i köldmediekrets
- Små kylbatterier: täta lameller som ger problem med avfrostning
- Ljud i kyllda rum, högre krav ställs
- Plug-in diskar, ”obehandlade historier”: många diskar från livsmedelsleverantörer som ställs i butiken och oklart vem som är ansvarig för dem och ofta är elförbrukning hög
- Luftströmmar, som ger kondensbildning
- Kondensbildning vid fuktig miljö
- Utomhusaggregat, som ofta stannar på vintern
- Ny teknik som serviceteknikerna inte hinner lära sig: servicetekniker är överlag sämre på själva kyltekniken idag och systemkompetensen är sämre

- Dålig isolering: såsom fuktskadad, påkörning som ger skador, gammal isolering
- Handhavandefel i butik

Enligt arbetsgruppen är vanliga problem hos diskar och lagerrum överlastning av kylmöbler, smutsiga avlopp och kylbatterier samt igenisningar av värmeväxlare, vilket kan resultera i fel temperaturer i kylmöbler samt vattenläckage. Inneklimatet är av betydelse för driften av kylsystemen där fuktig miljö i butikerna är ett problem. Fuktig innemiljö uppstår främst på sommaren och ökar ispåväxt på värmeväxlarna, vilket i sin tur ökar elanvändningen. För att förbättra innemiljön ställs krav på ventilationssystemet och att kommunikation mellan ventilationstekniker och kyltekniker fungerar. Fel eller uteblivna injusteringar resulterar i system som inte drivs effektivt och kan ha svårt att upprätthålla den installerade kapaciteten. Ogynnsam drift skapar större påfrestningar på komponenter, som kan resultera i försämrad livslängd. Då det gäller köldmediekretsen så påverkar köldmediefyllnad, överhettning, underkylning och smörjningsegenskaper kompressorn och kan ge ogynnsamma driftförhållande som sliter på kompressorerna och kan leda till haveri. Kompressorns säkerhetsfunktioner ska skydda kompressorn från drift utanför arbetsområdet, vilket kan medföra många autolarm och kompressorer som stannar.

Arbetsgruppen lyfte också vikten av en ordentlig idrifttagning av kylanläggningar, då det minskar framtida problem. Vid en ordentlig igångkörning ges möjlighet att verifiera att systemet går som projekterat och ger möjlighet att göra bra injusteringar. Under projektering och igångkörning behövs någon med helhetsansvar som har till uppdrag att se till att alla delsystem och olika teknikområden fungerar bra ihop. En kyl- och fryssysteminstallation kan innefatta kylteknik, ventilation, uppvärmning, rördragning, avlopp, elektronik, styr- och reglering och övervakningssystem. Kompetens behövs för att kunna knyta ihop dessa teknikområden till ett välfungerande system, som uppfyller önskad funktion i butikerna, dvs. kylda och frysta livsmedel vid rätt temperatur. Beställarkompetens behövs både vid inköp av nya anläggningar och system och vid inköp av service, för att kunna göra en bra kravspecifikation och minimera suboptimeringar.

### 2.1.1 Kommunikation, kunskap och kvalitet

För att sammanfatta diskussionen och varför fel uppstår hos kylsystemen kan felen sorteras in i fem kategorier utefter hur de skulle kunna förhindras:

- *Samordning vid projektering och idrifttagning:* samordning krävs vid projektering och igångkörning för att få ett väl fungerande system. Flera teknikområden ska samsas i ett system, såsom värme, kylteknik, ventilation och övervakning- och styrsystem ska fungera ihop och leverantörer av dessa delsystem måste kommunicerar med varandra.
- *Kommunikation mellan butikspersonal och servicetekniker:* kan vara bristfällig under driften av anläggningarna. Dokumentation och förståelse för varandras arbete behövs för att minska uppkomsten av fel och veta vad som har gjorts med anläggningarna.
- *Butikspersonalens påverkan:* överlastning i kylmöbler, prislappar som täcker för insuget i kylmöbler, förstörda påkörningsskydd, rengöring av diskar.
- *Serviceteknikers påverkan:* injusteringar, parameterinställningar och styrning av system. Krav på kunskap både då det gäller att komma till butiker och anläggningar man inte har servat förut och att behärska de teknikområden som krävs för att serva ett kylsystem.

- *Kvalitet på komponenter och system:* går komponenter lätt sönder, är de användarvänliga, har systemen designats så de samspelar bra? Billiga komponenter ger i regel sämre kvalitet.

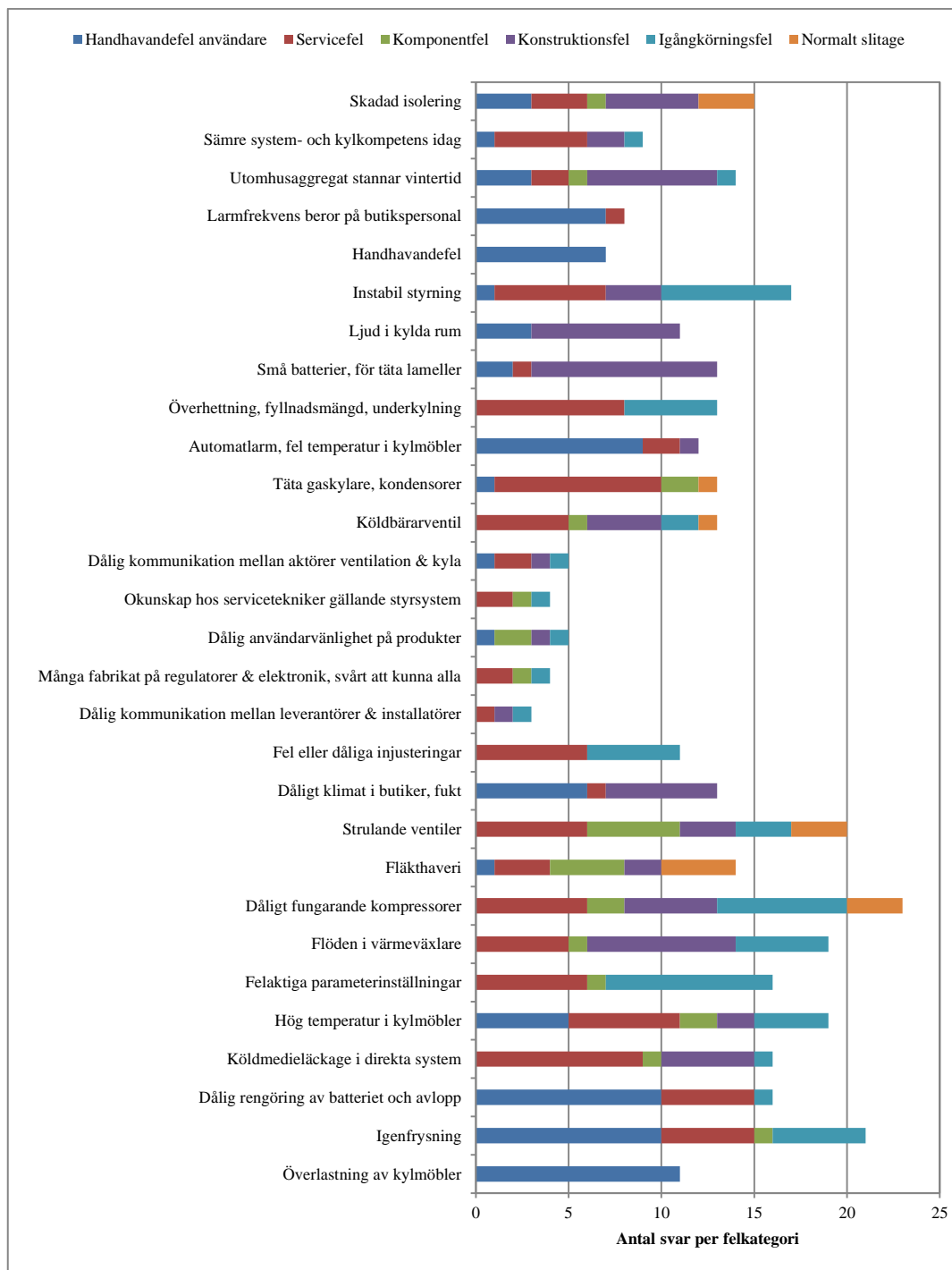
Det som genomsyrade diskussion var vikten av beställarkompetens både då det gäller inköp av kylsystem och upphandling av service samt kunna stämna av att man har fått det man beställde och kunna följa anläggningens effektivitet.

## 2.2 Felorsak

Under arbetsgruppsmötet fick deltagarna också sortera in de vanliga felen, som listades i olika kategorier utefter vad de ansåg var orsaken till felen. De olika kategorierna var:

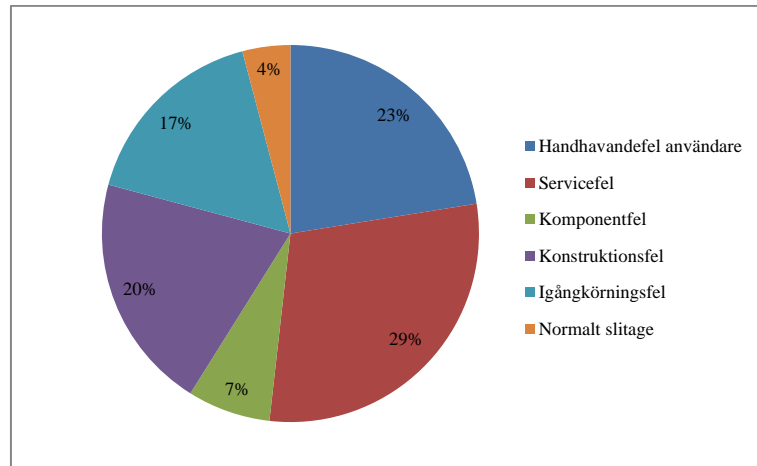
1. Handhavandefel – fel som orkas av brukaren, dvs. butikspersonal
2. Servicefel – fel som orsakas av felaktig service
3. Komponentfel – komponenter med dålig kvalitet eller som inte fungerar som de ska
4. Konstruktionsfel – fel som uppstår redan vid projekteringen och installationen, när systemen designas och konstrueras.
5. Igångkörningsfel – fel som uppstår då driften av anläggningen justeras in vid igångkörning.
6. Normalt slitage – en komponent eller ett objekt havererar på grund att den har nått sin livslängd

De flesta av felen kan orsakas av samtliga kategorier, så flera av felen delades in i fler än en orsakskategori av mötesdeltagarna. Utfallet av kategoriseringen ses i Figur 1 och Figur 2. Figur 1 beskriver antal svar för respektive vanligt fel. Figur 2 beskriver procentuell fördelning av felorsakerna utefter svarsutfallet i Figur 1.



**Figur 1.** Vanliga fel hos system för livsmedelskyla i butiker fördelat på felorsaker.

Alla deltagare fyllde inte i felorsak för samtliga vanliga fel och Figur 2 presenterar endast de svar som lämnades och ska ses som en indikation för anledningen till varför fel uppstår.



**Figur 2.** Felorsaker till vanliga fel oss system för livsmedelskyla i butiker.

Enligt Figur 2 uppstår en dryg tredjedel av problemen i konstruktions- och igångkörningsfasen och med andra ord byggs problem in innan kylsystemen är ordentligt i drift. *Komponentfel* och *normalt slitage* motsvarar tillsammans ca 11 %. Om kategorin *normalt slitage* hade varit större hade det inneburit att komponenter nyttjades hela sin livslängd. Bristfällig kunskap och kommunikation såsom, handhavandefel hos butikspersonal och servicefel hos tekniker motsvarar ca hälften av felorsakerna.

### 3 Livsmedelsbutiker

Sammanlagt studerades fjorton livsmedelsbutiker för att kartlägga fel och kostnader för fel hos kylsystemen under ett år. De benämndes med bokstäver, från A till och med N. Den nordligaste butiken var lokaliserad i Stockholm och den sydligaste i Malmö. Samtliga livsmedelsbutiker var lokaliserade i storstadsregioner.

#### 3.1 Butiksstorlek

Storleken på butikerna varierade och terminologin som COOP och ICA använder för att definiera sina matbutiker användes för att beskriva storleken på de undersökta butikerna, se Tabell 1.

**Tabell 1.** Definition av storlek på undersökta livsmedelsbutiker.

Storlek	Konceptnamn COOP	Konceptnamn ICA
Närbutik	Nära	Nära
Mellanbutik	Konsum	Supermarket
Storbutik	Extra	Kvantum
Stormarknad	Forum	Maxi

Då det gäller mängd kyllda och frysta livsmedel till försäljning kan storbutiker och stormarknader likställas, då det främst är utbudet av varor som inte är livsmedel som skiljer dem åt. De har ändå valts att separeras i denna undersökning, då temperaturen oftast är något högre i stormarknader eftersom försäljningsyta med kyl- och frysdiskar procentuellt är mindre jämfört med storbutiker. En sammanställning av de butiker som undersöktes ses i Tabell 2.

**Tabell 2.** Livsmedelsbutiker som studerades i projektet.

Butik	Storlek
A	Närbutik
B	Storbutik
C	Närbutik
D	Mellanbutik
E	Stormarknad
F	Storbutik
G	Storbutik
H	Mellanbutik
I	Storbutik
J	Närbutik
K	Storbutik
L	Närbutik
M	Mellanbutik
N	Storbutik

#### 3.2 Skötsel av kylsystemen

Ingen av butikerna hade egen personal med kylteknisk kunskap. Denna kompetens köptes in vid behov. Fastighetsskötare fanns hos de flesta av butikerna, men dennes uppgifter var mer inriktade på sysslor som trädgårdsarbete, belysning och sanitet. Rondering för översyn av kyl- och fryssagregaten utfördes inte i någon av butikerna. Diskar och

lagerrum ronderades i enlighet med livsmedelslagar för att mäta lagringstemperaturen för livsmedel i butiken.

### 3.2.1 Service av kylsystemen

Samtliga butiker hade upphandlat ett serviceföretag med uppgift att åtgärda de fel som uppstår i kylsystemen samt att utföra periodisk läcksökning<sup>1</sup>. Ungefär hälften av butikerna hade upphandlat fullservicekontrakt, där serviceföretaget ansvarade för övervakning då butikspersonal inte var på plats, jour, rengöring av diskar och med tillåtelse att byta komponenter utan att stämma av med butiksägaren upp till en viss summa, se Tabell 3. De övriga butikerna övervakade kylsystemen själva och ringde in servicefirmor när butikspersonalen själva inte kunde avhjälpa felen som uppstår.

**Tabell 3.** Skötsel av kylsystemen för respektive butik.

Butik	Fullserviceavtal	Insats av butikspersonal
A	Nej	Rengör diskar vid behov. Borttagning av sly under kylmedelkylare.
B	Nej	Nej
C	Nej	Rengör diskar vid behov.
D	Nej	Rengör diskar vid behov.
E	Ja	Uppgift saknas, ej besökt butik.
F	Ja	Uppgift saknas, ej besökt butik.
G	Nej	Nej
H	Ja	Uppgift saknas, ej besökt butik.
I	Nej	Regelbunden rengöring av diskar och av kylmedelkylare.
J	Ja	Uppgift saknas, ej besökt butik.
K	Ja	Nej
L	Ja	Uppgift saknas, ej besökt butik.
M	Ja	Uppgift saknas, ej besökt butik.
N	Ja	Uppgift saknas, ej besökt butik.

Avståndet till servicefirmorna varierade mellan ett par kilometer till någon mil. Ingen av butikerna har mer än två mil till sitt upphandlade serviceföretag. Det varierade även huruvida kostnader för resor till butik och omkostnader för servicebil fakturerades eller inte.

### 3.2.2 Dokumentation och servicereporter

Överlag kunde dokumentation av ritningar och funktionsbeskrivningar förbättras i de besökta butikerna. De hade inte alltid en given plats, kunde inte tas fram av butikspersonal i vissa fall eller var inte särskilt överskådlig för en servicetekniker, som kommer till butiken för första gången. Rörskeman ska finnas i maskinrum och vara uppdaterade.

Hos de besökta butikerna dokumenterades servicereporter främst i form av arbetsbeskrivningar på servicefakturorna. Åtgärder dokumenterades inte på ett systematiskt sätt knutet till systemens olika objekt. Två butiker hade infört en egen servicebok för att underlätta kommunikation mellan servicetekniker och den egna

<sup>1</sup> Köldmedieförordningen (SFS 2009:382)

butikspersonalen för att veta vad som var gjort. Denna servicebok användes främst för att stämma av om fakturorna stämde överens med utfört arbete.

För de butiker som inte besöktes fanns servicereporter i ett webbaserat servicesystem, där butikspersonal kan lägga in servicesorder och servicetekniker fyller i sina arbetsbeskrivningar i systemet. Informationen som kunde utläsas i dessa arbetsbeskrivningar var likvärdig den som återfanns på servicefakturer, för de butiker som inte hade ett webbaserat servicesystem. Tabell 3 visar vilka butiker som besöktes.

### **3.2.3 Ansvar, utbildning och personalomsättning**

För de intervjuade butikerna fanns det ingen i personalstyrkan som ansvarade för kyl- och frysanläggningarna. Däremot fanns det ofta en person hade ansvar för kyl- och frysdiskarna och som också hade kunskap om vad överlastning i diskar medför. Kontinuerlig utbildning gällande kylsystemen i butiker fanns inte, men ny personal lärdes upp hur diskar ska skötas. Vid behov kunde i vissa fall servicetekniker hålla en utbildning om hur luftflöden och avfrostning påverkar temperaturer i diskar och lagerrum.

Butikerna upplevde inte något problem med att personalomsättning gör att kunskap om kylsystemen försvinner i och med att egen butikspersonal slutar. Antingen var personalomsättningen låg eller så fanns det alltid någon erfaren som kunde lära upp de nyanställda.

### **3.2.4 Riskbedömningar**

Butikerna arbetade inte aktivt med riskbedömningar och klassificering av komponenter. Med riskbedömning anses här att man analyserar vad det innebär och kostar om olika objekt och komponenter havererar i kylsystemet och klassificerar hur viktiga komponenter är för driften. Indirekt hade butikerna dock ändå gjort en enklare riskbedömning, då de var medvetna om vad ett haveri på den enda köldbärarpumpen eller på det enda frysaggregatet skulle innebära. Men ingen av butikerna arbetade systematiskt med riskbedömningar där statistik för olika objekt och komponenter kunde följas gällande felfrekvens, åtgärder och kostnader. Riskbedömningar och historik ger underlag för riktade insatser för att bygga bort problem i kylsystemen.

## **3.3 Åsikter hos butikschefer och butiksägare**

De flesta av de tillfrågade butikscheferna och butiksägare upplevde att det var mycket problem med kylsystemen i butiken och att det kostar mycket att serva anläggningarna. Uppfattningen var att de fel som finns ofta återkommer utan att de kan avhjälpas helt och att det ofta fanns ett eller några objekt i butiken som var problemföremål. Dessa problemföremål slukade de mesta av omkostnaderna för service. Oftast var ett sådant objekt en kyl- eller frysdisk, men kunde även vara exempelvis problem med små avlopp, fläkthaverier, smutsiga kylmedelkylare eller gamla köldbärarpumpar. Butikscheferna upplevde att de vanligaste felen var temperaturalarm i diskar och lagerrum samt problem med avfrostningar av värmeväxlarna i kyl- och frysdiskar.

Butik G hade infört egna serviceböcker för att de tyckte att informationen som serviceteknikerna gav efter åtgärder var bristfällig och fakturer kunde inte följas upp. Butik I upplevde att den högsta kostnaden då det gäller service var resekostnader för servicetekniker och hade även de infört servicebok för arbetsrapportering.

I butikerna C och D sades att de har kommit till rätta med problem att upprätthålla önskad temperatur i diskar genom att sätta på luckor och dörrar. En jämnare temperaturprofil över disken upprättas då och temperaturen i diskarna blev stabilare. I butik I sade man att luckor på diskar togs bort för att de minskade försäljningen med 10 %.

Då det gäller kassation av matvaror på grund av dålig livsmedelskyla upplevde ingen av de besökta butikerna att det var något problem. Kassationen har minskat och den var nu så liten att ingen av butiksägarna kunde sätta siffror på den eller minnas siffror på någon större kassation inom en tvåårsperiod. De främsta kassationskategorierna var utgången datum, förstörda förpackningar och att kunder plockade i matvaror i sina kundkorgar som de sedan lämnade.

### **3.4 Energimätning och elförbrukning**

De tillfrågade livsmedelsbutikerna hade ingen separat energimätning för kylsystemen, utan mätte den totala elanvändningen i butiken. Information om hur kylsystemens elanvändning varierar utefter funktion hos objekten kunde därför inte fås. Ökad elanvändningen i och med problem med kylsystemen är en indirekt kostnad av stor betydelse. Ett system som arbetar med 5°C lägre förångningstemperatur har minst 10 % sämre effektivitet och 30 % lägre kapacitet. Denna försämring av arbetsförhållande leder till ökade driftkostnader i form av ökat behov av elenergi. Det finns behov av att systemet indikerar avvikelser från tänkta driftförhållanden vid relativt små avvikelser för att kunna påvisa ogynnsam drift.

Att mätningstrustning visar verkliga förhållanden är också av vikt. Om exempelvis en temperaturgivare i en disk visar en högre temperatur än den verkliga, uppfattar styrsystemet att temperaturen i disken är för hög och ökar kylningen för att sänka temperaturen. Det medför att den felvisande temperaturgivaren ger ett högre kylbehov och med andra ord också en ökad elanvändning hos kompressorerna. Bortser man från försvårande faktorer, som strålning och fläktvärme är det uppskattade ökade behovet av elenergi till kompressorerna proportionellt mot luftens entalpiskillnad inne i och utanför disken (luftens entalpi beror på temperatur och fuktinnehåll). Grovt räknat ger en sänkning på 1°C i en disk med temperaturen 8°C, ca 8-10 % högre elanvändning. Vintertid är fukthalten låg medan den under sommaren är högre då varmare luft kan hålla mer fukt.

## 4 Identifiering och kategorisering av fel

Ett fel har ett symptom och en orsak. Uppstår fel, vars felsymptom går att identifiera görs insatser för att åtgärda felet, minska dess påverkan eller så väljer man att inte göra någon insats alls. I denna studie identifierades de fel som har haft ett felsymptom som butikspersonal eller övervakningssystem har registrerat och där en insats av servicetekniker har gjorts för att åtgärda felet.

Denna studie skiljer på de tre felbegreppen:

1. *Felsymptom* var yttrade de sig felet och hur upptäcktes det?
2. *Felorsak* vad var anledningen till att felet uppstod och var i systemet fanns felkällan? Kan vara skild från felsymptomet.
3. *Felåtgärd* vad och vilken insats gjordes för att avhjälpa felet?

I många av servicerapporterna i undersökningen var inte dessa tre begrepp särskilda och identifierade. Information för identifiering av samtliga felbegrepp var därför inte tillräckligt för alla fel. Det är med stor sannolikhet heller inte möjligt att i alla fall hitta eller veta felkällan till felen, då obegränsat med tid och resurser för felsökning inte finns.

Då orsaken till fel var svår att finna och i många fall okänd delades fel upp i felsymptom och feltyp. Feltyp utlästes från den service som serviceföretagen genomförde för att avhjälpa felsymptomen. Vid genomgång av servicerapporterna gjordes försök att identifiera den plats i kylsystemet och det objekt på vilket fel uppstått och/eller åtgärd genomförts, att identifieras. Benämning på objekt var överlag bristande i servicerapporter, i butikernas dokumentation och på de fysiska aggregaten.

### 4.1 Felsymptom

Anledningen till att fel upptäcktes kallades i denna studie för felsymptom och beskriver hur felen hos kylsystemen yttrade sig. Vidare kräver felsymptom insats av en servicetekniker, men behöver inte kräva ett besök i butiken utan kan ske via telefonsupport eller larm som avhjälpas via övervakningssystem hos serviceföretagen.

Antalet felsymptom hölls nere för att förenkla överskådligheten, se Tabell 4 där de nio felsymptomen är förklarade.

**Tabell 4.** Felsymptom, anledning till att hjälp från serviceföretag efterfrågas.

<b>Felsymptom</b>	<b>Beskrivning</b>
1. <i>Fel temperatur</i>	Denna kategori gäller enbart för fel temperatur i diskar och lagerrum.
2. <i>Haveri/Ur funktion</i>	Objekt fungerar inte eller går inte att starta.
3. <i>Igenisning</i>	Objekt har frostpåväxt eller är igenfruset.
4. <i>Kringutrustning</i>	Komponenter i diskar och lagerrum, som inte ingår i själva kylprocessen är trasiga. Exempelvis: påkörningsskydd, dörrar, gardiner och lister.
5. <i>Larm</i>	Säkerhetsfunktioner och övervakningssystem larmar (gäller ej temperaturlarm i diskar och lagerrum, de benämns som <i>fel temperatur</i> ).
6. <i>Oljud</i>	Objekt låter illa, ex. fläktar och pumpar.
7. <i>Städ/Översyn</i>	Städning eller översyn av objekt.
8. <i>Vattenläckage</i>	Vattenläckage eller kondensbildning.
9. <i>Övrigt/Oklart</i>	Felsymptom framgår inte eller enstaka felsymptom som dålig lukt.

## 4.2 Feltyper

För att hitta det fel som var vanligast och/eller mest kostsamma att åtgärda delades fel upp i olika kategorier kallade feltyper, utefter komponenttyp eller funktionstyp. Feltypen kan härledas till var felet uppstod och/eller vad servicetekniker åtgärdade för att avhjälpa felen och är presenterade i Tabell 5. Plug-in diskar presenterade en egen feltyp och här ingick samtliga problem med dessa diskar.

**Tabell 5.** Feltyper vid identifiering av vanliga och kostsamma fel hos kylsystem.

<b>Feltyp</b>	<b>Förklaring</b>
1. <i>Avfrostning</i>	Problem med igenisning av diskar, lagerrum samt deras värmväxlare. Avfrostningen och/eller dränering fungerar inte.
2. <i>Avlopp</i>	Stopp i avlopp i diskar och lagerrum.
3. <i>Diskar, kringutrustning</i>	Trasiga komponenter i diskar, som inte ingår i själva kylprocessen såsom dörrar, gardiner, glas, lister, lysrör, plåtar, påkörningsskydd och sargvärme.
4. <i>Fläktar</i>	Problem med fläktar (gäller samtliga delsystem).
5. <i>Givare</i>	Trasiga givare.
6. <i>Kompressorer</i>	Problem med kompressorer, såsom säkerhetsfunktioner som larmar, oljeproblem, trasiga komponenter och elfel.
7. <i>Köldmediekrets</i>	Läckage, brist, smuts, trasiga komponenter i köldmediekretsen (exklusive kompressor, som är en egen feltyp).
8. <i>Köld- &amp; värmebärare</i>	Läckage, fyllningsbrist, smuts eller luft i systemet.
9. <i>Luftcirkulation i diskar</i>	Dålig luftcirkulation i diskar, ofta pga. överlastning av varor.
10. <i>Plug-in diskar</i>	Alla fel och problem som rör plug-in diskar.
11. <i>Pumpar</i>	Problem med pumpar (gäller samtliga delsystem).
12. <i>Lagerrum, kringutrustning</i>	Trasiga komponenter i lagerrum, som inte ingår i själva kylprocessen såsom dörrar, gångjärn, påkörningsskydd, termoridå och nödöppnare.
13. <i>Rör</i>	Problem med köld- och värmebärarrör.
14. <i>Smutsiga värmväxlare</i>	Problem med smutsiga värmväxlare.
15. <i>Styrsystem</i>	Problem med styrenheter och inställningar samt trasiga komponenter, som exempelvis regulatorer.
16. <i>Ventiler</i>	Problem med ventiler (gäller samtliga delsystem exklusive köldmediekretsen).
17. <i>Översyn av aggregat</i>	Genomgång av kyl- och frysmaskiner, kylmedelkylare, maskinrum. Görs exempelvis efter strömavbrott eller felsökning utan att fel hittas.
18. <i>Övervakningssystem</i>	Problem med system för övervakning och felaktiga larm.
19. <i>Oklart</i>	Feltyp kan inte utläsas eller framgår inte i servicerapport.

I kapitel 2 listades vanliga fel utefter arbetsgruppsdeltagarnas erfarenheter. Dessa fel presenteras i Figur 1 och de flesta återfinns även i Tabell 5. De mjuka delarna som kommunikation, kompetens och kunskap som mötesdeltagarna nämnde som vanliga problem återfinns inte som en feltyp i Tabell 5, utan tolkas som en orsak till att fel uppstår.

### 4.3 Delsystem

All den utrustning och de objekt som behövs för att uppnå ett fungerande kylsystem och för att upprätthålla önskad temperatur i frysta och kylda lagerrum och diskar benämndes i denna studie som kylsystem. Här ingick även den utrustning som används för övervakning av systemen.

För att få en uppfattning om var i kylsystemet flest fel uppstår eller analysera vilken typ av fel som uppstår var, delades kylsystemet upp i olika fysiska delsystem. Delsystemen delades in utefter vilken funktion de då har det gäller värmeöverföring, se Tabell 6.

**Tabell 6.** Uppdelning av kylsystemet i delsystem.

Delsystem	Beskrivning
1. <i>Diskar och lagerrum</i>	Rum som ska föra bort värme från kylda och frysta varor för att upprätthålla önskad temperatur.
2. <i>Köldbärarsystem</i>	System i indirekta kylsystem vars funktion är att föra bort värme från diskar och lagerrum.
3. <i>Köldmediesystem</i>	Köldmediekretsen som innefattar själva den kyltekniska processen.
4. <i>Värmebärarsystem</i>	System i indirekta kylsystem vars funktion är att föra bort värme från köldmediekretsen. Värmen kan nyttjas till uppvärmning av lokaler.
5. <i>Plug-in diskar</i>	Kyl- och frysdiskar som är självständiga enheter med egna köldmediekretsar och skilda från det centrala kylsystemet.

Då information fanns, delades även felen upp efter om de uppstått i de funktioner som ska upprätthålla rätt temperatur för frysta respektive för kylda livsmedelsvaror.

### 4.4 Antal fel, besök och serviceåtgärder

Vissa av felen, som serviceteknikerna åkte till livsmedelsbutiker för att åtgärda, krävde återbesök. Vidare kan fler än ett fel åtgärdas vid ett besök i butiken. Antal fel, antal besök och antal serviceåtgärder identifierades för respektive feltyp och undersökt livsmedelsbutik.

Definition på insatser för att avhjälpa fel:

*Antal besök, ( $A_b$ ):* Summan av besök som servicetekniker har gjort i en butik under ett år.

*Antal fel, ( $A_f$ ):* Summan av antal fel för respektive feltyp under ett års tid. Är färre än antal besök( $A_b$ ), då ett fel kan medföra återbesök.

*Antal serviceåtgärder, (A<sub>s</sub>):* Antal åtgärder som har gjorts för att försöka avhjälpa fel under ett år. Är fler än antal besök (A<sub>b</sub>), då flera fel kan ha åtgärdas under samma besök och är fler än antal fel (A<sub>f</sub>), då ett fel kan innebära fler än en arbetsinsats för att åtgärdas.

Alla de fel som rapporterades till serviceföretagen innebar inte ett servicebesök i livsmedelsbutiken av en tekniker. Servicetekniker kan hjälpa till genom telefonsupport eller kvittera larm på distans genom ett webbaserat styr- och övervakningssystem.

## 4.5 Identifiering av svar på studiens frågeställningar

I syftesavsnittet, se avsnitt **Fel! Hittar inte referenskölla.**, ställdes tre frågor som denna studie skulle svara på. I detta kapitel har olika begrepp definierats, såsom felsymptom, feltyp, besök, fel och serviceåtgärder. Nedan följer en beskrivning av vilka begrepp som användes för att svara på de tre frågeställningarna.

För att svara på frågeställning 1, kostnad för att åtgärda fel i en livsmedelsbutik, användes Ekvation 1 för att identifiera totala kostnaden i de olika undersökta livsmedelsbutikerna. Kostnader under ett års tid kartlades.

Antal serviceåtgärder (A<sub>s</sub>) för respektive feltyp användes för att svara på frågeställning 2, att identifiera vilka feltyper som var de vanligaste. Antal serviceåtgärder användes även för att identifiera vilket felsymptom som var vanligast. Ett års serviceåtgärder i de olika butikerna kategoriserades in i de olika felsymptomen respektive de olika feltyperna.

Ekvation 1 användes för att svara på frågeställning 3, att identifiera vilka feltyper som var mest kostsamma. Total kostnad under ett års tid kategoriserades in i de olika feltyperna.

Antal serviceåtgärder valdes, framför besök (A<sub>b</sub>) och fel (A<sub>f</sub>), för att få svar på vilka som var de vanligaste feltyperna. Serviceåtgärder beskriver hur många gånger en servicetekniker gjorde en insats för att avhjälpa en feltyp och återspeglade arbetsinsatserna bättre än antal fel. Vissa feltyper kan behöva fler än en insats och att enbart räkna antalet fel kan bli missvisande, då ett fel kan kräva återbesök i butiken för att bli åtgärdat. Antal besök räknades ut för respektive butik för att kartlägga hur ofta en livsmedelsbutik fick besök av servicetekniker.

## 5 Antagna kostnader

Total kostnad ( $K_t$ ) sammanställdes för varje serviceåtgärd ( $A_s$ ) beskriven i de undersökta livsmedelsbutikernas service rapporter. Totala kostnaden är summan av direkta och indirekta kostnader, se Ekvation 1. Då information om kostnad inte fanns tillgänglig gjordes antagande. Antagandena byggde på de intervjuades erfarenheter och stämde av med arbetsgruppen.

### 5.1 Antagna direkta kostnader

I det flesta av de service rapporter som gick igenom stod tid och kostnad för de arbetsinsatser, som servicefirmor hade utfört i de undersökta livsmedelsbutikerna. Det fanns ett antal service rapporter som enbart hade tidsangivelser och antal körda mil för att komma till butikerna. För dessa rapporter utan identifierade kostnader, antogs löne- och resekostnader.

#### 5.1.1 Lönekostnader för servicetekniker

Service fakturor fanns tillgängliga för butikerna A, B, C, D, F, G och I, där tid och kostnader för de insatser servicetekniker har genomfört i livsmedelsbutikerna var beskrivna. För övriga butiker, E, H, J, K, L, M och N fanns endast service rapporter med tidsangivelser för arbetsinsatser av servicetekniker tillgängliga. Information om tid för utfört arbete, om arbete har skett på övertid och om jourersättning har utgått var här beskrivet. Dessa tider multiplicerades med antagna lönekostnader för servicetekniker, se Tabell 7.

**Tabell 7.** Antagna lönekostnader för servicetekniker.

Typ av lönekostnad	Kostnad	Enhet
Ordinarie arbetstid	550	SEK/h exkl. moms
Övertidsersättning	850	SEK/h exkl. moms
Jourersättning	2 000	SEK/utryckning

#### 5.1.2 Resekostnader

I de fallen där endast antal körda kilometer stod beskrivet i service fakturor och service rapporter för det avståndet servicetekniker åkte för att ta sig till butiken, användes en antagen resekostnad på 1,5 SEK/km.

## 5.2 Antagna indirekta kostnader

De undersökta butikerna hade ingen dokumentation på indirekta kostnader. Samtliga indirekta kostnader uppskattades och byggde på antagna värden givna under intervjuer.

### 5.2.1 Lönekostnader för butikspersonal

Antagen lönekostnad för butikspersonal var 250 SEK/h exkl. moms. Allt arbete antogs utföras under vardagar och eventuell kvällstids- och helgersättning utlämnades. Då tid för

arbetsinsats av personal byggde på antagande valdes att snarare underskatta än överskatta kostnaderna för att beskriva en lägre gräns för indirekta kostnader.

Vid problem i diskar behöver oftast varor plockas ut för att kunna lyfta bort plåtar och komma åt exempelvis värmeväxlaren, fläktar och avlopp. Denna hantering av varor kräver en arbetsinsats av servicetekniker eller butikspersonal. Antagandet gjordes att det var butikspersonalen som står för denna arbetsinsats om inget annat står beskrivet i service rapporten. En butikschef uppskattade tidsåtgång till minst en timma för i- och urplock av varor per disk vid problem och en annan butikschef sa upp till 4 h/disk. Tiden beror på antal löpmeter disk som måste stängas av, antal hyllplan och hur lastade diskarna är. Till de feltyper där det antogs att diskplåtar tas bort för att komma åt insidan av disken uppskattades tidsåtgången för butikspersonal vara en arbetstimma. Detta gäller främst feltyperna 1, 2 och 4 i Tabell 5, det vill säga *avfrostning*, *avlopp* och *fläktar* i diskar.

Det antogs även att någon i butikspersonalen lade tid på att uppmärksamma problem såsom larm, vattenläckage, fel temperatur i diskar och kallar in servicetekniker för att åtgärda de fel de inte själva kan avhjälpa. Vidare antogs att en person ur butikspersonalen mötte servicetekniker, som kommer till butiken, för att visa var felet uppstått och förklara förloppet. Hur rapporteringen av problem gjordes beror på hur service var upphandlat och vem som hanterade övervakningen av kylsystemen. Men antagandet gjordes att en person i butikspersonalen lägger en halvtimma på de problem som krävde att servicetekniker kallades till platsen.

## 5.2.2 Kassation av kylda och frysta livsmedel

Ingen statistik fördes på mängd matvaror som kasseras på grund av dålig kyla hos de besökta livsmedelsbutikerna. Den största orsaken till kassation upplevdes vara utgången bäst-före-datum, trasiga förpackningar och övergivna kundkorgar med matvaror i. Uppfattningen var att problem med förstörda varor på grund av fel hos kylsystemen har minskat och var i dagsläget så låg att den var svår att sätta siffror på. Butikschef gav förslag på kostnad för kasserade varor i storleksordningar 10 000 till 30 000 SEK/år beroende på butiksstorleks. I Tabell 8 ses de antagna kostnaderna för kasserade varor för de fyra olika butiksstorlekarna, baserade på uppskattningar av intervjuade butikschefer. Dessa kostnader fördelades på de serviceåtgärder som respektive butik hade under ett år. Arbetsgruppen verifierade siffrorna som godtagbara schabloner för förstörda livsmedel som resultat av bristfällig kyla.

**Tabell 8.** Antagna kostnader för kasserade varor på grund av dålig kyla.

Butiksstorlek	Kostnad	Enhet
Närbutik	10 000	SEK/år exkl. moms
Mellanbutik	20 000	SEK/år exkl. moms
Storbutik	30 000	SEK/år exkl. moms
Stormarknad	30 000	SEK/år exkl. moms

## 5.2.3 Förlorad försäljning av kylda och frysta livsmedel

Samtliga besökta butiker upplevde att de förlorar intäkter på grund av att problem med kylsystem gör att vissa diskar ibland behöver stängas av och att kunder upplever det som stökigt i butiken, då åtgärder görs för att rätta till felen. Framför allt försvinner impulshandlandet. En av de intervjuade butikscheferna sa att tre av fyra inte har en inköpslista med sig då de handlar och deras inköp kan minska om diskar är avstängda och/eller framkomligheten är begränsad då servicetekniker eller butikspersonal gör

ingrepp eller hanterar varor i diskar. Någon exakt siffra kunde inte ges på denna förlorade intäkt, men en uppskattning gjord av två butikschefer var 3 000 till 4 000 SEK/år för butiker i storleksordningen närbutik och mellanbutik. En butikschef gav försäljningssiffror på olika livsmedelsvaror per timma och löpmeter disk. Dessa siffror användes för att beskriva förlorad försäljning i de fall det antogs att disken var avstängd för att ingrepp gjordes i en disk för att avhjälpa fel. De värden som användes ses i Tabell 9. Då typ av kyldisk inte stod nämnt i serviceraporten användes medelvärdet för delikatessen och mejeri, det vill säga 40 SEK per timme och löpmeter disk. Vidare antogs att 2,5 meter disk var avstängd då inga storleksangivelser på avstängd disk angavs i servicetraporten.

**Tabell 9.** *Kostnader för förlorade försäljning för olika livsmedelsvaror.*

<b>Livsmedelstyp</b>	<b>Kostnad</b>	<b>Enhet</b>
Delikatessen	50	SEK per h och löpmeter disk
Mejeri	30	SEK per h och löpmeter disk
Frys	15	SEK per h och löpmeter disk

## 6 Resultat

Total kostnad, se Ekvation 1, för att åtgärda fel sammanställdes både för respektive livsmedelsbutik och för respektive feltyp. Total kostnad för respektive butik sammanställdes för att se spridning mellan butikerna och de olika butiksstorlekarna. Antal fel, serviceåtgärder och besök för de olika livsmedelsbutikerna sammanställdes för att beskriva deras frekvens.

Total kostnad och antal serviceåtgärder för respektive feltyp sammanställdes för att hitta de vanligaste och de mest kostsamma felen. Tabell 10 sammanfattar det statistiska underlag som undersökningen byggde på.

**Tabell 10.** Sammanställning av underlag som resultaten bygger på.

Kategori	Antal
Butiker	14 st
Fel, ( $A_f$ )	372 st
Besök, ( $A_b$ )	428 st
Serviceåtgärder, ( $A_s$ )	493 st

Sammanlagt hade de fjorton undersökta butikerna 493 serviceåtgärder under ett års tid. Dessa serviceåtgärder kategoriserades både utefter de nio olika felsymptomen och utefter de nitton olika feltyperna, se avsnitt 4.1 respektive 4.2.

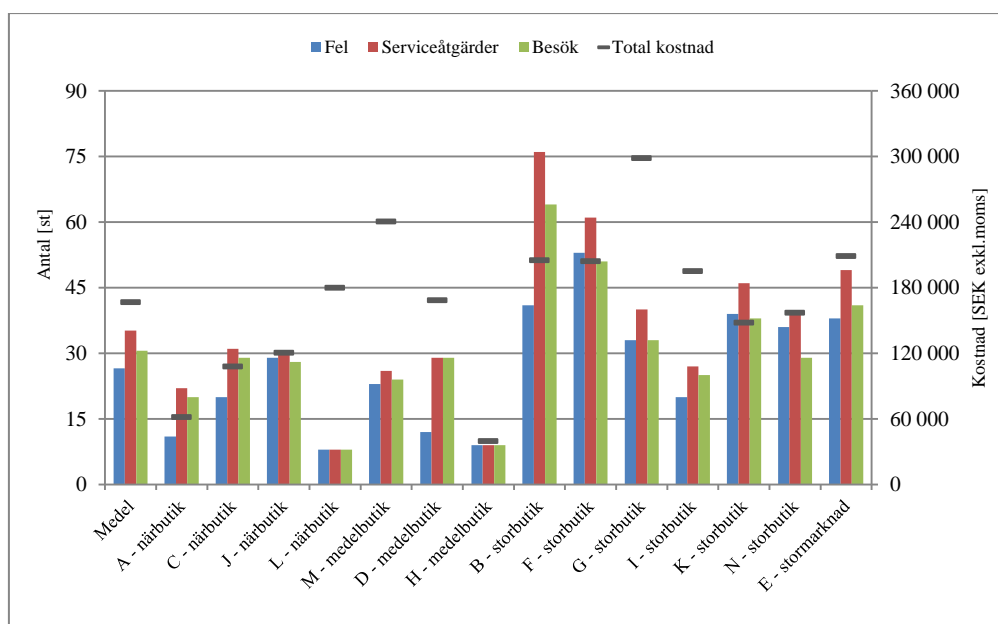
### 6.1 Fördelning mellan butiker

Kostnader för att åtgärda fel under ett års tid sammanställdes för de fjorton undersökta butikerna och resultat kan ses i Tabell 11. Tabellen visar total kostnad ( $K_t$ ), dvs. summan av alla direkta ( $K_d$ ) och indirekta ( $K_i$ ) kostnader för att besvara frågan hur mycket de fel som uppstår hos kylsystemen kostar en livsmedelsbutik under ett år. Medelkostnaden per butik beskriver total kostnad dividerat med antal serviceåtgärder ( $A_s$ ) under ett år i butiken. Tabellen summerar även antal fel ( $A_f$ ) som har rapporterats till serviceföretag och antal besök ( $A_b$ ) av servicetekniker i butiken. Se Bilaga 1 för uppdelning av total kostnad i direkt och indirekt kostnad.

**Tabell 11.** Sammanställning på antal fel, serviceåtgärder och besök samt kostnader för att åtgärda fel i respektive butik.

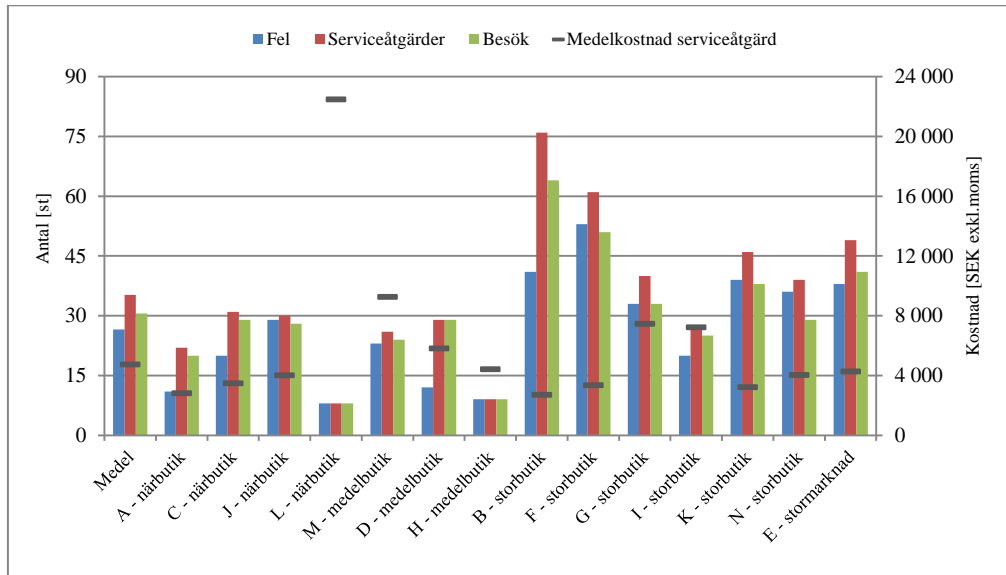
Butik	Storlek på butik	Antal fel [st]	Antal serviceåtgärder [st]	Antal besök [st]	Total kostnad [SEK exkl. moms]	Total kostnad per serviceåtgärd [SEK exkl. moms]
A	Närbutik	11	22	20	62 000	2 800
B	Storbutik	41	76	64	205 000	2 700
C	Närbutik	20	31	29	108 000	3 500
D	Mellanbutik	12	29	29	168 000	5 800
E	Stormarknad	38	49	41	209 000	4 300
F	Storbutik	53	61	51	204 000	3 300
G	Storbutik	33	40	33	298 000	7 500
H	Mellanbutik	9	9	9	40 000	4 400
I	Storbutik	20	27	25	195 000	7 200
J	Närbutik	29	30	28	120 000	4 000
K	Storbutik	39	46	38	148 000	3 200
L	Närbutik	8	8	8	180 000	22 400
M	Mellanbutik	23	26	24	240 000	9 200
N	Storbutik	36	39	29	157 000	4 000
<b>Medel</b>		<b>27</b>	<b>35</b>	<b>31</b>	<b>167 000</b>	<b>4 700</b>

Figur 3 och Figur 4 visar resultatet grafiskt. Översta diagrammet visar total kostnad och nedersta diagrammet total kostnad fördelat på antal serviceåtgärder i butiken. Enligt Figur 3 har butikerna G, I, M och L haft högst omkostnader för att åtgärda fel. Butik G har haft problem med fläkthaverier i diskar och butikerna G, M och L har haft var sitt kompressorhaveri, som har dragit upp kostnaderna. Butik I har haft problem med komponenter till övervakningssystemet och köldmedieläckage, som har varit kostsamma. Däremot har butik I årlig rengöring av samtliga diskar och haft få problem med stopp i avlopp och igenisning i diskar.



**Figur 3.** Antal fel, serviceåtgärder, besök och total kostnad för att åtgärda fel under ett år för respektive butik.

I Figur 4 kan man tydligt se att medelkostnaden för serviceåtgärderna i butik L var hög jämfört med övriga butiker. Butik L var en liten närbutik med få serviceåtgärder per år som råkade ut för ett kompressorhaveri, vilket resulterade i en hög total kostnad. Butik B:s låga medelkostnad per antal serviceåtgärder var ett resultat av att denna butik hade flest antal besök där flera fel avhjälpes samtidigt.



**Figur 4.** Antal fel, serviceåtgärder, besök och medelkostnad för serviceåtgärder för att åtgärda fel under ett år för respektive butik.

Den totala kostnaden för att avhjälpa fel för de fjorton butikerna var 2 334 000 SEK exkl. moms, varav ca 80 % var direkta kostnader ( $K_d$ ) och 20 % var indirekta kostnader ( $K_i$ ). Jämförs kostnader mellan de olika butiksstorlekarna så kostade fel hos kylsystem för när- och mellanbutiker ca 115 000-150 000 SEK exkl. moms per år och storbutiker och stormarknader 200 000-210 000 SEK exkl. moms, se Tabell 12.

**Tabell 12.** Jämförelse av total kostnad mellan de olika butiksstorlekarna.

Storlek på butik	Antal butiker	Total kostnad samtliga butiker [SEK exkl. moms]	Medelkostnad för butik [SEK exkl. moms]
Närbutik	4	470 000	117 000
Mellanbutik	3	448 000	149 000
Storbutik	6	1 208 000	201 000
Stormarknad	1	209 000	209 000
Samtliga butiker	14	2 334 000	167 000

Tabell 13 ger en jämförelse mellan de olika butiksstorlekarna med avseende på antal fel, serviceåtgärder och besök. Medel för dessa kategorier räknades ut för att ge en indikation på hur många fel en butik av en viss storlek har per år. Se Bilaga 1 för sammanställning av antal besök, fel respektive serviceåtgärder för respektive butiksstorlek.

**Tabell 13.** Antal fel, serviceåtgärder och besök mellan de olika butiksstorlekarna.

Storlek på butik	Antal butiker	Medel antal fel	Medel antal serviceåtgärder	Medel antal besök
Närbutik	4	17,0	22,8	21,3
Mellanbutik	3	14,7	21,3	20,7
Storbutik	6	37,0	48,2	40,0
Stormarknad	1	38,0	49,0	41,0
Samtliga butiker	14	26,6	35,2	30,6

Enligt Tabell 13 har livsmedelsbutiker i genomsnitt ett besök av en servicetekniker var 12:e dag och enligt Tabell 14 till en medelkostnad av 5 400 SEK/besök.

**Tabell 14.** Medelkostnader för fel, serviceåtgärd respektive besök för de olika butiksstorlekarna.

Storlek på butik	Antal butiker	Medelkostnad fel [SEK/fel]	Medelkostnad serviceåtgärd [SEK/serviceåtgärd]	Medelkostnad besök [SEK/besök]
Närbutik	4	6 900	5 200	5 500
Mellanbutik	3	10 200	7 000	7 200
Storbutik	6	5 400	4 200	5 000
Stormarknad	1	5 500	4 300	5 100
Samtliga butiker	14	6 300	4 700	5 500

Spridningen av medelkostnaden för ett servicebesök varierade kraftigt mellan butikerna och låg mellan 3 000 och 22 000 SEK/besök. Det var butik L med sitt kompressorhaveri och litet antal besök under ett år som låg på den högsta kostnaden. En jämförelse mellan medel- och mediankostnader ses i Tabell 15 för olika kategorier och indikerar vad fel hos kylsystem i livsmedelsbutiker kostade i genomsnitt enligt denna undersökning.

**Tabell 15.** Genomsnittlig total kostnad för olika kategorier.

Kategori	Medelkostnad	Mediankostnad	Enhet
Butik	167 000	174 000	SEK exkl. moms/butik
Fel	6 300	5 400	SEK exkl. moms/fel
Besök	5 500	4 800	SEK exkl. moms/besök
Serviceåtgärd	4 700	4 100	SEK exkl. moms/serviceåtgärd

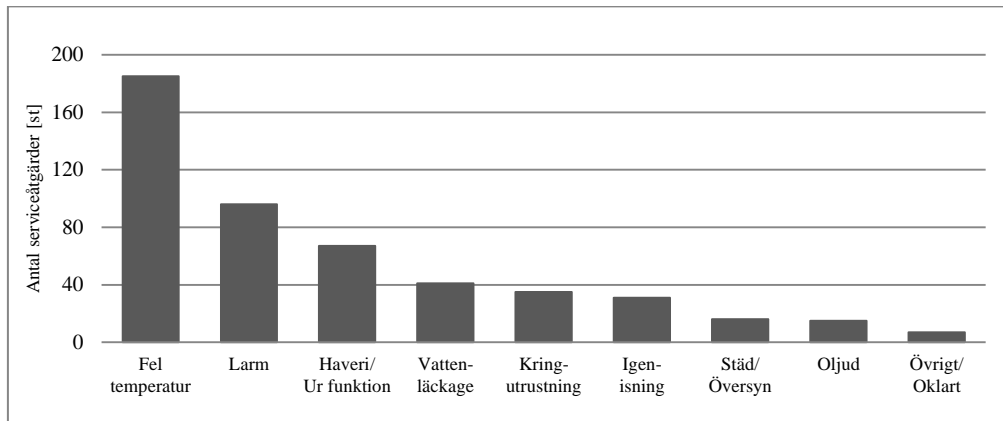
Mediankostnaden låg under medelkostnaden för fel, besök och serviceåtgärder. Anledningen var att två butiker hade en medelkostnad på serviceåtgärd på ca 22 000 SEK och den näst dyraste på ca 10 000 SEK. Detta drog upp medlet då de övriga låg mestadels mellan 3 000 till 5 500 SEK/serviceåtgärd.

## 6.2 Fördelning för vanliga felsymptom och feltyper

Antal serviceåtgärder ( $A_s$ ) beräknades både för de olika felsymptomen och de olika feltyperna för att svara på vilka som var vanligast förekommande.

### 6.2.1 Vanliga felsymptom

De olika felen beskrivna i servicereporterna delades in utefter vad som antogs vara anledning till att de upptäcktes, dvs. felsymptom. Figur 5 visar felsymptomen utefter hur vanligt förekommande de var. Figuren visar att det vanligaste felsymptomet var *fel temperatur*, det vill säga att rätt temperatur i diskar och lagerrum inte upprätthålls, och presenterade 38 % av serviceåtgärderna. Huvudsyftet med att installera ett kylsystem är att upprätthålla krävd temperatur för livsmedel och detta felsymptom indikerar att systemet inte klarar krävd funktion. Felsymptomet *fel temperatur* hänvisar enbart till att önskad temperatur inte upprätthålls i diskar och lagerrum och inte till temperatur i andra delar i kylsystemet. Den näst vanligaste kategorin var *larm* och motsvarade ca 20 % av felsymptomen. Denna kategori innehöll både larm från säkerhetsfunktioner hos objekt samt problem med övervakningssystem som gav felmeddelande. Det tredje vanligaste felsymptomet, med 15 % var att ett objekt hade havererat eller inte kunde starta. *Vattenläckage* var det fjärde vanligaste felsymptomet med 8 % och var ofta ett symptom på att det var stopp i avlopp och att vatten läckte ut på butiksgolvet.

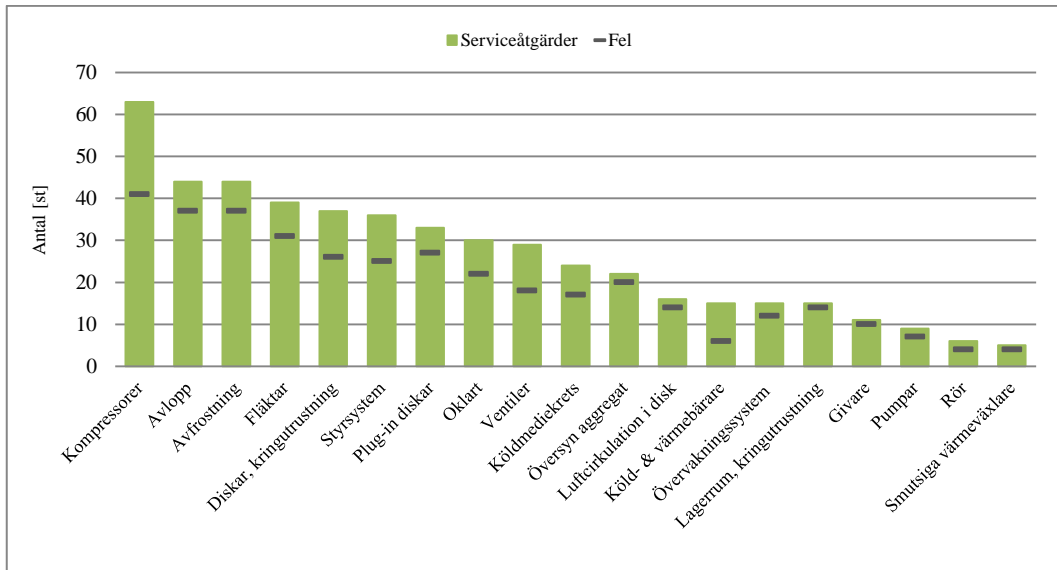


Figur 5. Felsymptom, hur fel som kräver åtgärder av servicetekniker upptäcks

För en utförligare förklaring av respektive felsymptom se avsnitt 4.1 och för procentuell fördelning av felsymptom se Figur 2:1 i Bilaga 2.

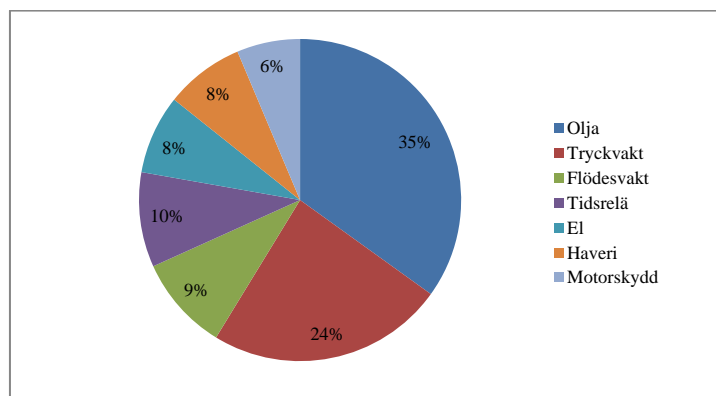
### 6.2.2 Vanliga feltyper

Felen beskrivna i servicereporterna delades in utefter vad som åtgärdades för att avhjälpa felen, dvs. feltyp. Figur 6 sammanfattar resultatet av vilka feltyper som medförde högst antal serviceåtgärder. De feltyper som har krävt störst antal serviceåtgärder var kompressorer, avlopp, avfrostning av värmexlaren och igenisning av diskar, fläktar, kringutrustning till kyl- och frysdiskar samt styrning av kylsystemen. Symbolerna i Figur 6 presenterar antal fel för respektive feltyp. Fördelades vanliga fel efter antal fel istället för antal serviceåtgärder ändrades rankningen först på femte plats, där problem med plug-in diskar hamnar efter fläktar.



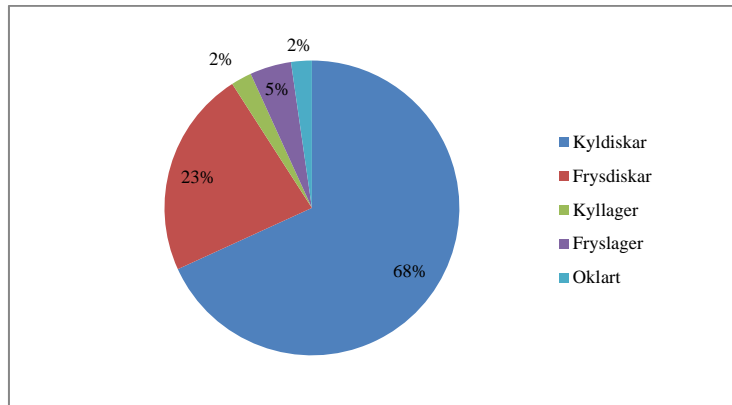
**Figur 6.** Kategorisering av fel utefter olika feltyper.

I kategorin *kompressorer* ingick problem med olja och smörjning, elfel, trasiga komponenter och olika säkerhetslarm. Problem med olja och smörjning var de som genererade störst antal serviceåtgärder, se Figur 7. Problem med kompressorer orsakades överlag inte av dålig kvalitet på kompressorer utan på grund av drift nära gränsen för eller utanför arbetsområdet vilket antalet larm och trasiga komponenter för skyddsfunktioner såsom motorskydd, flödesvakter, tryckvakter och tidsrelä tyder på.



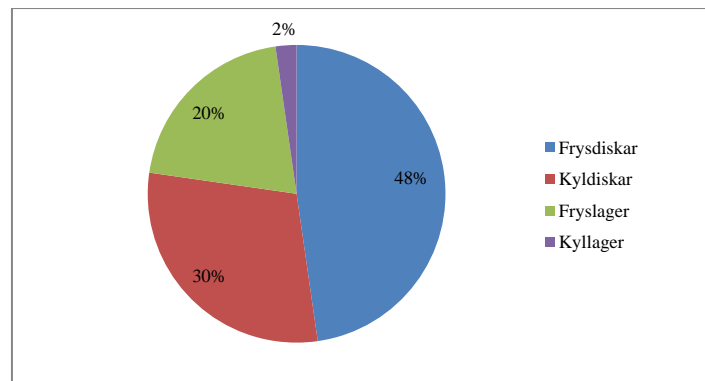
**Figur 7.** Fördelning av serviceåtgärder för feltyp kompressorer.

Feltypen *avlopp* var den näst vanligaste och innefattade igensättning av avlopp. Den vanligaste anledningen till stopp i avlopp var smuts med 68 %. Trasiga eller dåligt och fungerande komponenter för dränering stod för 21 %. Två tredjedelar av problem med avloppen uppstod i kyldiskar, se Figur 8.



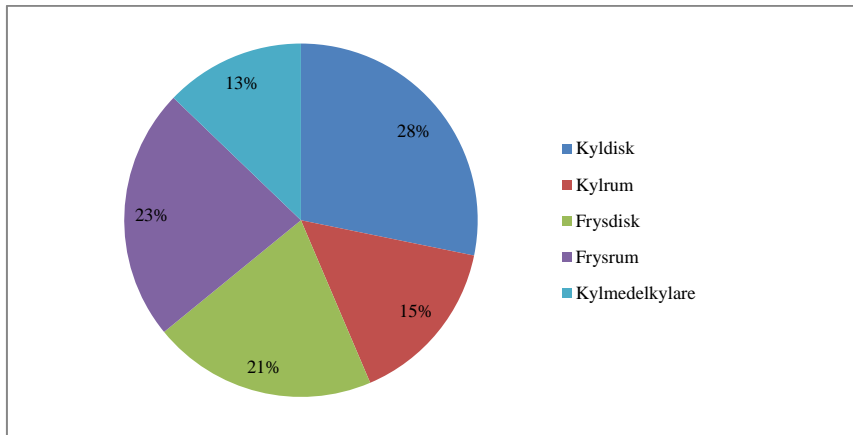
**Figur 8.** Fördelning av serviceåtgärder för feltypen stopp i avlopp.

Feltypen *avfrostning* innefattade både problem med avfrostning av värmeväxlare och igenisning av diskar och lagerrum. Avfrostnings- och igenisningsproblem var vanligast i diskar och problem i diskar motsvarade ca tre fjärdedelar av totalt antal serviceåtgärder, se Figur 9.



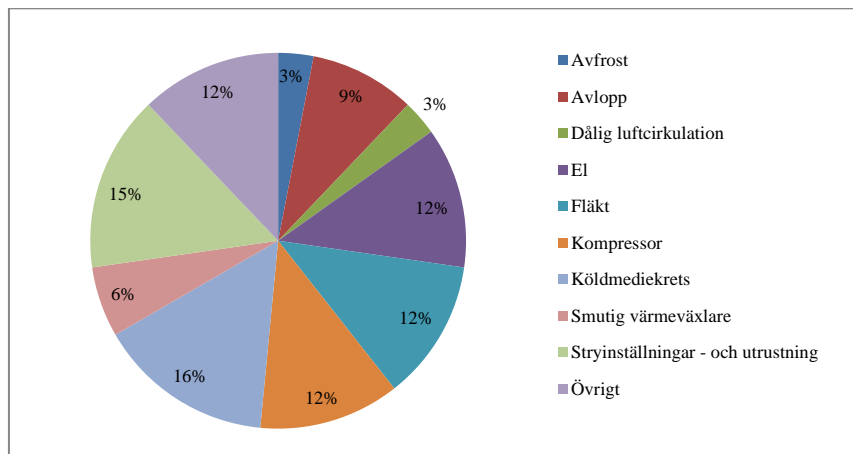
**Figur 9.** Fördelning av serviceåtgärder för feltypen avfrostning.

Kategorin *fläktar* innefattade samtliga fläktar oavsett om de satt i diskar, lagerrum eller kylmedelkylare och såväl motorer, lager som fläktblad. 49 % av problem med fläktar återfanns i diskar, 38 % i lagerrum och 13 % i kylmedelkylare, se Figur 10. I service rapporterna står det främst att fläkten var trasig och inte vad som vad trasigt på fläkten. Det var framförallt en butik som sa sig ha haft problem med fläktar, där nästan samtliga fläktar i diskar havererade samtidigt och behövdes bytas. Orsaken var dålig kvalitet på fläktarna.



**Figur 10.** *Fördelning av serviceåtgärder på olika objekt för feltypen fläktar.*

Alla problem med plug-in diskar bildade en egen feltyp oavsett vilket objekt i disken som felade. Plug-in diskar hamnade som den sjunde vanligaste feltypen och fördelningen av fel inom kategorin ses i Figur 11.



**Figur 11.** *Fördelning av serviceåtgärder inom feltypen plug-in disk.*

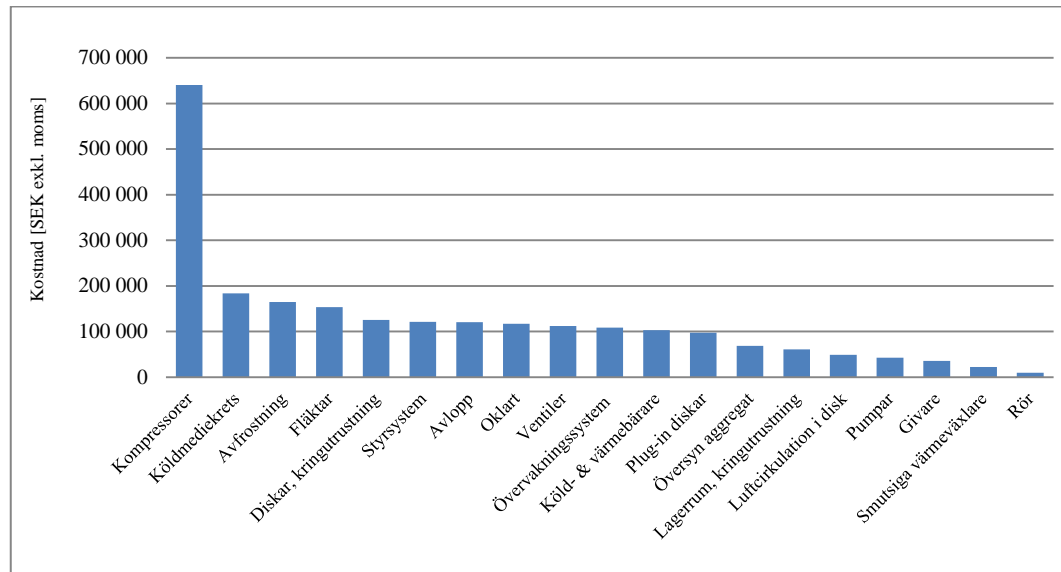
För en utförligare förklaring av vad som ingick i de olika feltyperna, se avsnitt 4.2. För sammanställning i tabellform av serviceåtgärder och fel för respektive feltyp samt procentuell fördelning av vanliga feltyper se Bilaga 2.

### 6.3 Fördelning kostnader

Total kostnad ( $K_t$ ) för respektive feltyp samt fördelning av direkta ( $K_d$ ) och indirekta ( $K_i$ ) kostnader presenteras i detta avsnitt, för att svara på vilka feltyper som var mest kostsamma.

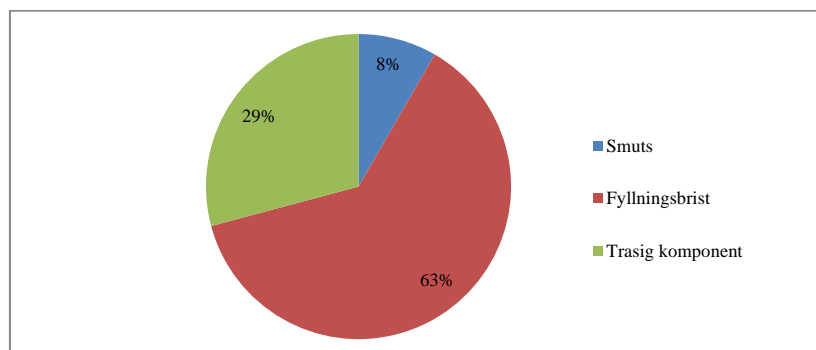
### 6.3.1 Kostsamma feltyper

Efter att vanliga feltyper var identifierade undersöktes vilka feltyper som var mest kostsamma. Det visade sig att den vanligaste feltypen, *kompressor*, även var den mest kostsamma, se Figur 12. Problem med köldmediekretsen (samtliga komponenter i kretsen förutom själva kompressorn) hamnade på andra plats och detta indikerar att själva kyltekniska processen var mest kostsam då det gäller fel hos kylsystem i livsmedelsbutiker. Medelkostnaden för feltyperna, total kostnad dividerat med antal feltyper, låg på ca 123 000 SEK.



Figur 12. Total kostnad för att åtgärda fel för respektive feltyp.

Problem med kompressor var i särklass den mest kostsamma feltypen och hade ca 30 % högre total kostnad för att avhjälpa fel jämfört med den näst dyraste feltypen. Tre kompressorhaverier fanns i det material som har behandlats och påverkade att totalsumman för feltypen *kompressorer* blev hög. Annars var det problem med olja och säkerhetsfunktioner som var kostsammast för feltypen *kompressorer*. För feltypen *köldmediekrets* var det främst brist på köldmedium som var kostsamt. Figur 13 visar att antal serviceåtgärder där fyllningsbrist av köldmedium åtgärdades och stod för 63 % av åtgärderna.



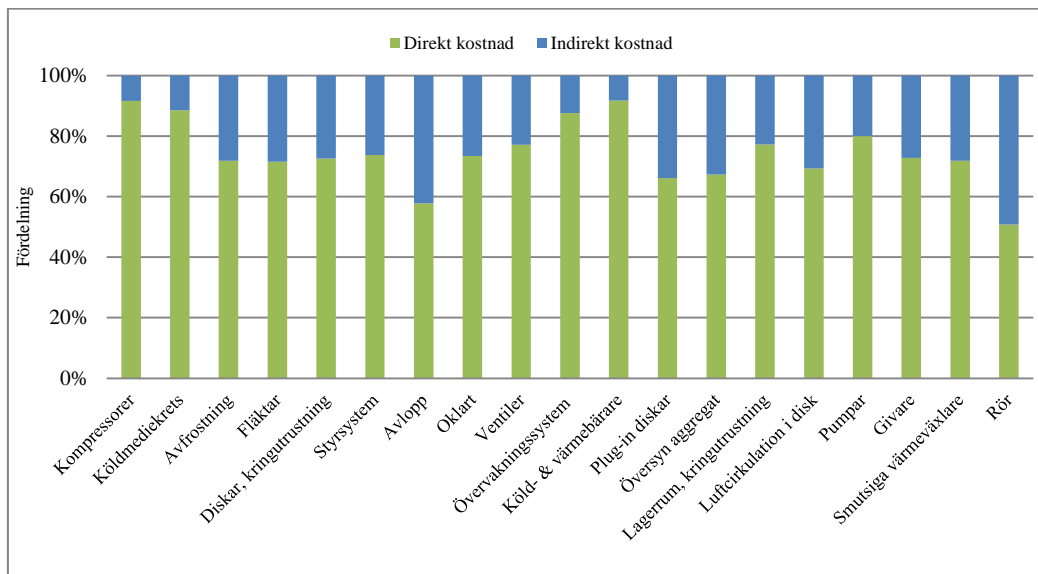
Figur 13. Fördelning av serviceåtgärder för feltypen köldmediekrets.

Problem med avfrostning och igenisning hamnade på tredje plats och fläktar på fjärde bland de mest kostsamma felen. Av dessa feltyper så inträffade 76 % av avfrostningsproblemen och 50 % av fläktproblemen i diskar.

För procentuell fördelning av total kostnad för de olika feltyperna, medelkostnad för en livsmedelsbutik samt en serviceåtgärd för respektive feltyp se Bilaga 3. För en utförligare förklaring av vad som ingick i de olika feltyperna, se avsnitt 4.2

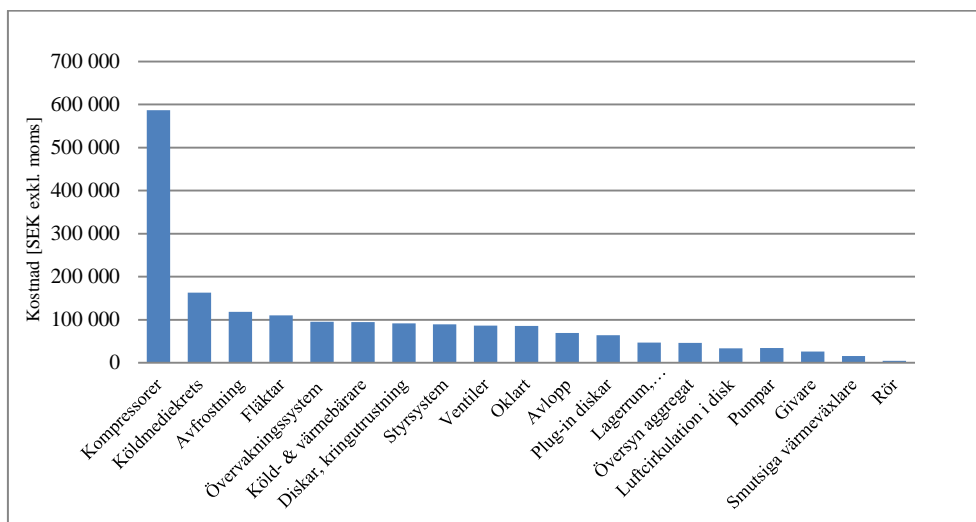
### 6.3.2 Fördelning mellan direkta och indirekta kostnader

Figur 14 visar andel direkt och indirekt kostnad av den totala kostnaden. Figuren visar att problem lokaliserade till köldmediekretsen med kompressorer till största delen var direkta kostnader. Då det gäller feltyper som kräver ingrepp i diskar, såsom exempelvis problem med stopp i avlopp så ökade andelen indirekta kostnader. Ingrepp i diskar kräver hantering av livsmedel då matvaror lastas ur diskarna för att kunna ta bort diskplåtar.



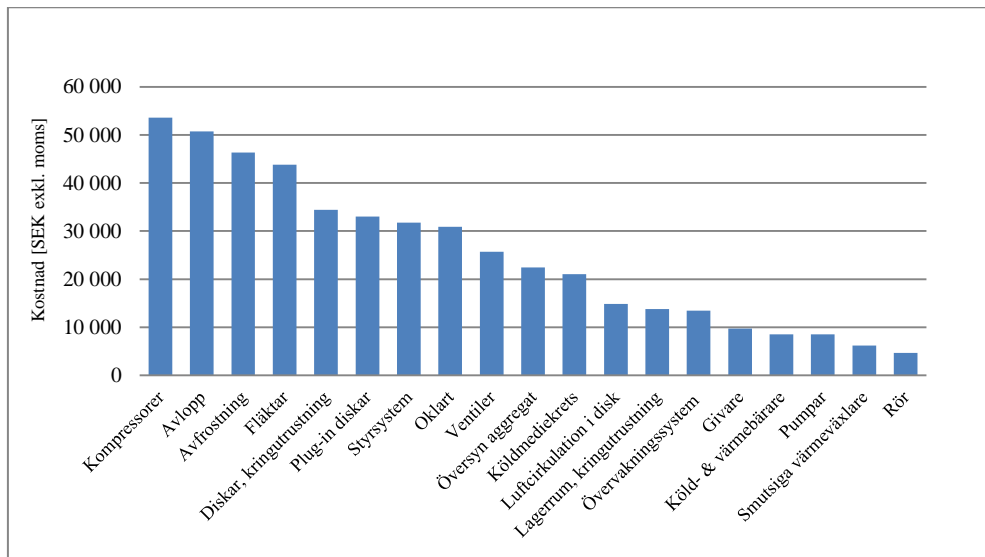
Figur 14. Fördelning av total kostnad i indirekt och direkt kostnad.

Figur 15 och Figur 16 visar istället de mest kostsamma feltyperna för de direkta respektive de indirekta kostnaderna. Feltypen *kompressor* toppade båda fallen, då det gäller indirekta kostnader främst för att *kompressorer* var den vanligaste feltypen. Direkt medelkostnad för feltyperna, direkt kostnad dividerat med antal feltyper, låg på ca 98 000 SEK.



Figur 15. Fördelning av direkt kostnad för att åtgärda fel per respektive feltyp.

Då det gäller de indirekta kostnaderna så toppar efter kompressorfel; stopp i avlopp, avfrostning och igenisning av diskar och lagerrum och problem med fläktar, se Figur 16. Detta visar på att fel som uppstår i diskar var mest kostsamma då det gäller indirekta kostnader. Indirekt medelkostnad för feltyperna, indirekt kostnad dividerat med antal feltyper, låg på ca 25 000 SEK.



**Figur 16.** Fördelning av indirekt kostnad för att åtgärda fel per respektive feltyp.

Möjligtvis är det missvisande att kompressorproblem även toppade listan för de mest kostsamma indirekta kostnaderna. De antagande som gjordes för indirekta kostnader, se avsnitt 5.2, resulterade i att den butik som hade flest problem inom feltypen *kompressorer* även hade dyrast indirekta kostnader per serviceåtgärd.

För att se Figur 15 och Figur 16 i hopslagna, se Figur 3:1 i Bilaga 3.

## 6.4 Känslighetsanalys av indirekta kostnader

Den största osäkerheten i undersökningen låg i de indirekta kostnaderna, då de var uppskattningar. Andelen indirekta kostnader var ca en femtedel av den totala kostnaden och motsvarade 473 000 SEK exklusive moms/år. Antaganden för indirekta kostnader försökte skattas i underkant, för att indikera en nedre gräns. En känslighetsanalys genomfördes för att undersöka vid vilken procentuell ökning av de indirekta kostnader som medförde att placeringen för de fem dyraste feltyperna ändrades, se Figur 12. För varje enskild serviceåtgärd multiplicerades de indirekta kostnaderna beskrivna i avsnitt 5.2 med en variabel procentsats ( $x$ ), se Ekvation 4, tills placeringen för de fem dyraste feltyperna förändrades.

$$K_i = x (K_{i,l} + K_{i,k} + K_{i,f}) \quad (4)$$

Det var först när de indirekta kostnaderna ökade med ca 43 % som placeringen av de fem dyraste feltyperna förändrades. Den totala kostnaden för att åtgärda fel under ett år blev då 2 476 000 SEK istället för 2 334 000 SEK och de indirekta kostnaderna stod för 23 % av totala kostnaden. Feltypen *avlopp* fick då en högre årlig total kostnad än feltypen *disk*, *kringutrustning* och hamnade på femte plats bland dyra fel. Runt en ökning på 93 % av de antagna indirekta kostnaderna gick den tredje mest kostsamma feltypen *avfrostning* om den näst dyraste feltypen *köldmediekrets*. De fem vanligaste feltyperna blev då: *kompressor*, *avfrostning*, *köldmediekrets*, *fläktar* och *avlopp* istället för *kompressor*,

*köldmediekrets, avfrostning, fläktar och disk, kringutrustning*. Med denna ökning av indirekta kostnader på 93 % blev den totala kostnaden 2 638 000 SEK och de indirekta kostnaderna stod för ca 29 % av den totala kostnaden.

En känslighetsanalys gjordes även för att se hur den totala årliga kostnaden för att åtgärda fel hos kylsystem för de undersökta butikerna skulle påverkas av en ökad andel indirekta kostnader. Här ökades hela den indirekta kostnaden för samtliga butiker med olika procenttal, se Tabell 16.

**Tabell 16.** *Känslighetsanalys av indirekta kostnader.*

Ökad indirekt kostnad	Indirekt kostnad [SEK]	Total kostnad [SEK]	Andel indirekt kostnad	Kostnad serviceåtgärd [SEK/åtgärd]
-25 %	355 000	2 216 000	16 %	4 500
25 %	592 000	2 453 000	24 %	5 000
50 %	710 000	2 571 000	28 %	5 200
100 %	947 000	2 808 000	34 %	6 000
200 %	1 420 000	3 281 000	43 %	6 700
0 %	473 000	2 334 000	20 %	4 700

Enligt känslighetsanalysen började de indirekta kostnaderna påverka resultatet nämnvärt först vid en ökning runt 50-100 %. Troligtvis var inte de indirekta kostnaderna underskattade till denna nivå, utan ett mer rimligt antagande är att verkliga indirekta kostnader låg inom ett spann mellan 0-50 % ökning enligt Tabell 16.

## 6.5 Resultat jämfört med arbetsgruppens erfarenhet

Det som lyftes på det inledande arbetsgruppsmötet, se kapitel 2, var att de främsta vanliga felen var igenfrysning och överlastning i kylmöbler, dåliga och felaktiga injusteringar, dålig rengöring av avlopp, problem med fuktigt klimat i butiker och problem i köldmediekretsen i form av överhettning, underkylning, fyllnadsmängd och krånglande kompressorer. Av dessa så var dåliga och felaktiga injusteringar svåra att identifiera i undersökningen, utan kan mer anses vara en felorsak.

De fel som denna undersökning identifierade som de vanligaste och mest kostsamma, återfinns i feltyperna *avlopp, avfrostning, köldmediekrets* och *kompressor*.

Arbetsgruppen lyfte även problem med påkörda påkörningsskydd och trasig isolering, trasiga lister och gardiner, som kan orsakas av oaktsamhet hos butikspersonal och kunder eller dålig kvalitet hos komponenterna. Dessa fel återfanns i kategorierna *disk, kringutrustning* och *lagerrum, kringutrustning* där diskar var det femte mest kostsamma felet, se Figur 12.

Då det gäller komponenter som byttes ut på grund att de var trasiga, så var det främst fläktar, säkringar, regulatorer, ventiler, givare, kringutrustning, pressostater och relä. Fläkthaverier, ventiler och påkörningsskydd nämndes som vanliga fel under arbetsgruppsmötet.

Högtemperatur i diskar listades som ett vanligt fel under mötet och detta återfanns i undersökningen i och med att *fel temperatur* i kylda- och frysta lagerrum och diskar var det vanligaste felsymptomet, se Figur 5.

Problem med kommunikation och kunskap lyftes också som en vanlig orsak till fel under mötet. Även detta var svårt att identifiera i undersökningen då det inte är ett fysiskt fel på själva kylsystemet utan är en orsak till att funktionsfel och skador uppstår. Intervjuerna indikerade dock att kommunikationsbrister finns mellan butikspersonal och servicetekniker, där de olika grupperna upplevde det svårt att sätta sig in i den andres arbete. Om ingen dokumentation förs är det svårt att överföra vad som felar i kylsystemen och vad som har åtgärdats. Detta gäller kommunikation både mellan grupperna och inom respektive gruppen.

## 7 Fel att gå vidare med

Resultatet av undersökningen var att feltypen *kompressorer* både var den vanligaste och dyraste typen av fel hos kylsystem i livsmedelsbutiker. Då det gäller dyra feltyper följs kategorin *kompressor* av feltyperna *köldmediekrets*, *avfrostning* och *fläktar*. Då det gäller vanliga feltyper hamnade *avlopp* på andra plats. De övriga vanligaste feltyperna återfanns bland de som redan nämnts vara de mest kostsamma. Sammanfattningsvis var de felen som hamnade bland de fem vanligaste och/eller mest kostsamma:

1. Kompressorer, drift utanför arbetsområdet
2. Köldmediekretsen, köldmedieläckage
3. Stopp i avlopp i diskar
4. Avfrostning av värmväxlare i diskar och igenisning
5. Fläktar i diskar

Samtliga av dessa fel kan återfanns bland de som nämndes under det arbetsgruppsmöte där vanliga fel listades, se kapitel 2.

Under ett arbetsgruppsmöte i maj 2012 stämde resultatet av för att avgöra vilka fel som ska tas vidare med till nästa steg. Nästa steg är att hitta åtgärder och underhållsprinciper för att kunna förebygga de vanligaste och mest kostsamma felen. Fläktar ströks eftersom arbetsgruppen sa att problem med fläktar har minskat. Det var mycket problem med dem på grund av klena motorer och fläktblad, men kvaliteten har förbättrats de senaste åren. Att arbeta med feltyperna *avlopp* och *avfrostning* i diskar leder även till att miljön för diskfläktar förbättras, då is och smuts kan orsaka fläkthaverier.

### 7.1 Kompressorer

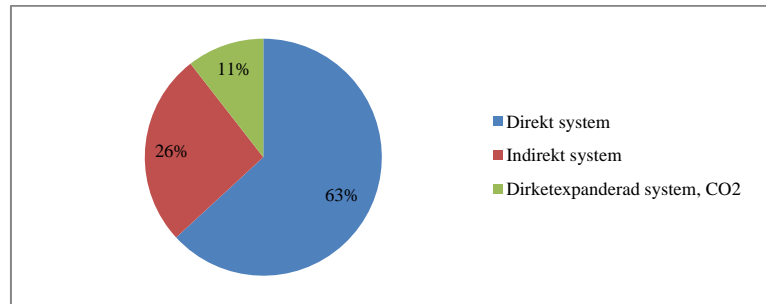
*Kompressorer* var den mest kostsamma feltypen och vars dyraste fel var haveri av själva kompressorn. De vanligaste felen inom kategorin var smörjning, trasig kringutrustning såsom av reläer, vakter och brytande övervakning, se Figur 7. Ett byte av en vakt eller ett relä är alltid dyrare än själva materialet. Påståendet att vanliga moderna kompressorer är driftsäkra gäller inte kringutrustning, då vanan att köpa till lågt pris har betytt att det finns flera olika kvalitetsnivåer av vakter och reläer. En fråga är hur kvalitetskrav på vakter och relä ska behandlas.

Om kompressorn går inom de av tillverkaren bestämda gränserna avseende tryck och temperaturer och dessutom inte startar alltför ofta kommer ändå ett antal kompressorer att haverera. Den årliga haverifrekvens för kompressorer på 3 %, som förkom i det undersökta materialet är troligen lite i överkant, men samtidigt var antalet undersökta butiker litet. En åtgärd för att minska problem för feltypen *kompressorer* är att säkerställa begränsning av driftsområde till det tillåtna driftområde, som tillverkare har definierat för kompressorn. En annan är att säkerställa oljenivån och oljekvaliteten så att inte kompressorer skär.

### 7.2 Köldmediekrets

För feltypen *köldmediekrets* var fyllningsbrist det vanligaste felet inom kategorin, se Figur 13. Inverkan av brist av köldmedium är sämre effektivitet, som till sist leder till driftstopp eller att kapaciteten inte räcker till för att hålla temperaturen i diskar och lagerrum. Figur 17 visar fördelning av antal serviceåtgärder för köldmediebrist mellan olika typer av system. Undersökt material var inte fullständigt för att kunna sammanställa

hur fördelningen såg ut mellan direkt, indirekt och direktexpanderade CO<sub>2</sub> system. I materialet framgick inte hur stor andel av systemen som var direkta, indirekta eller transkritiska CO<sub>2</sub> system.

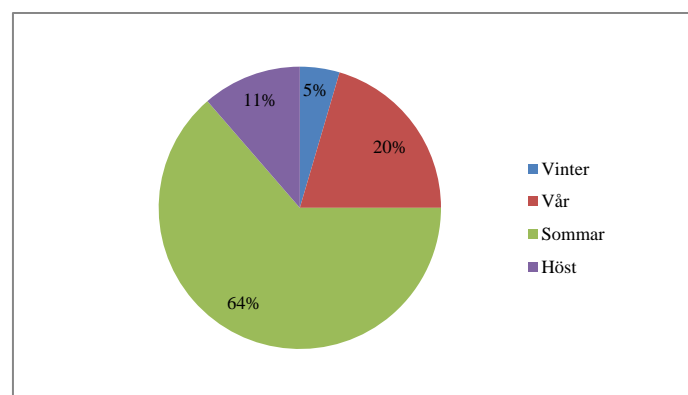


**Figur 17.** Fördelning av antal serviceåtgärder som innefattat köldmediebrist.

I service rapporterna framgick det inte alltid om köldmedium fylldes på som följd av ett läckage eller att en serviceåtgärder krävde att köldmedium tömdes. Anledningen till köldmediepåfyllning bör framgå i service rapporter för att veta omfattningen av läckage. Orsaken till köldmedieläckage ska undersökas och minimeras. Köldmediebrist innebär sämre effektivitet hos kyl- och frysaggregaten, som ökar elkostnader och kan leda till att kapaciteten inte räcker till för att hålla temperaturen i diskar och lagerrum. Att identifiera köldmediebrist och åtgärda felet så tidigt som möjligt minskar kylsystemets elanvändning.

### 7.3 Avfrostning

*Avfrostning* var den tredje mest kostsamma feltypen och innefattade problem med avfrostning och igenisningar av värmeväxlare och/eller diskar och lagerrum. Orsaker var att avfrostningsfunktionen inte fungerade eller att dräneringen inte kunde få bort kondensvattnet, som frös igen. Avfrostning styrs på tid eller behov och avfrostningsbehovet påverkas av fuktinnehållet i luften. Ett högre fuktinnehåll ger större utfällning av frost på värmeväxlare i diskar och lagerrum. Högst antal problem med avfrostningar uppstod under vår och sommar, se Figur 18. Vintertid är fukthalten lägre än sommartid, varmare luft kan hålla mer fukt och mer frost faller ut på värmeväxlaren.

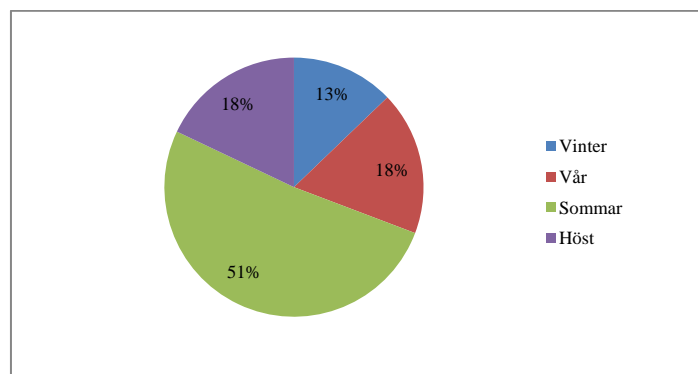


**Figur 18.** Fördelning av när på året problem med avfrostning och igenisning av uppstår.

Det kan finnas en tendens att servicepersonal ställer in längre tid mellan avfrostning vintertid. Om så är fallet måste detta korrigeras i takt med ökande fukt i butiken under vår och sommar. Hur mycket avfrostning som behövs måste bestämmas för varje installation. Om avfrostning stoppas på tid skall även den tiden vara rätt inställd.

## 7.4 Avlopp

Stopp i avlopp drabbade främst kyldiskar, med 68 % av antal serviceåtgärder och frysdiskar med 23 %, se Figur 8. Projektet kommer främst rikta in sig på diskar. Studeras när på året problem med stopp i avlopp uppstod, så skedde de främst på sommaren, se Figur 19.



**Figur 19.** *Fördelning av när på året stopp i avlopp i kyl- och frysdiskar uppstår.*

Troligen ansamlas smuts och damm på diskarnas värmväxlare under vintern, som följer med då avfrostningarna ökar med ökad fukt i luften under vår och sommar och täpper till avlopp. Att rengöra diskar skulle minska att smuts, mat, prislappar och dylikt orsakar stopp i avlopp. Rena värmväxlare skulle även medföra bättre värmeöverföringsförmåga. I vilken utsträckning och hur rengöring av diskar på verkar driften och antal stopp i avlopp önskas undersökas. I en sådan undersökning ska även kostnaden för att rengöra diskar ställas mot kostnaden för att åtgärda stopp i avlopp.

## 8 Diskussion

Studien byggde på fel som har uppstått i de fjorton undersökta livsmedelsbutikernas kylsystem under ett års tid och som har lett till åtgärd av serviceföretaget. Detta gjordes för att identifiera de fel som var vanliga och kostsamma för att kunna rekommendera förebyggande åtgärder för att minska kostnader för avhjälpande underhåll. Underlaget på fjorton butiker var litet och presenterar butiker som har kort avstånd till sitt serviceföretag och som är lokaliserade till södra delen av Sverige. Men resultatet stämde överens med erfarenheter hos representanter från branschen, såsom butikschefer, serviceföretag och företag som bygger och installerar kylsystem i livsmedelsbutiker.

Denna studie fokuserade på var i livsmedelsbutikers kylsystem åtgärder gjordes för att avhjälpa fel, samt var i systemet och hur ett fel yttrade sig. Platsen där ett fel åtgärdades är inte alltid det samma som platsen för felorsaken, vilket innebär att det inte alltid är felkällan som åtgärdas. En servicetekniker för en av de undersökta butikerna intervjuades för att förstå felorsaken till de inträffade felen. Teknikern nämnde att överlag är felorsaken okänd för uppskattningsvis en tredjedel av felen. Om tiden för felsökning, och åtkomsten till samtliga objekt och komponenter var obegränsad i kombination med historik och stor teknisk kunskap och bra butikskännedom hade denna okända andel gått mot noll. Välorganiserad dokumentation och kommunikation hade minskat både andel okända felorsaker och antal fel.

Det vanligaste symptomet på ett fel som resulterar i en serviceåtgärd var att kyl- och frysdiskar samt lagerrum inte upprätthåller rätt temperatur, vilket motsvarade ca 40 % av antal serviceåtgärder. Huvudsyftet med kylsystemen är att lagra livsmedel vid krävd temperatur och fel temperatur innebär att krävd funktion inte upprätthålls. Detta kan liknas vid stopp i produktionen hos kylsystemet. Felsymptomet att övervakningssystem larmar kom på andra plats med ca 20 %. Denna kategori innehöll både faktiska larm hos systemen och problem med själva övervakningssystemen, dock inte de larm som var kopplade till temperatur i diskar och lagerrum. Det är viktigt att övervakningssystemet är ett stöd och att inte systemet larmar så mycket att servicetekniker och butikspersonal slutar åtgärda och kvittera larmen. Här krävs arbete med att klassificera larm och sätta nivågränser, så att den som övervakar kan prioritera och inte dränks av informationsflödet. På fjärde plats med 8 % återfanns felsymptomet att det rinner eller droppar vatten, som ofta är ett resultat av stopp i avlopp i diskar. En sak som påpekades under arbetsgruppsmötet i maj 2012 var att servicetekniker och butikspersonal prioriterar felsymptom olika. Vattenläckage, som gör att vatten rinner ut på butiksgolv prioriteras högre hos butikspersonalen än hos servicetekniker. Vatten på golvet kan göra att en kund ramlar och gör sig illa. Serviceteknikern prioriterar den övergripande funktionen hos kylsystemet, medans butikspersonalens främst ser till temperaturen i diskar och lagerrum samt att vattenläckage på butiksgolvet åtgärdas.

De dyraste feltyperna återfanns i själva köldmediekretsen, som problem med smörjning av kompressorer, larm från säkerhetsfunktioner, trasiga komponenter och köldmediebrist. Problem med kompressorer var mer ett resultat på ogynnsamma driftförhållanden än dålig kvalitet på hos kompressorn. Att indikera att ogynnsamma förhållanden föreligger och åtgärda det innan fel uppstår är ett sätt att minska problemen. För köldmedieläckage är det intressant att veta vilka system som läcker mest, men för att svara på den frågan behövs en ytterligare studie göras. I denna undersökning, som endast omfattade fjorton butiker, gjordes ca 60 % av antal serviceåtgärder för köldmedieläckage i indirekta system och ca 25 % i direkta. Övriga vanliga och kostsamma fel var främst kopplade till problem med avfrostning, smuts och igenisning av diskar. Rengöring av diskar och översyn av avfrostningsfunktioner kan vara åtgärder för att förebygga dessa fel. Hos dessa fel var bidraget från indirekta kostnader större än för fel i köldmediekretsen.

80 % av den totala kostnaden stod direkta kostnader för och de var kopplade till de summor som återfanns i fakturor eller rapporter från servicefirmor. De övriga 20 % stod de indirekta kostnaderna för och för dessa kostnader förs ingen statistik eller bokföring på. Indirekta kostnader påverkar också omkostnader för att åtgärda fel. Butikerna vet överlag vilka objekt som det är problem med och som det läggs mest arbetstid på, men med faktiska värden på kostnader är det lättare att avgöra var det är lönsamt att sätta in åtgärder.

En fråga som lyftes under ett arbetsgruppsmöte var diskarnas utformning då det gäller att kunna skylta med varor. Medveten överlastning i livsmedelsbutiker sker för att det ökar försäljningen, även om butikspersonal vet att det försämrar kyl- och frysegenskaper i diskar då luftströmmar förhindras. Om man drar det till sin spets så är kylmöbler feldesignade om de inte kan möta både butikens behov med att både exponera matvaror på önskat sätt och upprätthålla temperaturen på de kylda och frysta varorna. En annan aspekt då det gäller kylmöblernas konstruktion är möjligheten att utföra service på dem. Ingrepp i diskar där plåtar måste tas bort kräver att matvarorna plockas ur. Det är tidskrävande och med andra ord kostsamt. Frågan är om kylmöblerna kan utrustas med serviceluckor eller på annat sätt för underlätta service. Vissa diskar upplevs som i princip omöjliga att ta bort plåtar på och ännu svårare att få ihop dem på rätt sätt, enligt de intervjuade personerna och arbetsgruppen.

Ett annat problem som lyftes av arbetsgruppen var att serviceteknikern som kommer till butiken måste behärska många teknikområden, såsom kylteknik, styr och regler, VVS och ellära. Det ställer stora kompetenskrav på serviceteknikern och samtidigt är det svårt att locka nya till branschen. Serviceteknikerna ska även hänga med i teknikutvecklingen och förstå en uppsjö av komponenter av olika fabrikat, som är mer eller mindre användarvänliga. Bra dokumentation i form av ritningar, manualer, funktionsbeskrivningar, kontaktuppgifter till leverantörer, underhållscheman och historik skulle underlätta detta arbete. Vidare underlättar bra uppmärkning av objekt och komponenter både dokumentation och kommunikation mellan butikspersonal och olika tekniker sinsemellan. Uppmärkning och dokumentation möjliggör att kunna föra statistik på olika objekt och komponenter där man kan följa upp felfrekvens och kostnader.

## **8.1 Riskbedömningar för driften av kylsystem i livsmedelsbutiker**

Riskbedömningar är en annan viktig aspekt att ta hänsyn till i sitt underhållsarbete, dvs. riskbedömningar om vad det innebär och kostar om olika objekt och komponenter havererar i kylsystemen. Genom att klassificera de olika komponenterna i kylsystemet utefter vilken betydelse de har för driften, arbetar man aktivt med att organisera sitt underhåll. De komponenter som är avgörande för att upprätthålla systemets kyl- och frysfunktioner är viktigare att ha förebyggande åtgärder för än de komponenter som kan falla bort utan att livsmedel förstörs av bristande kyla. Exempelvis kan A-komponenter vara nödvändiga för att upprätthålla rätt lagertemperatur för livsmedel, B-komponenter kan det finnas ersättning till om de havererar och om C-komponenter havererar kan krävd temperatur ändå upprätthållas. Att rikta insatser efter utfall av riskbedömningarna, är ett sätt att bygga bort de fel i systemen som ger allvarligaste konsekvenser om de uppstår.

De undersökta butikerna arbetade inte aktivt med riskbedömningar och klassificering av komponenter. Ett mer systematiskt arbete med riskbedömningar och statistik på fel, åtgärder och kostnader skulle förenkla besluten om var förebyggande och var avhjälpande åtgärder bör läggas. Ett sådant systematiskt underhållsarbete tar tid och resurser i anspråk,

som ska betala tillbaka sig genom färre haverier, funktionsstopp och ett mer energieffektivt kylsystem.

## 8.2 Osäkerheter i studien

Studien bygger endast på fjorton butiker placerade i städer från Stockholm i norr till Malmö i söder. Butiker som avviker får större genomslagskraft än vad de skulle få i ett större urval av butiker. I norra Sverige är det möjligt att resultatet skulle se annorlunda ut då större avstånd kan göra att antalet besök i butiker är lägre, men kostnaden för besöken ökar. Detta för att det kostar mer att åka tillbaka till butiken på grund av långa avstånd, än det gör att stanna kvar och lägga mer tid på åtgärder.

En osäkerhetsfaktor för resultatet var de antagande som gjordes där information av kostnader saknades, se kapitel 5. Antagandena bygger på uppskattningar hos de intervjuade och kostnader för liknande arbete som var kända hos andra företag. Överlag var antagandena gjorda i underkant och kostnaderna som redovisas i resultatet borde inte vara överskattade. De fjorton undersökta butikerna har max 20 km till sitt serviceföretag. På landsbygden ökar avståndet, om inte serviceföretagets finns på orten och bidraget från resekostnader till den totala kostnaden ökar.

Till den totala kostnaden ska kostnad för ökad elanvändning läggas på. Exempelvis sänker ogynnsamma driftförhållanden kompressorns verkningsgrad och ökar elbehovet. Att temperaturgivare som styr och reglerar inte mäter fel är av vikt för att upprätthålla krävd temperatur och att givarna inte indikerar ett större kylbehov i diskar och lagerrum än vad som behövs. Siffror på elanvändning hos de undersökta kylsystemen fanns inte tillgängliga och kunde inte identifieras i de undersökta butikerna. Det är även svårt att avgöra om ett ökat elbehov tyder på ökad last i diskar och lagerrum eller försämrad funktion i kylsystemen. Vidare så måste man veta anläggningarnas kapacitet vid igångkörning för att veta om systemet försämras. Driftkort där olika driftsförhållande fylls i vid igångkörningen är ett sätt att dokumentera anläggningens effektivitet och verifierar även ifall projekterad kapacitet är installerad. Om kostnader för ökad elanvändning på grund av dåligt fungerande kylsystem kunde läggas till den totala kostnaden, hade större ram funnits för vilka för fel som är ekonomiskt lönsamma att förebygga istället för att avhjälpa då de uppstår.

En annan osäkerhet i resultatet var de tolkningar som har gjorts av servicereporterna. Vissa servicereporter var väldigt kortfattade medans andra nästan kan liknas vid noveller. Informationen och artbeskrivningarna var väldigt varierande då det gäller tydlighet om vad som var felet, vad som blev åtgärdat och om faktisk felorsak var känd eller inte. Servicereporter kan utformas på ett sätt som gör det enklare och tydligare att överföra information och att underlätta uppföljning. Då det gäller benämning av objekt i servicereporter kan de överlag blir tydligare genom att använda objektnamn.

## 9 Slutsatser

Studien omfattade fjorton livsmedelbutiker lokaliserade i storstadsregioner i Sverige och genomfördes hösten 2011 till våren 2012. Totalt utförde butikernas olika kontrakterade serviceföretag 493 serviceåtgärder under ett år, för att avhjälpa fel som uppstod i de undersökta butikernas kylsystem. Den totala kostnaden för dessa serviceåtgärder var 2 334 000 SEK exklusive moms i direkta och indirekta kostnader under det undersökta året. Direkta kostnader omfattade det arbete och material som fakturerades av serviceföretagen. Indirekta kostnader omfattade arbetstid för butikspersonal, förlorad försäljning och kassation av matvaror, som uppstår till följd av fel på livsmedelskylsystemen.

### 9.1 En livsmedelsbutiks årliga kostnad för att åtgärda fel i kylsystem

För de fjorton undersökta livsmedelsbutikernas låg den årliga kostnad för fel som uppstår i kylsystemen i medel på 167 000 SEK exkl. moms per butik, i direkta och indirekta kostnader. Ca 20 % av den totala kostnaden stod de indirekta kostnaderna för. Butikerna delades upp i fyra kategorier baserat på butikstorlek och medelkostnaden för respektive butikstorlek var 117 000 SEK/år för närbutiker, 149 000 SEK/år för mellanbutiker, 201 000 SEK/år för storbutiker och 209 000 SEK/år för stormarknader. Om antalet besök av serviceföretag under det undersökta året fördelades mellan de fjorton butikerna, fick varje butik i genomsnitt ett servicebesök var 12:e dag till en kostnad på 5 500 SEK/besök exkl. moms.

### 9.2 De vanligaste typerna av fel i livsmedelskylsystem

De tre vanligaste orsakerna i studien till varför ett serviceföretag frågades om hjälp vid fel på kylsystem var:

1. Kyl- och frysdiskar samt kyl- och fryslagerrum inte höll önskad temperatur (38 % av antal serviceåtgärder).
2. Kylsystemen gav andra larm, utöver temperaturlarm i diskar och lagerrum, eller att säkerhets- och övervakningsutrustning krånglade (20 % av antal serviceåtgärder).
3. Objekt hade havererat eller kunde inte starta (15 % av antal serviceåtgärder).

De tre vanligaste typerna av fel på kylsystem i studien var:

1. Kompressorer, som omfattade problem med olja och smörjning, elfel, trasiga komponenter och olika säkerhetslarm (13 % av antal serviceåtgärder).
2. Stopp i avlopp i kyl- och frysdiskar samt kyl- och fryslagerrum (9 % av antal serviceåtgärder).
3. Problem med avfrostning av värmväxlare (kylbatteri) i diskar och lagerrum och igenisning av kyl- och frysdiskar (9 % av antal serviceåtgärder).

### **9.3 De mest kostsamma typerna av fel i livsmedelskylsystem**

Studien påvisade att de mest kostsamma typerna av fel är de som åtgärdades i den kyltekniska processen, dvs. i köldmediekretsen och där problem kring kompressorn och dess drift var mest kostsam.

De tre mest kostsamma typerna av fel var:

1. Kompressorer, som omfattade problem med olja och smörjning, elfel, trasiga komponenter och olika säkerhetslarm (27 % av butikernas totala årliga kostnad).
2. Köldmediekrets, som omfattade problem med samtliga komponenter i kretsen, förutom själva kompressorn, samt köldmediebrist (8 % av butikernas totala årliga kostnad).
3. Problem med avfrostning av värmväxlare (kylbatteri) i diskar och lagerrum och igenisning av kyl- och frysdiskar (7 % av butikernas totala årliga kostnad).

Ett mer systematiskt arbete med riskbedömningar och statistik på fel, åtgärder och kostnader skulle förenkla besluten om var förebyggande och var avhjälpande åtgärder bör läggas.

Åtgärdsförslag för att minska antalet fel på och/eller kostnader för kylsystem i livsmedelsbutiker behandlas i nästa steg i projektet. I denna studie kunde inte ökande energikostnaderna som uppstår till följd av fel identifieras, då ingen separat elmätning för kylsystemen fanns i butikerna. Separat energimätning ger både indikation på om kylsystemets elanvändning avviker från det normala och ger bättre underlag till vad för underhållsåtgärder som ska göras för att hålla nere driftskostnader för kylsystemen.

## Referenser

- [1] Rolfman L., Larsson, K., 2014, *Drift och underhåll av kyl- och värmepumpssystem, Arbetsrapport 1 – Underhåll och underhållsprinciper i processindustrin*, SP Arbetsrapport 2014:2014:11, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, Borås, Sverige
- [2] Rolfman L., Larsson, K., 2014, *Drift och underhåll av kyl- och värmepumpssystem, Slutrapport 1 – Drift och underhållsprinciper tillämpbara för kylsystem i livsmedelsbutiker*, SP Rapport 2014:2014:39, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, Borås, Sverige

## Bilaga 1 – Antal fel, besök och serviceåtgärder för de olika butiksstorlekarna

Tabellerna 1:1 till 1:3 visar antal besök, fel och serviceåtgärder för de olika butiksstorlek

**Tabell 1:1. Jämförelse av besök för de olika butiksstorlekarna.**

<i>Storlek på butik</i>	<i>Antal butiker</i>	<i>Antal besök</i>	<i>Medel antal besök</i>
Närbutik	4	85	21,3
Mellanbutik	3	62	20,7
Storbutik	6	240	40,0
Stormarknad	1	41	41,0
Samtliga butiker	14	428	30,6

**Tabell 1:2. Jämförelse av fel för de olika butiksstorlekarna.**

<i>Storlek på butik</i>	<i>Antal butiker</i>	<i>Antal fel</i>	<i>Medel antal fel</i>
Närbutik	4	68	17,0
Mellanbutik	3	44	14,7
Storbutik	6	222	37,0
Stormarknad	1	38	38,0
Samtliga butiker	14	372	26,6

**Tabell 1:3. Jämförelse av serviceåtgärder för de olika butiksstorlekarna**

<i>Storlek på butik</i>	<i>Antal butiker</i>	<i>Antal serviceåtgärder</i>	<i>Medel antal serviceåtgärder</i>
Närbutik	4	91	22,8
Mellanbutik	3	64	21,3
Storbutik	6	289	48,2
Stormarknad	1	49	49,0
Samtliga butiker	14	493	35,2

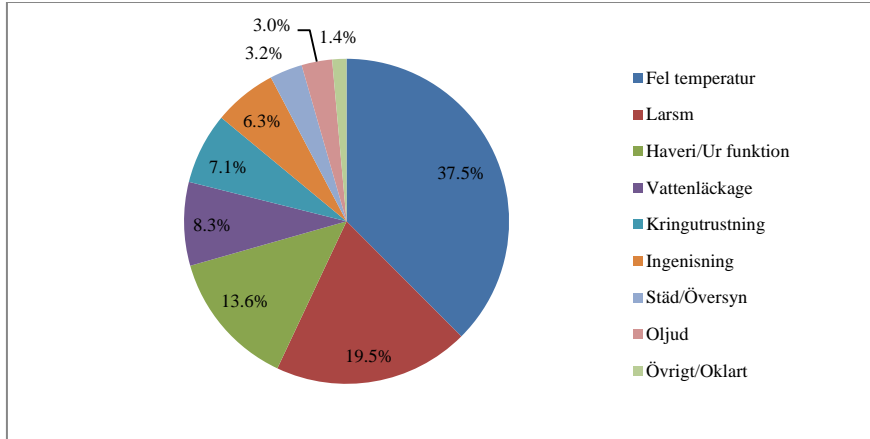
Tabell 1:4 presenterar kostnader för att åtgärda fel hos de undersökta livsmedelsbutikerna fördelat mellan direkt och indirekt kostnad.

**Tabell 1:4.** Årlig direkt och indirekt kostnad för de olika livsmedelsbutikerna

<i>Butik</i>	<i>Storlek på butik</i>	<i>Direkt kostnad [SEK exkl. moms]</i>	<i>Indirekt kostnad [SEK exkl. moms]</i>	<i>Andel direkt kostnad [%]</i>
A	Närbutik	36 000	26 000	59
B	Storbutik	158 000	47 000	77
C	Närbutik	63 000	45 000	59
D	Mellanbutik	152 000	16 000	91
E	Stormarknad	167 000	42 000	80
F	Storbutik	162 000	43 000	79
G	Storbutik	252 000	47 000	84
H	Mellanbutik	28 000	12 000	70
I	Storbutik	157 000	38 000	81
J	Närbutik	82 000	38 000	69
K	Storbutik	107 000	41 000	72
L	Närbutik	168 000	12 000	94
M	Mellanbutik	214 000	27 000	89
N	Storbutik	114 000	43 000	73
Medel		133 000	34 000	80

## Bilaga 2 – Vanliga fel

Denna bilaga presenterar vanliga fel utefter felsymptom och feltyper. Figur 2:1 visar procentuell fördelning av de olika felsymptomskategorierna.



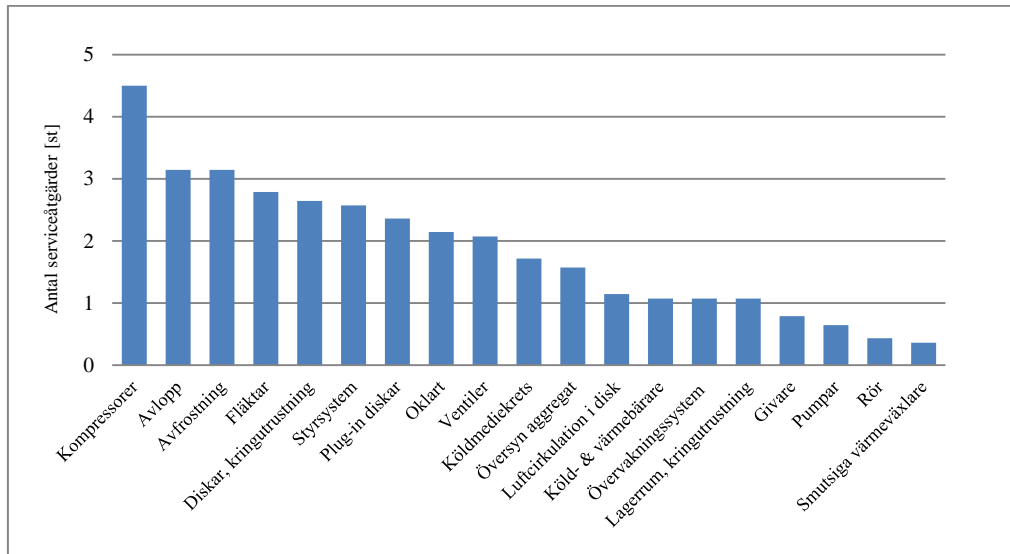
Figur 2:1. Procentuell fördelning av felsymptom.

Tabell 2:1 visar fel och serviceåtgärder för respektive feltyp i de undersökta livsmedelsbutikerna under ett år. Det är först på femte placeringen som listorna skiljer sig åt. Feltypen *plug-in diskar* hamnade på femte plats på listan med antal fel och i motsvarande lista för antal serviceåtgärder hamnade *diskar, kringutrustning* på femte plats. Kategorin antal besök användes enbart för att undersöka hur ofta livsmedelsbutikerna hade ett besök av servicetekniker.

Tabell 2:1. Listning av feltyper utefter antal fel och antal serviceåtgärder

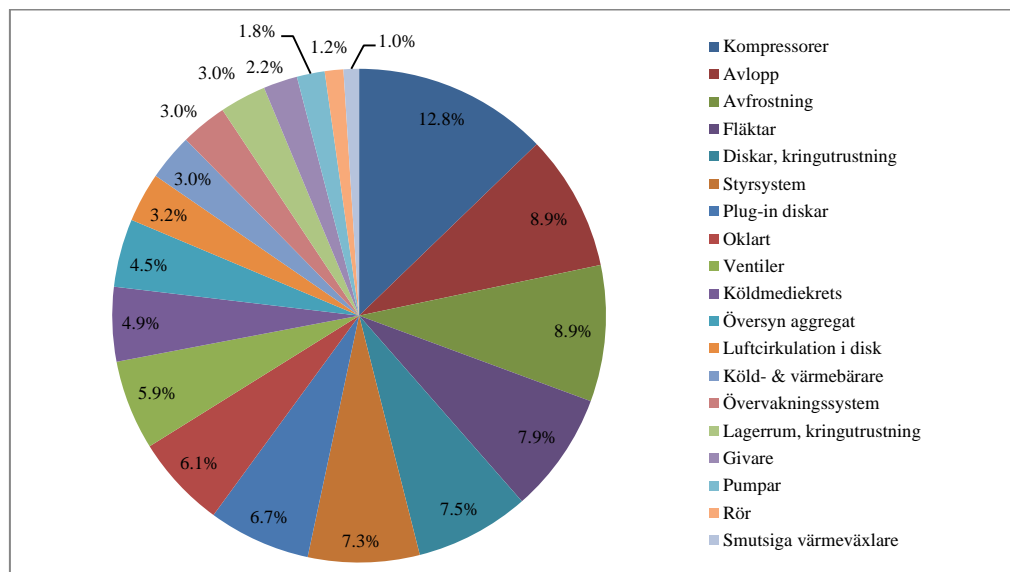
Feltyper	Antal fel (A <sub>f</sub> )	Feltyper	Antal serviceåtgärder (A <sub>s</sub> )
1. Kompressorer	41	1. Kompressorer	63
2. Avlopp	37	2. Avlopp	44
3. Avfrostning	37	3. Avfrostning	44
4. Fläktar	31	4. Fläktar	39
5. Plug-in diskar	27	5. Diskar, kringutrustning	37
6. Diskar, kringutrustning	26	6. Styrssystem	36
7. Styrssystem	25	7. Plug-in diskar	33
8. Oklart	22	8. Oklart	30
9. Översyn av aggregat	20	9. Ventiler	29
10. Ventiler	18	10. Köldmediekrets	24
11. Köldmediekrets	17	11. Översyn aggregat	22
12. Luftcirkulation i diskar	14	12. Luftcirkulation i disk	16
13. Lagerrum, kringutrustning	14	13. Köld- & värmebärare	15
14. Övervakningssystem	12	14. Övervakningssystem	15
15. Givare	10	15. Lagerrum, kringutrustning	15
16. Pumpar	7	16. Givare	11
17. Köld- & värmebärare	6	17. Pumpar	9
18. Smutsiga värmväxlare	4	18. Rör	6
19. Rör	4	19. Smutsiga värmväxlare	5

Figur 2:2 indikerar antal serviceåtgärder en livsmedelsbutik har i medel under ett år för att åtgärda fel i kylsystemen. Totalt antal serviceåtgärder för respektive feltyp dividerades med antal butiker i undersökning.



**Figur 2:2.** Medelantal serviceåtgärder för att åtgärda fel i kylsystemen under ett år i en butik.

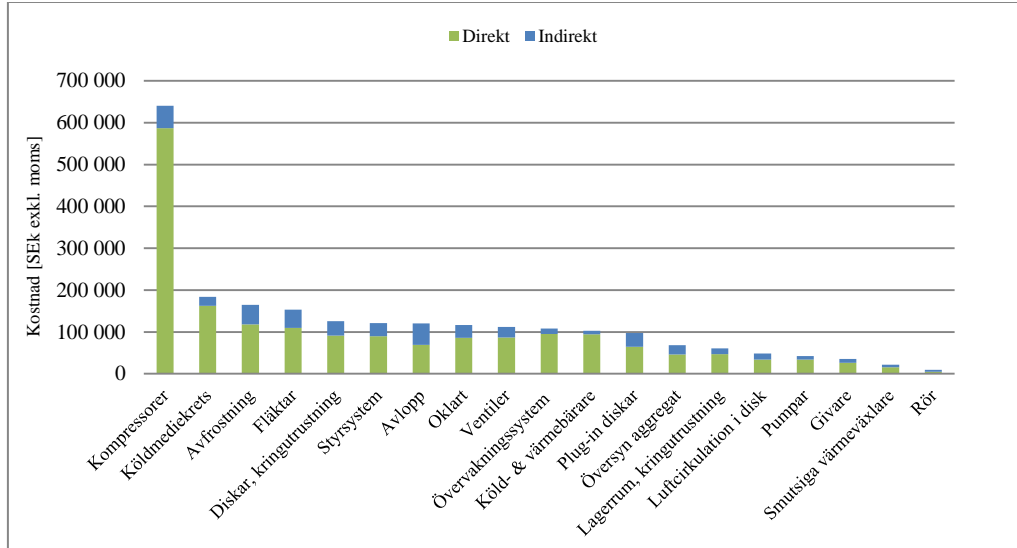
Figur 2:3 visar en procentuell fördelning av totalt antal serviceåtgärder mellan de olika feltyperna. De fem vanligaste feltyperna stod för ca 45 % av totalt antal serviceåtgärder.



**Figur 2:3.** Procentuell fördelning av totalt antal serviceåtgärder mellan de olika feltyperna.

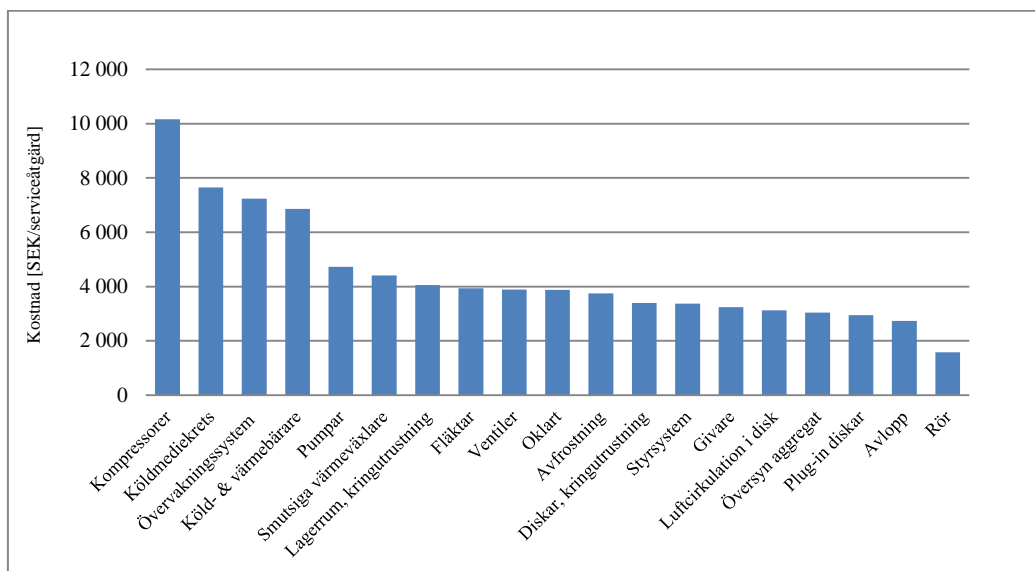
## Bilaga 3 – Kostnader för feltyper

Figur 3:1 presenterar fördelning av direkt och indirekt kostnad i SEK (istället för i procent som i Figur 14) för de olika feltyperna.



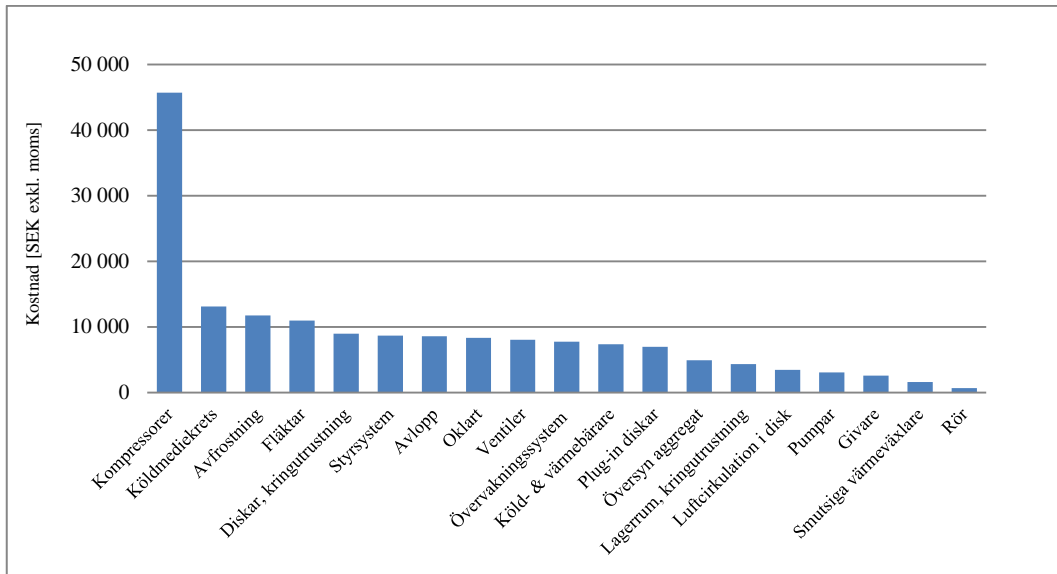
Figur 3:1. Fördelning av kostnad mellan direkt och indirekt kostnad för respektive feltyp.

Figur 3:2 visar medelkostnad för en serviceåtgärd för de olika feltyperna. Total kostnad för respektive feltyp dividerades med totalt antal serviceåtgärder för feltypen. De två första feltyperna var samma som för de feltyperna med högst total kostnad under ett år, jämför med Figur 12. Serviceåtgärder för feltypen *övervakningssystem* var den tredje dyraste enligt Figur 3:2. *Köld- och värmebärare* blev den fjärde dyraste och beror på att en av butikerna hade problem med sin köldbärare och fick konvertera köldbärarsystem vilket var ett kostsamt ingrepp.



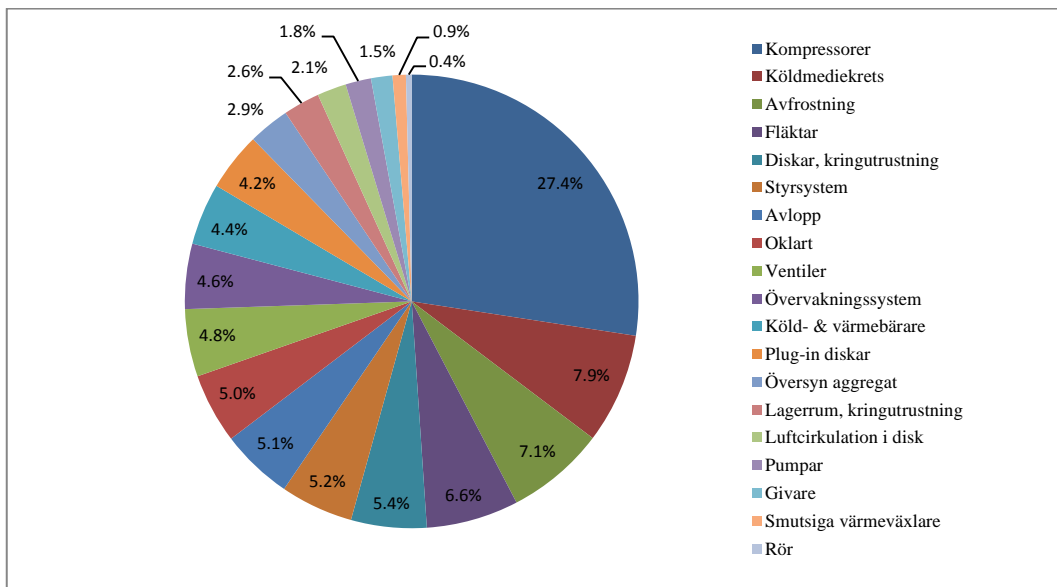
Figur 3:2. Medelkostnad för en serviceåtgärd för respektive feltyp.

Figur 3:3 indikerar den kostnad de undersökta livsmedelsbutikerna hade i medel under ett år för att åtgärda fel för de olika feltyperna. Total kostnad för respektive feltyp dividerades med antal butiker i undersökning.



**Figur 3:3.** Medelkostnad för en butik att åtgärda fel som uppstår i kylsystemen under ett år.

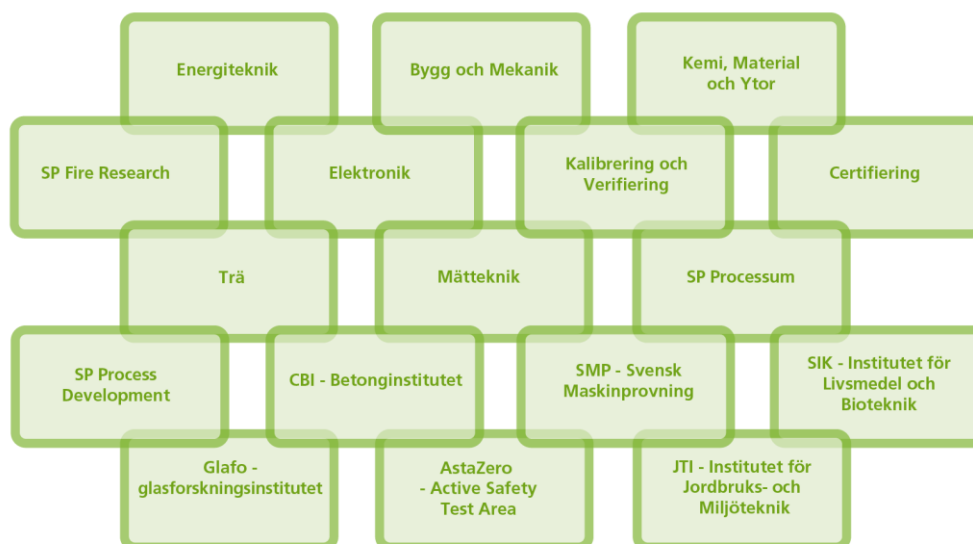
Figur 3:4 visar procentuell fördelning av total kostnad för de olika feltyperna. De fem dyraste feltyperna stod för ca 54 % av kostnaderna.



**Figur 3:4.** Procentuell fördelning av total kostnad mellan de olika feltyperna

### SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Vi arbetar med innovation och värdeskapande teknikutveckling. Genom att vi har Sveriges bredaste och mest kvalificerade resurser för teknisk utvärdering, mätteknik, forskning och utveckling har vi stor betydelse för näringslivets konkurrenskraft och hållbara utveckling. Vår forskning sker i nära samarbete med universitet och högskolor och bland våra cirka 10000 kunder finns allt från nytänkande småföretag till internationella koncerner.



### SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Box 857, 501 15 BORÅS

Telefon: 010-516 50 00, Telefax: 033-13 55 02

E-post: [info@sp.se](mailto:info@sp.se), Internet: [www.sp.se](http://www.sp.se)

[www.sp.se](http://www.sp.se)

Mer information om SP:s publikationer: [www.sp.se/publ](http://www.sp.se/publ)

Energiteknik

SP Arbetsrapport 2014:2014:12

ISBN

ISSN 0284-5172