

# Tvättning av batterier i kyl- och frysmöbler

*Behovet av att rengöra kyl- och frysmöbler har varit föremål för en BeLivs-studie, där man fokuserat på lönsamheten i att tvätta diskarnas batterier. Direkta och indirekta nyttor har analyserats tillsammans med serviceföretag och butiksägare.*

■ I livsmedelsbutiker används kyl- och frysmöbler (kyl- och frysdiskar) för att lagra matvaror vid krävd temperatur och samtidigt för att exponera matvarorna för att sälja dem till kunder. I kyl- och frysmöblerna sitter värmeväxlare (kylbatteri), som kyler luften i disken för att upprätthålla rätt lagringstemperatur för matvarorna. Det är väl känt att smuts och damm dras in i kylbatterier under drift och även att matvarupaket ibland går sönder så att innehållet rinner ner i disken. Däremot är det okänt hur denna försmutsning av kyl- och frysmöbler påverkar deras funktionsduglighet och energibehov. Försmutsning kan orsaka effektivitetsförsämring i diskens kylbatteri, minskat luftflöde och igensättning av avlopp. Det i sin tur kan leda till ett förhöjt energibehov för att kyla luften i disken som medför ökade elkostnader. Det kan även leda till förstörda matvaror på grund av bristfällig kyla och att diskens avlopp sätts igen med vattenläckage på butiksgolv som följd.

Överlag sker ingen regelbunden rengöring av kyl- och frysdiskars kylbatterier i Sverige idag och frågan är vad det kostar att inte tvätta dem. Detta projekt syftar till att ge en ökad kunskap om vad försmutsning av kylbatterier innebär och beskriva vad det kostar att inte rengöra i form av ökade drift- och underhållskostnader. Genom att i fält mäta lufttemperaturer i kyl- och frysmöbler samt köldbärartemperatur till och från disken före tvätt, utföra tvättning av disken samt mäta efter tvätt var målet att kunna svara på frågan vad det kostar att inte tvätta kyl- och frysmöbler. De kostnader det innebär att rengöra, så som att hyra in tvättföretag och den insats butikspersonal gör i samband med tvätt, ska vägas mot kostnader att inte rengöra, så som ökat energibehov, kassation av förstörda varor och omkostnader för att rengöra avlopp.

I studien utfördes fältmätningar i tre olika butiker i södra Västra Götaland under februari till maj 2013. Totalt ingick fem vertikala kylskåp och två frysgondoler. Fullständig tvätt genomfördes i tre av kylskåpen och i en frysgondol. Övriga kyl- och frysdiskar ansågs för rena för att en fullständig tvättning skulle göra någon skillnad.

Syftet med projektet var att svara på frågan vad det kostar att inte tvätta batterier i kyl- och frysdiskar. Försmutsningen gäller framförallt öppna flerplanskylar och frysgondoler som saknar dörrar och/eller lock.

Målgruppen för studien var både livsmedelsbutiker och serviceföretag, som underhåller kylsystem för livsmedel i butiker. Projektets mål var att ge en ökad kunskap och kännedom om vad försmutsning av kyl- och frysmöbler innebär och vilka omkostnader det medför. Kostnaderna kan utgöras av:

ökat kylbehov på grund av försämrad värmeöverföringsförmåga hos batterien och försämrat luftflöde ökad kassation av matvaror på grund av att krävd temperatur inte upprätthålls på grund av försämrad kylkapacitet i och med försmutsning igensättning av avlopp på grund av försmutsning

## Avgränsningar i studien

Studien omfattade inte tvättning av samtliga kyl- och frysdiskar i en livsmedelsbutik, utan endast ett begränsat antal. Total driftekonomi kunde därför inte undersökas och hur tvättning förändrade totalt elbehov för butikens kyl- och frysapplikationer. Mätning skedde under minst två veckors tid (en vecka före respektive en vecka efter rengöringen). Kondensvatten som uppstod i och med avfrostningar under sommar- och vinterfall kunde inte identifieras. Studien omfattade diskar kopplade till livsmedelsbutikens centrala kylsystem, där värme förs bort från kyl- och frysdiskar genom kyl- och fryscompressorer i maskinrum. Urvalet av kyl- och frysdiskar gjordes i samråd med de livsmedelsbutikensägare som deltog i studien.

## Kyl- och frysanläggningar för livsmedelskyla i butiker

Detta projekt var, som sagts innan, inriktat på kyl- och frysdiskar som är kopplade till livsmedelsbutikens centrala kyl- och fryssystem. Kyl- och frysaggregat är då placerade i ett maskinrum och försörjer en eller flera kyl- respektive frysdiskar ute i affären och/eller kyl- respektive fryslager. Värmen som förs bort från diskarna kyls med utomhusluft genom en kylmedelkylare eller används för att värma upp lokaler och tappvatten genom värmeåtervinning. Kylsystemen kan vara antingen direkta eller indirekta.

I disken sitter temperaturgivare som känner av temperaturen i disken och styr och kallar på kyla efter behov, dvs. kallar på köldmedium eller köldbärare från kyl- eller frysaggregaten i maskinrummet. Ventiler reglerar flödet av köldmedium alternativt köldbäraren in till diskens kylbatterier.

I en vertikal kyl- eller frysdisk är kylbatteriet oftast placerat i diskens botten eller rygg. Fläktar sitter före kylbatteriet, som cirkulerar luften i disken och suger in den luft som kylbatteriet kyler. Den kylda luften blåses ut i disken ovanför eller genom öppningar i ryggpartiet. Luften som blåses ut i diskens ovanför bildar en luftficka, som ska skapa en barriär mellan den kalla luften i disken och den varmare omgivningsluften i butiken. Luften från diskens rygg skall främst kyla matvarorna på hyllplanen. Hyllplanen fungerar även som styrplan för luftflödet som kommer från diskens rygg och ►

balanserar den främre luftbarriären. Luften sugas sedan in i botten av disken genom ett returgaller för att åter kylas av kylbatteriet.

Luftridåns funktion är viktig både i avseende på kylbehov samt att kunna hålla matvarorna vid rätt temperatur för att säkerställa matkvaliteten. Genom att sätta på dörrar på vertikala diskar görs barriären mellan den kalla luften i disken och den varmare luften i butiken starkare. Dörrar minskar infiltration från omgivande butiksluft och även till att minska att smuts från omgivningen sugas in i disken. Med dörrar blir disken mer förlåtande för yttre faktorer som annars påverkar infiltrationen.

En horisontell kyl- eller frysgondol har en vågrät luftridå till skillnad från den vertikala diskens lodräta. Luften kyls av ett kylbatteri och blåses ut i gondolens överkant och bildar på toppen av gondolen en barriär mellan den kalla luften i gondolen och den varmare butiksluften. Kall luft har högre densitet än varm luft och den kalla luften sjunker till botten av gondolen. Från diskens rygg kommer även kyld luft ut som ballanserar den främre barriären. Matvarorna kyls både av luftridån och genom strålning och ledning från gondolens väggar, innanför vilken en kall luftkanal löper.

De två olika systemen, direkt respektive indirekt, regleras på delvis samma sätt. I ett standardutförande är det en termostatfunktion som styr öppning av ventilen som ger tillförseln av media till disken. Vid fränslagspunkten stänger ventilen tillförseln av media till disken. För direkta system finns dessutom en expansionsventil vars uppgift är att begränsa vätskemängden så att allt köldmedium kokar av innan det lämnar disken i gasfas. Skälet till detta är naturligtvis att den efterföljande kompressorn inte arbetar bra med vätska. Det finns även en kombination av expansionsventil och magnetventil som innebär att en magnetventil öppnar och stänger med pulsbreddsmodulering från regulatören. Denna ventil styrs både på lufttemperatur och på gasöverhettning. En skillnad mellan termostatisk ventil och pulsbreddsmodulering är en större möjlighet att hantera påfrostning genom att hela luftberörda ytan utnyttjas bättre.

Om inte någon suggasvärmväxlare finns i systemet med termostatisk expansionsventil kommer den att trycka ner förångningstrycket runt 5-7°C för att kunna ge överhettning eller annorlunda uttryckt minska kompressorkapaciteten med 25-35 %.

I en kyldisk finns det krav på styrning och övervakning av luftens temperatur och dessutom skall kunder kunna se temperaturen. Moderna regulatorer i diskar kan använda ibland samma givare till samtliga funktioner. Många äldre diskar har inte den möjligheten utan det finns 3 olika givare och 3 olika visningssystem en för varje funktion. Naturligtvis leder detta till avvikelser mellan de tre systemen. Det finns exempel i en enkel studie i en butik som visar >3°K avvikelse mellan de olika mätsystemen. Tyvärr är det vanligt att temperaturgivarna i livsmedelsbutiker inte är kalibrerad och risken finns att givarna driver och visar felaktig temperatur utan att detta korrigeras.

För att upprätthålla krävd temperatur, sitter det temperaturgivare i disken som känner av temperaturen och styr och kallar på kyla efter behov. Ventiler sitter i anslutning till diskarna som reglerar flödet av köldmedium alternativt köldbäraren in till diskens kylbatterier. Diskens kylbehov avgör öppningstid för köldbärarventil i indirekta system och magnetventil i direkta system och hur ofta de är på och av. Har kylsystemen inte tillräcklig effekt för att klara kylbehovet kommer temperaturen i disken att öka.

Styrningen skall i princip vara sådan att rätt temperatur erhålls för diskens matvaror. De olika möjligheter som används för placering av styrande temperaturgivare är:

- Topplacering i det kalla tillloppsflödet till disken
- Bottenplacering i det varma returflödet från disken

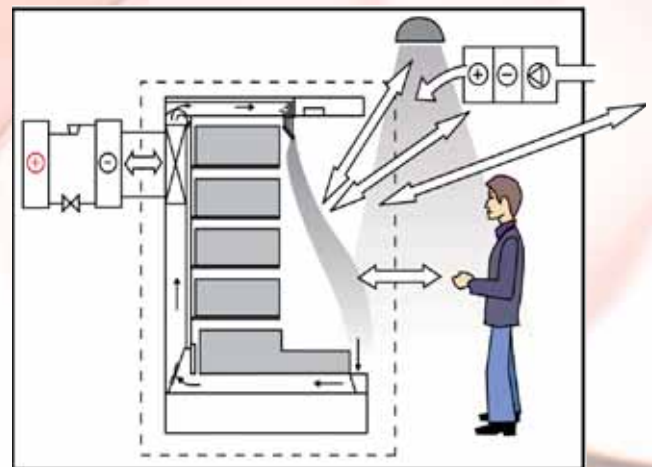
- I någon representativ punkt eller några representativa punkter i någon av diskens hylla/hyllor

Det är intressant hur dessa olika möjligheter att placera styrande temperaturgivare svarar på ett minskat luftflöde och därmed en minskad effektivitet i luftridån mellan kall luft i disken och varmare omgivningsluft.

När flödet minskar kommer en styrande temperaturgivare i diskens lufttillflöde alltid att styra lufttemperaturen mot börvärde utan någon korrelation till matvarutemperatur. Det minskande flödet leder till en för låg kylenergi till disken. Samtidigt ger det minskande luftflödet en stigande temperatur på returluften, eftersom inblandningen av den varmare rumsluften ökar i den försämrade luftridån. Resultatet kan vara en stigande matvarutemperatur och en ökande kylning i värmväxlaren.

Att styra genom att placera temperaturgivare ute på något hyllplan är den säkraste strategin, eftersom det bör ge den bästa överensstämmelsen med varutemperaturen. Även här finns statiska och dynamiska svårigheter eller fallgropar. Om en del av diskens luftflöde släpps in via ryggplåten vid varje hyllnivå och om det står för få matvaror på hyllplanet för att kunna hindra luftflödet, kommer det istället uppstå en kraftig luftström som kyler ner givaren mer än vad som borde ske. Resultatet blir en otillräcklig kylning i disken med ett minskande kylenergiflöde i värmväxlaren. Dessutom är temperaturvariationen i en disk mellan olika punkter, både längs med hyllplanen och både för de olika hyllnivåerna, avsevärd även i de driftsfall där disken är rätt lastad. En kompromiss är att placera styrande givare rätt högt upp i disken och kanske decentrerat. Fallet med felaktig lastning ger även en "bortblåsning" av luftridån i den punkten.

Kylbehovet i kyl- och frysdiskar påverkas av en rad faktorer, som exempelvis luftinfiltration från omgivningen, fukthalten i luften, lastning av matvaror i disken och strålning från belysning. Ventilation, kundgenomströmning i butik och både torr och våt lufttemperatur i affären påverkar infiltrationer, se Figur 1. Ett ökat kylbehov leder till förhöjda driftskostnader då behovet av elenergi för att driva anläggningen ökar.



Figur 1. Luftridå och luftinfiltration i en vertikal disk

### Vad kostar det att inte tvätta kylbatterier – kostnadsutvärdering

Det kostar att tvätta kyl- och frysdiskar och för att en butiksägare regelbundet ska tvätta kyl- och frysdiskar måste vinster med att tvätta övervinna kostnaderna. Vinningen kan vara sänkta drift- och underhållskostnader, om behovet av inköpt el för att driva livsmedelskylsystemen minskar och antalet oplanerade service- ▶

åtgärder i diskarna går ner. Exempel på oplanerade serviceåtgärder är stopp i avlopp, att diskar isar igen och fläkthaveri. Hygienkrav, matkvalitet och exponeringsfördelar i form av att diskarna upplevs fräscha av kunderna, är andra möjliga vinningar med att tvätta. Genom att säkerställa rätt temperatur och driftsäkerhet

minskas risk att matvarorna blir dåliga innan bäst-före-datum och behöver kasseras. Syftet med hela projektet är att få en uppgift om hur mycket det kostar inte tvätta kyl- och frysdiskar och beskrivs i ekv. 1, nedan. Kostnaden att inte tvätta får sedan av butiksägaren vägas mot att tvätta kyl- och frysdiskar.

$$\begin{aligned} \text{Kostnad att inte tvätta} \left[ \frac{\text{SEK}}{\text{år}} \right] &= \\ &= (\text{Elkostnader} + \text{Underhållskostnader} + \text{Indirekta kostnader})_{\text{före tvätt}} \left[ \frac{\text{SEK}}{\text{år}} \right] - \\ &\quad \text{Elkostnader} + \text{Underhållskostnader} + \text{Indirekta kostnader}_{\text{efter tvätt}} \left[ \frac{\text{SEK}}{\text{år}} \right] - \\ &\quad \text{Kostnad för att utföra tvätt} \left[ \frac{\text{SEK}}{\text{år}} \right] \end{aligned} \quad (\text{ekv. 1})$$

$$\begin{aligned} \text{Elkostnader} \left[ \frac{\text{SEK}}{\text{år}} \right] &= \\ &= \text{Elanvändning för livsmedelskylsystem} \left[ \frac{\text{kWh}}{\text{år}} \right] \times \text{Elpris} \left[ \frac{\text{SEK}}{\text{kWh}} \right] \end{aligned} \quad (\text{ekv. 2})$$

$$\begin{aligned} \text{Underhållskostnader} \left[ \frac{\text{SEK}}{\text{år}} \right] &= \\ &= \text{Antal stopp i avlopp} \left[ \frac{\text{stopp}}{\text{år}} \right] \times \text{Kostnader för serviceföretag som avhjälper avloppstopp} + \\ &\quad \text{Lönekostnader för butikspersonal som hanterar matvaror} \left[ \frac{\text{SEK}}{\text{år}} \right] \end{aligned} \quad (\text{ekv. 3})$$

$$\begin{aligned} \text{Indirekta kostnader} \left[ \frac{\text{SEK}}{\text{år}} \right] &= \\ &= \text{Matsvinn} \left[ \frac{\text{SEK}}{\text{år}} \right] + \text{Förlorad försäljning} \left[ \frac{\text{SEK}}{\text{år}} \right] \end{aligned} \quad (\text{ekv. 4})$$

$$\begin{aligned} \text{Kostnad för att utföra tvätt} \left[ \frac{\text{SEK}}{\text{år}} \right] &= \\ &= \text{Kostnader för tvättföretag} \left[ \frac{\text{SEK}}{\text{år}} \right] + \\ &\quad \text{Kostnad serviceföretag som stänger av diskar} \left[ \frac{\text{SEK}}{\text{år}} \right] + \\ &\quad \text{Lönekostnader för butikspersonal som hanterar matvaror och rengör} \left[ \frac{\text{SEK}}{\text{år}} \right] + \\ &\quad \text{Förlorad försäljning under tvättiden} \left[ \frac{\text{SEK}}{\text{år}} \right] \end{aligned} \quad (\text{ekv. 5})$$

Det är ekonomiskt lönsamt att utföra tvätt om kostnad för att inte tvätta, se ekv. 1, ger ett positivt värde.

#### 4. Genomförandet

Fältmätningar skedde i livsmedelsbutiker för att avgöra hur spridning av lufttemperaturer i kyl- och frysmöbler samt hur kylbehovet ändras efter att disken rengjorts. Mätningar utfördes under minst en vecka före och en vecka efter tvätt. Detta för att fanga upp eventuella skillnader i kundgenomströmning mellan de olika veckodagarna och se hur tvättning av diskarna påverkar driften. Mättider för de olika diskarna och antal mätpunkter för de olika objekten är redovisade i Bilaga B. Planen var att utföra tvättning av

kyl- och frysmöbler innan utomhustemperaturen stiger om våren och fukthalten i luften ökar. Med ökad fukthalt kan smuts tvättas bort från kylbatterier vid avfrostning och risken för stopp i avlopp kan öka.

De tre livsmedelsbutikerna där fältmätningar utfördes benämndes A, B respektive C. Kylmöblerna i studien fick beteckning K ihop med butiks-beteckning och frysmöblerna F ihop med butiks-beteckningen. För en sammanställning av de objekt som deltog i fältmätningarna se Tabell 1.

**Tabell 1. Kyl- och frysobjekt för fältmätning**

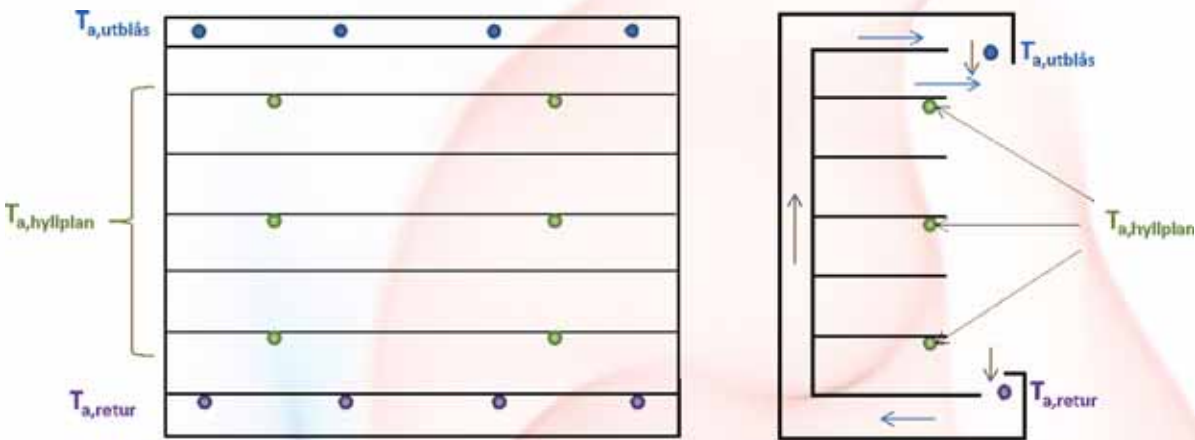
BETECKNING I STUDIEN	BUTIK	TEMPERATUR-NIVÅ	TYP AV DISK	LÅNGD [M]	DÖRRAR/LOCK	TYP AV SYSTEM FÖR KYLA
KA1	A	Kyl	Vertikal, 6 hyllor	1,8	Ja	Indirekt
KA2	A	Kyl	Vertikal, 6 hyllor	2,5	Ja	Indirekt
FA1	A	Frys	Gondol	8,7	Nej	Indirekt
KB1	B	Kyl	Vertikal, 6 hyllor	7,5	Nej	Direkt
KB2	B	Kyl	Vertikal, 5 fyllor	7,5	Nej	Direkt
KC1	C	Kyl	Vertikal, 6 hyllor	9	Nej	Indirekt
FC1	C	Frys	Gondol	9	Ja	Indirekt

Samtliga diskar i butik A som deltog i studien var 5-6 år gamla, kyldiskarna i butik B var ca 20 år och diskarna i butik C var mellan 10 och 12 år gamla.

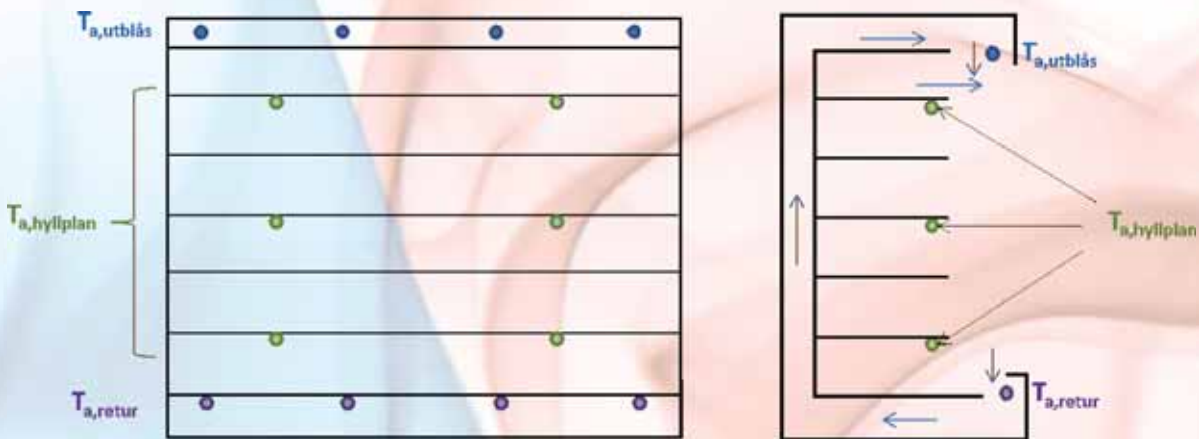
Spridning av lufttemperaturen i disken analyserades genom att mäta lufttemperaturer på kyl- och frysdiskarnas hyllor där

matvaror lagrades. Matvaror har en större tröghet mot temperaturvariationer jämför med luft. Lufttemperaturer i disken kan överskrida riktvärden för lagerhållning av matvaror utan att det innebär att temperaturen i matvarorna blir så hög att de blir förstörda. I studien valdes ändå att mäta lufttemperatur istället för

att placera temperaturgivare i matvarupaket, då givare i paket lätt kan försvinna i och med att kunder tar matvaror från disken. Temperaturgivare placerades för att mäta utblåsluften, returluften och luften vid hyllplan, där det var möjligt. Se Figur 2 för placering av lufttemperaturgivare i kylmöblerna och Figur 3 för lufttemperaturgivare i frysgondoler.



Figur 2. Placering av lufttemperaturgivare i vertikala kylmöbler. Kylmöbel sedd framifrån respektive i genomskärning sedd från sidan. Pilarna visar luftens flöde i möblen.



Figur 3. Placering av lufttemperaturgivare i frysgondol. Frysgondol sedd ovanifrån respektive i genomskärning sedd från sidan. Pilarna visar luftens flöde i gondolen.

Hypotesen var att smutsiga diskar täpper till rygg, utblås och returbas och på så sätt försämrar luftflödet. Det leder till att diskens luftrida inte kan upprätthållas och att spridningen av temperaturer över hyllplanen ökar. Det kan leda både till att matkvaliteten försämras och att behovet av el för att driva kylanläggningarna ökar. För att få uppfattning av luftridans kapacitet mättes temperaturerna hos returluften som går tillbaka in till kylbatteriet och temperaturen hos den kylda luften som blåses ut till disken för att upprätthålla luftridan. Mätning av lufttemperatur på utblåsflödet och returflödet användes även för att få en uppfattning om luftcirkulationen i disken och kylbatteriets förmåga att kyla luften.

Lufthastigheten i kyl- och frysmöblernas luftutblås respektive luftretur, se Figur 2 och Figur 3, mättes då temperaturgivare sattes upp i diskarna samt då de togs ned för att se om tvättningen hade påverkat lufthastigheten.

Fullständig tvättning av hela disken utfördes i kylmöbler KA1, KA2 och KB1 samt frysmöbel FA1, se Tabell 1. Övriga diskar ansågs vara för rena för att en fullständig rengöring skulle göra någon skillnad på driften och temperaturspridningen. Enligt det

företag som rengjorde diskarna, kan man inte avgöra vilket behov kyl- och frysdiskar har av rengöring innan diskens plåtar avlägsnas. Fullständig rengöring av hela disken skedde och inte enbart av kylbatterier, då smuts och damm ansamlas och fastnar i hela disken. Tvättas enbart kylbatterier och inte övriga diskdelar kommer smuts och damm från dessa komponenter att sprida sig till de rengjorda delarna och snabbare sätta igen kylbatterier än om hela disken rengörs.

Beroende på typ och grad av smuts, samt på diskens storlek och servicevänlighet varierar tiden för en fullständig rengöring av hela disken. Erfarenhetsmässigt ligger tiden för att rengöra diskar på ca 0,5-2 timmar per löpmeter disk. Därutöver tillkommer arbete för ur- och ilastning av diskens matvaror samt arbete med att stoppa driften för den aktuella disken och koppla bort elförsörjning.

#### Mätningar och resultat

Data från mätningar har analyserats före och efter tvätt. Mätning skedde av lufttemperaturer i disk, fukthalt i luften, framlednings- och returtemperaturer på köldbärare till och från disk eller elför- ▶

brukning hos kompressorer. Jämförelser av data har dels utförts för medelvärdesbildade värden under flera sammanhängande dygn, specifika dygn och kortare specifika tidsperioder under ett dygn. Lufttemperaturer i disken mättes för att analysera temperaturspridningen och temperaturer på köldbärare indirekta system och elanvändning i direkta system mättes för att analysera kylbehovet. Fem vertikala kylmöbler och två frysgondoler ingick i studien, varav fullständig tvätt genomfördes i tre kylmöbler och en frysgondol

För de butiker och kyldiskar som omfattats av undersökningen och efter bedömning av analyserade data kan följande resultat redovisas:

- Att tvätta kyldiskar med den försmutsningsgrad som ingick i studien och under redovisade mätförutsättningar ger som energi-effektiviseringsåtgärd ingen vetenskapligt fastställd mät- eller beräkningsbar energibesparing.
- Specifika data från denna studie och data för ytterligare två butiker given av en referensgruppsdeltagare indikerar dock en möjlig energibesparing av butikens elbehov med ca 2-3 %.

- Lufthastigheten i kyldiskar med returluftgaller blockerade med smuts ökar efter tvätt.

- Lufttemperaturer i enstaka positioner i disken påverkas men storleken på förändring pga. tvätt är svår att bedöma då storleken av påverkande faktorer är okänd.

Metoder behöver arbetas fram för att enkelt och snabbt okulär-besikta kyl- och frysmöbler, fastställa försmutsningsgrad och om behov finns för rengöring. Metoder för att kalibrera de temperaturgivare som sitter i kyl- och frysdiskar i livsmedelsbutiker behöver också arbetas fram för att förenkla livsmedelsbutikers arbete för att säkerställa livsmedelskvaliteten på matvarorna.

Tabell 2 visar medelvärdesbildande mätvärden för lufttemperaturer i kyl- och frysmöblerna före och efter tvätt.

Tabell .2 Lufttemperaturer i kyl- och frysmöbler, medel för samtliga givare placerade i utblås till disk, i retur från disk respektive vid hyllplan. I benämning står K för kyldiskar, F för frysgondoler (F) och A, B, C för respektive livsmedelsbutik. (Mätosäkerheten ligger inom  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , se bilaga B)

Benämning	Luft utblås, °C	Före tvätt			Efter tvätt		
		Luft retur, °C	Luft hyllplan, °C	Luft utblås, °C	Luft retur, °C	Luft hyllplan, °C	
KA1	Medel	1,7	5,1	3,6	1,2	4,7	3,6
	Min	-1,6	3,4	2,5	-0,9	3,1	2,2
	Max	6,9	8,6	6,0	7,0	8,9	6,6
KA2	Medel	3,3	5,5	3,8	3,2	5,5	3,8
	Min	1,3	3,2	3,1	1,6	3,2	3,0
	Max	6,6	8,3	5,1	6,1	8,6	5,4
FA1	Medel	-22,8	-16,4	-19,3	-22,2	-14,7	-18,7
	Min	-25,4	-19,2	-21,9	-24,9	-17,9	-21,1
	Max	5,4	6,2	0,2	7,3	7,6	-2,4
KB1	Medel	0,6	4,4	3,5	2,0	3,9	4,5
	Min	-1,5	1,3	1,4	-1,5	1,7	2,0
	Max	7,7	8,5	7,6	10,1	8,4	7,8
KB2	Medel	5,2	9,5	6,8	5,2	9,6	7,3
	Min	2,5	4,4	4,8	2,8	5,2	5,4
	Max	15,5	15,5	14,8	13,6	15,1	13,6
KC1	Medel	1,2	4,6	0,4			
	Min	-1,6	-0,5	-3,1			
	Max	7,6	10,5	-3,1			
FC1	Medel	-20,7	-20,4				
	Min	-24,9	-24,3				
	Max	13,5	11,2				

T.J.ING

## Övriga resultat

Genom att utföra mätning i kyl- och frysmodellerna uppmärksammades även att

- För butik A som har kylmöbler med dörrar är temperaturspridningen mellan de olika hyllplanen lägre i jämförelse med butik B vars kylmöbler saknar dörrar.
- Dörrar förbättrar barriären mellan den kylda luften i disken och den varmare omgivande luften och minskar infiltrationen.
- För kylmöbel KB1, vertikal kyldisk med vertikal luftrida, är lufttemperaturen högst i de övre hyllplanen och lägst för de lägsta hyllplanen. Det kan bero på dålig lufthastighet som gör att den kylda luften inte orkar upp till utblåset vid toppen på disken. Det kan även påverkas av luftströmmar utanför disken, exempelvis fastighetens ventilationssystem som bryter luftbarriären. Strålning från belysning kan även påverka att temperaturen ökar i belysningskälans närhet

För kylmöbel KB2 är den relativa fukthalten i kyldisken 10-15 % högre under avfrostningsperioder än under kyldrif. Vid avfrostningen smälter den frost eller is som har fällts ut på kylbatterier. En högre fukthalt i disken vid avfrostning tyder på att vattenångor bildas som blandas med luften och det är viktigt att denna fuktiga luft avlägsnas från disken. Annars kommer fukten åter fälls ut som frost eller is på kylbatterier då avfrostningsperiodens slutar och försämra värmeöverföringsförmågan hos kylbatteriet.

För KB1 och KB2 ger nattgardin en energibesparing för kylkompressor med 70 %. Nattgardinen förbättrar barriären mellan den kylda luften i disken och den varmare omgivande luften och minskar infiltrationen.

Genom mätningarna uppmärksammades höga lufttemperaturer vid avfrostning. Temperaturen i själva matvarorna mättes inte i studien och matvarorna har en större tröghet mot temperaturvariationer jämfört med luft. Men förhöjda lufttemperaturer under en längre tid kan medföra att matkvaliteten försämras.

## Mätdata från andra livsmedelsbutiker

I projektet analyserades den mätdata som tillhandagavs av en av referensgruppens representanter, där elanvändningen under 7 veckor samt ett diagram för utelufttemperatur under samma mätperiod presenterades. Mätdata representerar totalt elbehov i butiken före och efter tvätt av samtliga kyl- och frysdiskar.

SP:s analyser visar att elanvändningen minskade både före och efter v.11 då kyl- och frysmöbler tvättades. Då information om driften och data saknades för påverkande faktorer som exempelvis omgivningstemperatur och luftfuktighet i butiken finns det en stor osäkerhet vid bestämning av storleken för den energibesparing som är kopplat till tvätt. Enligt beräkningar och tillgänglig mätdata skulle tvätt av diskar ge en energibesparing på årsbasis med ca 2 % för inköpt el.

## Mikroorganismer och organisk smuts

Inom projektets ram utfördes även provtagning för att analysera förekomsten av mikroorganismer och organisk smuts i två av de tre kylmodellerna som tvättades i projektet. Provtagningen skulle både svara på vilka halter av bakterier, mögel och jäst som förekom i kylmodellerna före och efter tvätt. Svabbprov på plåtar, provtagning på smuts i luftfilter och luftprover togs.

Provtagningen påvisade att inga farligt höga halter av bakterier förekom före, under och efter rengöringen. Totalantalet bakterier i luften ökade tillfälligt under själva rengöringen med över ca 100 % men återgick till ursprungsnivå när prov togs igen två dygn efter rengöringen. Antalet mögel i luften ökade också under själva rengöringsfasen och var fortsatt något högre än före tvättningen när nytt prov togs två dygn efter rengöringen. Under rengöringen var

mögelhalten i luften >3000 cfu/m<sup>3</sup>, vilket är en nivå där det finns risk att infektera oförpackade livsmedel i närheten. Totalantalet bakterier, jäst och mögel på hyllplanen reducerades effektivt till ca 30cfu/100cm<sup>2</sup> både vid ångrengöring och avtorkning. Avtorkning av hyllplanen reducerade mängden organisk smuts på ett effektivt sätt. Förekomsten av bakterier och mögel var låg i det ludd som samlats i kyldiskens luftfilter, d.v.s. bikupa.

## Slutsatser, diskussion och fortsatt arbete

Resultatet i detta projekt har inte påvisat några större energivinster av att tvätta kyl- och frysmöbler. Studien indikerar en möjlig energibesparing på upp till 3 %, men är svår att avgöra på grund av måtosäkerhet från yttre faktorer. Istället kan det avgörande för att tvätta eller inte tvätta kyl- och frysdiskar främst vara en fråga om att förbättra inomhusmiljön i butiken och säkra kvaliteten på matvaror. Inomhusmiljön kan påverkas av bakterier och mögel som växer och spridas via luften i butiken. De mätningar som gjordes inom projektet påvisade inga farligt höga halter av bakterier och mögelsporer. Men att det är av vikt att veta vad som finns i smutsen om man arbetar med rengöring eller ständigt vistas i lokalen för att vidta åtgärder om exponering medför en hälsorisk. Tvättning av kyl- och frysmöbler kan enligt referensgruppen vara avgörande för om kyl- och frysmöbler är funktionsdugliga eller inte. Funktionsduglig i den meningen att disken upprätthåller önskad temperatur. Minskat och ojämnt luftflöde kan både försämra luftrida och att styrande givare omges av en lufttemperatur som inte har någon korrelation till den lufttemperatur som omger matvarorna. Följden blir försämrad kvalitet på matvarorna och som kan bli otjänliga innan bäst-före-datum. Resultatet i projektet påvisar att lufthastigheten ökade efter tvättning av kylmodellerna, vilket förbättrar luftridan i disken.

Studien visade också på att det behövs en metod för att avgöra om en kyl- eller frysdisk är i behov av fullständig tvättning eller inte. Det är först när diskens plåtar tas bort som man okulärt kan avgöra försmutningsgraden och det är tidskrävande att plocka ut matvaror och demontera disken.

För att kunna utvärdera hur tvättning av kyl- och frysdiskar påverkar underhållskostnader behövs en större studie göras än den som omfattades av projektet. Ett större antal kyl- och frysdiskar behöver undersökas under en längre tid, möjligtvis ett år före och efter rengöring för att kunna uttala sig. Att rengöra avlopp och ränna till avloppet tar mindre tid i anspråk än att göra en fullständig rengöring, där samtliga plåtar tas bort och hela disken inklusive kylbatteri och fläktar rengörs. En rekommendation är att när första fullständiga tvättningen är gjord, kan disken underhållas genom att hålla rent framför fläktar och i rännan till diskens avlopp. Detta för att förhindra att fläktarna suger smutsen bak till kylbatteri och rygg eller att smutsen sätter igen avlopp.

Metodiken i detta projekt var att utföra mätningar i fält i livsmedelsbutiker. Påverkan från yttre faktorer som exempelvis kunder, personal, ventilation och klimatförändringar kan inte kontrolleras i en fältmätning. Energibesparingspotentialen för att tvätta kyl- och frysdiskar borde istället utvärderas i laboratoriemiljö under kontrollerade förhållanden. Då kan temperatur och fukthalt kontrolleras och störning så som i- och urlastning, ändring av driftsparametrar och havererade komponenter i kyl- och frysdiskar kan minimeras. En möjlig metod är att använda uttjänade kyl- och frysmöbler, som har varit i drift i livsmedelsbutiker, och mäta på dem före och efter tvättning. Ett sådant projekt kan med större säkerhet utvärdera ändringar i energibehov mellan en smutsig och rengjord disk.

Referensgruppen och vissa av de besökta butikerna efterfrågar mer servicevänliga kyl- och frysmöbler för att underlätta rengö-

ring. Med servicevänliga menas att det ska vara enkelt att demontera diskarna, konstruktionen ska inte ha "fickor" där smuts kan ansamlas, materialvalet ska förenkla rengöring och att åtkomligheten till diskens olika komponenter inte är begränsad. Risken för att disken skadas för att den monteras ihop fel kan minskas genom konstruktion och beskrivningar. Samtidigt måste livsmedelsbutikerna efterfråga servicevänliga diskar och vara villiga att betala för dem för att sådana ska konstrueras. En annan aspekt gällande servicevänlighet är utrymmet där diskarna installeras. Ont om utrymme kring disken gör att framkomligheten minskar och kan göra det svårt för servicetekniker att exempelvis kontrollera ventiler bakom och ovanpå disken. Underhållsarbetet underlättas också om det finns uppdaterad dokumentation om rördragning, elscheman, komponenter i disken och kylsystemet. Underhållskostnader kan minskas genom att utföra flera åtgärder i disken samtidigt, exempelvis byta en trasig fläkt då disken är nedmonterad för rengöring. Upprättande av en kravspecifikation för konstruktion och tillhörande handlingar är att förslag på fortsatt arbete för att underlätta framtida underhåll på diskar. †



## FAKTARUTA OM BELIVS

Energimyndigheten startade BeLivs 2011, Projekt 35667-1, Dnr 2011-005756. BeLivs uppdrag är att vara en objektiv part och att driva utvecklingsprojekt med energieffektivisering och miljöfrågor som gemensamma nämnare bland sina medlemmar i deras fastigheter. Resultaten och erfarenheterna av projekten publiceras som rapporter på [www.belivs.se](http://www.belivs.se) och är kostnadsfria att ta del av. Alla bolag i branschen, även de som inte är medlemsföretag, kan därför dra nytta av BeLivs arbete.

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

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

## SMÅNYTT

### Ny generation EC-fläktar hos Nordicold

Nordicold introducerar nu ECM-HC, en ny generation med både fläktar och motorer från Elco. Kännetecknande för den nya serien är enligt Nordicold bl a:

- Reducerad bygghöjd, finns dessutom som kompakt fläkt med ytterligare minskad bygghöjd tack vare specialdesignad fläktring och vinge.
- Avtagbar kabel, även i utförande med 2 hastigheter
- Reversibel rotation som tillval
- Version finns där varvtalet kan programmeras av kunden via handenhet med NFC, dvs. närfältskommunikation
- Kan erbjudas med full varvtaletsreglering med en spänning på 0-10 V eller 0-24 V.

ECM-HC kommer att introduceras successivt i hela modellprogrammet under 2014.



### Litteraturreferenser

- [1] EFFSYS+, "EP11 - Drift och underhåll av kyl- och värmepumpsystem", <http://effsysplus.se/projekt/ep11/> [2013-04-15]
- [2] Rolfsman L, Larsson K; "Drift och underhåll av kyl och värmepumpsystem, vanliga och kostsamma fel på kylsystem i livsmedelsbutiker", SP Rapport 2012:59, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, Borås, Sverige, 2012
- [3] Fahlén, P, "Butikskyla", SP Rapport 2000:03, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, Borås, Sverige, 2003
- [4] Axell, M; "Butikskyla", EFFEKTIV, Rapport Effektiv, 2001:05
- [5] Larsson, K, "Mätning av temperaturgivare i kyldiskar", Rapport PX18337, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, Borås, Sverige, 2012
- [6] Livsmedelsverkets föreskrifter om märkning och presentation av livsmedel, LIVSFS 2004:07
- [7] EN 12830 Termometrar - Temperaturmätare för transport, lagring och distribution av kylda och frysta matvaror - Provning och krav
- [8] EN 13485 Termometrar för mätning av luft- och produkttemperatur vid transport, lagring och distribution av kyld, fryst, djupfryst/snabbfryst mat och glass - Provning, prestanda, användbarhet
- [9] EN 13486 Temperaturmätare och termometrar för transport, lagring och distribution av kyld, fryst, djupfryst/snabbfryst mat och glass - Periodisk kontroll
- [10] Djupfrysingsbyrån; "Branschriktlinjer för temperaturdisciplin för kylda och frysta livsmedel", 2007, [http://www.djupfrysingsbyran.se/branschregler/Branschriktlinjer\\_2007.pdf](http://www.djupfrysingsbyran.se/branschregler/Branschriktlinjer_2007.pdf)

*Den fullständiga rapporten med utförligare beskrivning av projektet, dess utförande och resultat finns att läsa på [www.belivs.se](http://www.belivs.se)*