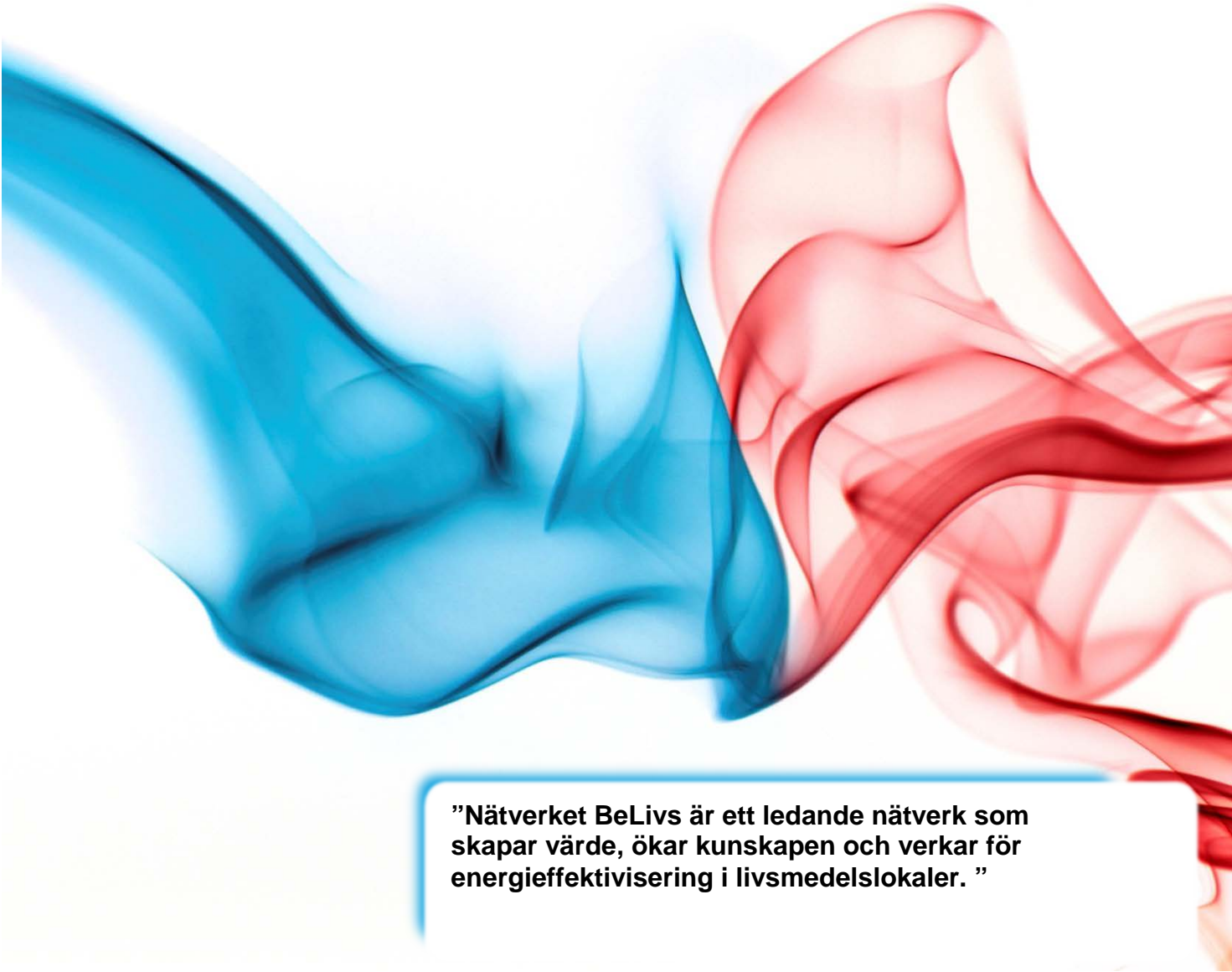


Tvättning av batterier i kyl- och frysmöbler



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



Energimyndighetens Beställargrupp Livsmedelslokaler

Respektive författare ansvarar och står för innehållet i denna rapport

Tvättning av batterier i kyl- och frysmöbler

Cleaning of heat exchangers in display cabinets

Lennart Rolfsman
Peter Lidbom
Kristin Larsson

Projektnummer: BP06
År: 2013

Beställargruppens medlemmar



Axfood AB



Bergendahls Food AB



City Knalleland



ICA AB



KF Fastigheter



Max Hamburgerrestaurang



Statoil Fuel & Retail

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

Respektive författare ansvarar och står för innehållet i denna rapport

Sammanfattning

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 kyldiskar och två frysgondoler. Fullständig tvätt genomfördes i tre av kyldiskarna och i en frysgondol. Övriga kyl- och frysdiskar ansågs för rena för att en fullständig tvättning skulle göra någon skillnad. En diskussion uppstod i projektet då smuts och påväxt i diskar kan innehålla hälsofarliga organismer, som kan sprida sig i inneluften och påverkar personal och kunder samt kontaminera marvaror. Provtagning av mikroorganismer och organisk smuts gjordes i två av kyldiskarna för att undersöka förekomsten av bakterier och mögel.

Inga större energivinster kunde påvisas av att rengöra diskarna och inga skadliga halter av mikroorganisk påväxt förekom i de två kyldiskarna där prov utfördes. Kyl- och frysmöblerna var för rena och visar på att diskens status är avgörande för hur omfattande rengöring som ska utföras. Fältmätning innebär störning av yttre faktorer, som exempelvis i och urlastning av matvaror, påverkan av ventilation och belysning och komponenter som går sönder. Dessa yttre faktorer är svåra att mäta både i tid och i omfattning och kunde inte identifieras i projektet. En provning av utbytta och försmutsade kyl- och frysmöbler under kontrollerade förhållanden i laboratoriemiljö är ett säkrare sätt att analysera temperaturförändringar och energibehov före och efter tvätt. Istället var resultatet i denna studie främst den diskussion som har förts i referensgruppen som varit presenterad i projektet och de frågeställningar gällande kyl- och frysmöblers design samt placering och kalibrering av styrande temperaturgivare som har lyfts. Livsmedelsbutiker behöver stöd i sitt arbete med att säkerställa att matvarorna håller rätt temperatur i kyl- och frysdiskar genom exempelvis upprättande av praktiska rutiner för hur rätt temperaturer upprätthålls och hur temperaturer tekniskt ska kontrolleras. Lagringstemperaturen för matvaran är avgörande för om mat- och säkerhetskvaliteten upprätthålls tills varans bäst-före-datum är passerat. Denna rapport kan stödja en fortsatt diskussion kring tvättning och om hur kyl- och frysdiskar ska säkerställa rätt lagringstemperatur för matvarorna.

Nyckelord: kylmöbler, frysmöbler, kyldiskar, frysdiskar, livsmedelsbutiker, försmutsning, värmeväxlare, kylbatterier, tvättning.

Förord

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

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

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

Datum: 2012-05-07

Innehållsförteckning

Sammanfattning	4
Förord	5
Innehållsförteckning	6
1. Projektbeskrivning	8
1.1. Syfte och mål	8
1.2. Avgränsningar	8
1.3. Metod	8
1.4. Definitioner	9
2. Bakgrund	11
2.1. Kyl- och frysanläggningar för livsmedelskyla i butiker	12
2.1.1. Vertikala diskar	13
2.1.2. Horisontella gondoldiskar	13
2.1.3. Styrning av kyla till disk	14
2.2. Kylbehov	16
2.2.1. Luftinfiltration	17
2.2.2. Omgivningsklimat	17
2.2.3. Blockerade kylbatterier och avfrostning	17
2.2.4. Lastning av matvaror	17
2.2.5. Belysning	18
2.3. Vad kostar det att inte tvätta kylbatterier – kostnadsutvärdering	18
2.3.1. Elkostnader – energieffektiviseringspotential	19
2.3.2. Underhållskostnader – stopp i avlopp	20
2.3.3. Indirekta kostnader – matsvinn och minskad försäljning från kyl- och frysdiskar	20
2.3.4. Kostnader för att utföra tvätt	21
2.4. Inledande referensgruppsmöte	21
3. Genomförande	22
3.1. Fältmätningar i kyl- och frysmöbler i butik	22
3.2. Tvättning	24
3.3. Förekomst av mikroorganismer och organisk smuts	26
3.4. Organisation – medverkan i projekt	27
3.5. Tidsplan	27
4. Mätresultat	28
4.1. Resultat	28
4.1.1. Övriga resultat	29
4.1.2. Mätosäkerhet	30
4.2. Butik A	30
4.2.1. Kylmöbel KA1	31
4.2.2. Kylmöbel KA2	31
4.2.3. Frysmöbel FA1	32
4.3. Butik B	32
4.3.1. Kylmöbel KB1	33
4.3.2. Kylmöbel KB2	33
4.4. Mätdata från andra livsmedelsbutiker	33
4.5. Kundgenomströmning och matsvinn	34
4.6. Mikroorganismer och organisk smuts	34
5. Slutsatser och diskussion	35
5.1. Kostnadsutvärdering och nyckeltal	35

5.1.1. Kostnadsindikation för att utföra tvätt.....	35
5.2. Avslutande referensgruppsmöte	36
5.3. Diskussion	36
5.3.1. Utföra tvättning.....	38
5.3.2. System för livsmedelssäkerhet.....	39
5.4. Kravspecifikation - tvätt av kylbatterier	39
6. Fortsatt arbete.....	41
7. Litteraturreferenser	43

Bilagor

A. Fältmätningar och tvättning av kyl- och frysmöbler	1
B. Diagram och tabeller för fältmättningsresultat av kyl- och frysmöbler	1
C. Provtagning av mikroorganismer och organisk smuts	1

1. Projektbeskrivning

Kyl- och frysmöbler används i livsmedelbutiker för att skylta varor och lagra matvarorna vid krävd temperatur för att säkerställa matvarukvaliteten. Kyl- och frysmöbler (kyl- och frysdiskar) ska vara hygieniska, tilltalande och energieffektiva. Det är känt att smuts som damm, hår, spill från matvaror dras in i möblerna under drift och sätter sig på värmeväxlare (kylbatterier), fläktar och diskplåtar. Detta kan orsaka sämre effektivitet i batteriet, minskat luftflöde och igensättning av avlopp. Den inverkan som igensättning av batteri har på diskens energianvändning och på diskens funktion är idag inte känt. Det är oklart ifall försmutsning resulterar i lägre värmekapacitet på grund av högre lufttemperatur, ökad infiltration av omgivande luft eller av sämre värmeöverföringsförmåga. Detta projekt ska undersöka försmutsningens inverkan på luftdistribution och driftsekonomi.

1.1. Syfte och mål

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.

Målgruppen för studien var både livsmedelbutiker 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 försämrade värmeöverföringsförmåga hos batterien och försämrade luftflöde
- ökad kassation av matvaror på grund av att krävd temperatur inte upprätthålls på grund av försämrade kylkapacitet i och med försmutsning
- igensättning av avlopp på grund av försmutsning

1.2. Avgränsningar

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. 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 livsmedelsbutiksägare som deltog i studien.

1.3. Metod

Hypotesen var att temperaturvariationen mellan olika positioner i disken, den så kallade temperaturspridningen, och behovet av el för att kyla diskarna minskar efter att kyl- och frysdiskar tvättas grundligt. En fältmätning utfördes i befintliga kyl- och frysdiskar på plats i livsmedelsbutiker för att undersöka hypotesen. Minst fyra diskar skulle ingå i fältmätningen av typen frysgondoler eller vertikala kyldiskar.

Mätning av olika parametrar i och utanför skedde under minst en vecka under rådande drift, därefter tvättades kyl- eller frysdiskarna och samma mätning skedde i ytterligare minst en veckas tid efter tvätt. Därefter analyserades skillnader i kylbehov och spridning av

lufttemperaturer, både över hyllplan där matvarorna lagras samt vid luftutblås till disken och returluften som sugts tillbaka in till kylbatteriet i disken.

Mätning utfördes i disk på parametrar:

- Inlopp- och utloppstemperatur för köldbärare till disken i indirekta kylsystem.
- Till- och frånslag för köldbärareventil i indirekta kylsystem.
- Lufttemperaturer i disken:
 - Utblåsttemperatur till disk, 3-4 temperaturgivare.
 - Returtemperatur från disk, 3-4 temperaturgivare.
 - Luft där matvaror lagras, 2-3 temperaturgivare per hyllplan i tre olika hyllplansnivåer i vertikal led.

Mätningar utanför disk utfördes på parametrar:

- Omgivningstemperatur och luftfuktighet i livsmedelsbutiken.
- Kundgenomströmning, genom möjligtvis kassakvitton.
- Kassationer, matsvinn av matvaror med hjälp av kassakvitton och leverantörsregistreringar.

Metod och resultat diskuterades med en referensgrupp som bestod av representanter från branschen, så som handlare, kyl- och frysdiskstillverkare, kyl- och servicetekniker och företag som arbetar med rengöring av diskar.

1.4. Definitioner

Bikupa	Galler eller filter där den kylda luften blåses ut för att kyla matvarorna i disken, se Figur 7.
Frysmöbel	Frysdisk eller frysgondol, som lagrar matvaror som ska hållas frysta.
Direkt system	Värme förs bort från kyl- och frysdiskar genom direkt värmeöverföring till köldmediet i köldmediekretsen, i vilken kyl- och fryskompressorer ingår, se Figur 1.
Indirekt system	Värme förs från kyl- och frysdiskar genom en sekundär krets, köldbärarkretsen, mellan kyl- och frysdiskarna och köldmediet i köldmediekretsen, se Figur 1.
Kylbatteri	Värmeväxlare i kyl- och frysdiskar, som för bort värme från diskarna för att kunna kyla de livsmedelsvaror som lagras i diskar.
Kylmöbel	Kyldisk eller kylgondol, som lagrar matvaror som ska hållas kylda.
Köldmediumkrets	Krets i vilken värme från en värmekälla med låg temperatur överförs till en värmesänka med högre temperatur genom att trycksätta ett köldmedium.
Köldmedium	Det medium som cirkulerar i köldmediekretsen, i vilken kyl- och fryskompressorer ingår. I ett direkt system går köldmediet ut i rör

till kyl- och frysdiskarna och för bort värme från dem. I ett indirekt system finns ett köldbärarmedium mellan köldmediekrets och kyl- och frysdiskarna, se Figur 1.

Köldbärare	Det medium som i ett indirekt system tar upp värme från kyl- och frysdiskar och avger den till köldmediekretsen, se Figur 1.
Luftridå	Det kalla luftflöde i diskens framkant eller överkant som fungerar som en barriär mellan kyld luft inne i disken och den varmare omgivningsluften utanför kylmöbeln, Figur 2.
Plåtar	De plåtar som skyddar diskens innandöme där fläktar, kylbatteri, avlopp och inre luftkanaler finns. Dessa måste monteras ner för att kunna rengöra kylbatterier.
Retur	Den del på kyl- och frysdiskar i nedre framkant, där den av matvaror uppvärmda luften, sugas in för att åter kylas av kylbatteri, se Figur 5 och Figur 6.
Temperaturgivare	Instrument som används i fältmätningen för att uppmäta temperaturer.

2. Bakgrund

I ett nu pågående projekt inom EFFSYS+ gällande drift och underhåll av kylsystem i livsmedelsbutiker [1] har det visats att igensättning av avlopp i kyl- och frysdiskar är ett av de vanligaste felen hos livsmedelskylsystemen [2]. Stopp i avlopp är ett av de problem som försmutsning av kyl- och frysdiskar kan leda till. En sammanställning på vad försmutsning kan leda till ses nedan:

- Smuts och damm kan lägga sig som ett isolerande lager över kylbatteriet och leda till att både värmeöverföringsförmågan hos batteriet och luftflödes hastigheten över batteriet minskar. Den försämrade kylkapaciteten kan leda till ett ökat energibehov hos kylaggregaten för att upprätthålla krävd temperatur i disken. I värsta fall har kylaggregaten ingen kapacitet för att möta det ökade kylbehovet i disken vilket leder till en ökande temperatur i disken och försämrade kvaliteten på matvarorna, med möjligen kassaktion av matvaror som följd.
- Smuts och damm kan täppa till luftgenomströmningskanaler i disken och luftdistribution försämras både i avseende på mängd luft och på fördelning av kyld luft över livsmedelsvarorna i disken. Ett minskat luftflöde leder till en minskad förmåga att kunna upprätthålla den lufttridå, som skall fungera som en barriär mellan kylan i disken och omgivande klimat. Försämrade lufttridå och ökar infiltrationen av varmare omgivande luft in till disken. Smuts kan lägga sig på fläktblad och skapar obalans i fläkten, vilket leder till förkortad livslängd för fläktens lager. Kylning av fläktmotorn försämras om ett smuts- och dammlager lägger sig på motorn och isolerar.
- Smuts, damm och spill från matvaror kan leda till försämrade hygien i disken i form av mikrobiologisk påväxt.
- Smuts, is, mat och prislappar kan sätta igen diskens avlopp och försämma avrinningsförmåga för kondensvatten från avfrostningar av kylbatteriet. Det kan leda till att vatten läcker ut på butiksgolvet och ökar risken för att kunder och personal halkar och gör sig illa. Vattenläckage som leder till våta butiksgolv där personer kan ramlar och skada sig bedöms av butiksägare som ett allvarligt fel. Stopp i avlopp kan också leda till igenisning av diskarna, dvs. isbildning uppstår, om kondensatvatten som inte kan rinna bort från disken fryser till is. Isuppbildning i disken kan leda både till att fläktar går sönder och ännu värre att hela kylbatteriet förstörs.
- Under den torra årstiden under vintern samlas väldigt lite vatten på kylbatteriytan, men ytan fungerar som ett smutsfilter då damm och smuts fastnar på ytan. När fukthalten i luften ökar dels under vår- och försommar och sedan med högsta värden vid årets fuktigaste månader juli-augusti bildas frostpåväxt på diskarnas kylbatterier. Det kan då inträffa att diskars avlopp sätts igen på grund av att kylbatterierna tvättas vid avfrostningar och smuts följer med kondensatvattnet. Det kan leda vatten rinner ut på butiksgolvet.

Ovanstående punkter leder till omkostnader för att åtgärda och/eller förhöjda driftskostnader för inköpt elenergi. Nämnade problem kan leda till driftstopp av kyl- och frysdiskar, med kassaktion av förstörda matvaror som följd.

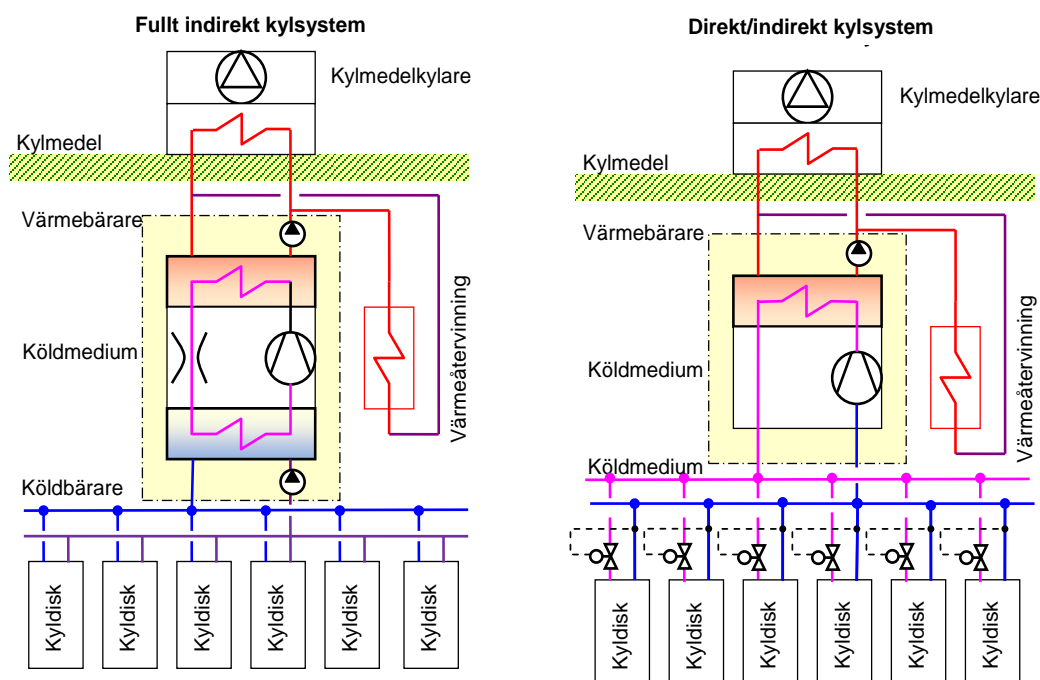
Kontakt med butiksägare och serviceföretag i referensgruppen pekar på att rengöringen idag i kyl- och frysdiskar i svenska livsmedelsbutiker är begränsad till synliga ytor. Det är ovanligt att man t.ex. lyfter plåtar för att se om kylbatteriet, fläktar mm behöver rengöring under sin livstid. Att det inte rengörs visar på att diskarna fungerar utan rengöring, men frågan är hur funktionsdugliga de är och om tvättning kan förebygga problem och sänka drift- och underhållskostnader. Ett minskat behov av el för att upprätthålla önskad temperatur i frys- och kyldiskarna hade sänkt driftskostnaderna. Kostnaden för att rengöra kyl- och frysdiskar ska ställas till de möjliga vinster man kan få av att rengöra diskarna. Möjliga vinster i form av

lägre omkostnader för driftenergi, avhjälpande underhåll och kasserade matvaror då diskar rengörs regelbundet är idag inte kända. Projektet initierades för att kunna svara på sådana frågeställningar.

2.1. Kyl- och frysanläggningar för livsmedelskyla i butiker

Detta projekt var inriktat på kyl- och frysdiskar som är kopplade till livsmedelsbutikkens centrala kyl- och fryssystem. Kyl- och fryssaggregat är då placerade i ett maskinrum och försörjer en eller flera kyl- respektive frysdiskar ute i affären och/eller kyl- respektive fryslagerum. 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, se Figur 1. I direkta system är det köldmediet som cirkulerar mellan diskar och kyl- och fryssaggregaten och/eller mellan aggregaten och kylmedelkylaren. I ett indirekt system har man ytterligare ett eller två medium för värmeöverföring mellan diskar och köldmediekretsen och/eller mellan köldmediekretsen och kylmedelkylare. I indirekta system brukar man prata om köldbärare eller brine på den kalla sidan, där värme förs bort från diskarna och om värmebärare eller kylmedel på den varma sidan där värme kyls bort i exempelvis en kylmedelkylare till uteluften.

I ett direkt system sker på den kalla sidan förångning av köldmedium i diskens kylbatteri (värmeväxlare) och i ett indirekt system sker en temperaturhöjning av köldbäraren, då den passerar batteriet och kyler den luft som ska hålla matvarorna i disken vid önskad temperatur.



Figur 1. Schematisk bild på ett fullt indirekt kylsystem, där en köldbärare går ut till kyldiskarna, respektive ett direkt/indirekt kylsystem där köldmedium går ut till kyldiskarna. (I ett fullt direkt kylsystem går köldmedium även ut till kylmedelkylare.) [3]

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 fryssaggregaten i maskinrummet. Ventiler reglerar flödet av köldmedium alternativt köldbäraren in till diskens kylbatterier.

2.1.1. Vertikala diskar

I en vertikal kyl- eller frysdisk är kylbatteriet oftast placerat i diskens botten eller rygg [4]. 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 luftrida, 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 returkaller för att åter kylas av kylbatteriet. Se Figur 2 för principskiss över luftströmmar i en vertikal disk.



Figur 2. Luftgenomströmning och luftrida i en vertikal disk. Kylbatteriet är här placerat i diskens bakre nedkant.

Luftridans 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 gör 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.

2.1.2. Horisontella gondoldiskar

En horisontell kyl- eller frysgondoler har en vågrät luftrida till skillnad från den vertikala diskens lodräta [4]. 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. Se Figur 3 för luftridå och luftströmmar i en gondoldisk.



Figur 3. Luftgenomströmning och luftridå i en horisontell gondol.
Kylbatteriet är här placerat i diskens botten.

2.1.3. Styrning av kyla till disk

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 frånslagspunkten 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 regulatorn. Denna ventil styrs både på lufttemperatur och på gasöverhettning. En skillnad mellan termostatisk ventil och pulsbreddmodulering är en större möjlighet att hantera påfrostning genom att hela luftberörda ytan utnyttjas bättre.

Om inte någon saggasvärmväxlare 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 [5]. 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.

I lagstiftningen finns det klart angivet att om livsmedel förvaras med något temperaturkrav skall den av tillverkaren angivna lagringstemperaturen vara uppfylld. Detta för att matvaran ska vara tjänlig till sitt bäst-före-datum [6]. Dessutom finns temperaturkrav i lagstiftningen för frysta varor och kylda animaliska produkter. Utförande av temperaturmätutrustning finns beskriven i standarderna EN 12830 [7], EN 13485 [8] och EN 13486 [9]. Dessa gäller alla nya instrument från 1 jan 2006 och äldre befintliga instrument från 1 jan 2010. De viktigaste kraven är följande [10]:

- Instrumentets mätområde skall vara -30°C till +20°C.
- Temperaturen skall kunna avläsas direkt på instrumentet.
- Instrumentet skall ha en noggrannhet på $\pm 0,5^\circ\text{C}$ inom mätområdet.
- Instrumentet skall kunna visa temperaturskillnader på $0,1^\circ\text{C}$.
- Instrumentet skall inom 3 minuter visa 90 procent av skillnaden mellan initialvärde och slutligt värde.
- Den temperaturkänsliga delen av instrumentet skall ge god termisk kontakt med produkten.
- Temperaturgivaren skall vara lätt att rengöra.
- Instrumentet skall vara försett med giltigt spårbart årligt kalibreringscertifikat.

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.

Ett kylbatteri i ett direkt system, där köldmediumet förångar i kylbatteriet, går antingen inte alls eller för fullt. Det är sant att kylbehovet, det vill säga temperaturdifferensen, indirekt styr expansionsventilen. Men direkt är det överhettningen av köldmediet innan det sugas in i kompressorn som styr. När styrande temperaturgivare i kyl- eller frysdisk kallar på kyla, öppnar sig magnetventilen före expansionsventilen som sedan styr och anpassar vätskeflödet in till kylbatteriet. Om disken ändras t.ex. genom att luftflödet minskar på grund av igensättning eller trasiga fläktar kommer expansionsventilen att släppa in mindre köldmedium till kylbatteriet i direkta system, eftersom det annars uppstår överkokning. För indirekta system med köldbärare, där köldbärarventilen antingen är på eller av, sker en kapacitetsminskning när luftflödet minskar och temperaturändringen ökar.

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 disken 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

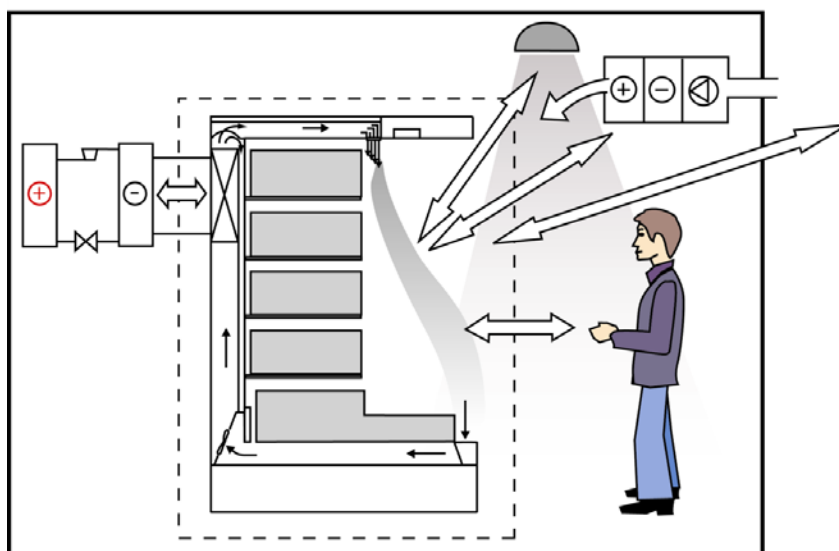
stigande temperatur på returluften, eftersom inblandningen av den varmare rumsluften ökar i den försämrade luftströmmen. Resultatet kan vara en stigande matvarutemperatur och en ökande kylning i värmeväxlaren.

Vid ett minskade luftflöde ger en styrande givare i returflödet en sjunkande tillloppstemperatur till disken. Den större inblandningen av rumsluft i returflödet vid ett lågt tillloppsflöde ger ett behov av kraftig kylning av tillloppsflödet för att fortfarande få rätt returtemperatur. Begränsningen blir köldbärartemperaturen. När inte en tillräckligt låg köldbärartemperatur kan erhållas, för att möta kylbehovet i disken, stiger returtemperaturen och ventilen står ständigt öppen.

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 rygglådan 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 värmeväxlaren. 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 luftströmmen i den punkten.

2.2. Kylbehov

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 4. Ett ökat kylbehov leder till förhöjda driftskostnader då behovet av elenergi för att driva anläggningen ökar.



Figur 4. Luftström och luftinfiltration i en vertikal disk

2.2.1. Luftinfiltration

Luftridån av kall luft, som blåses ut i disken och sugas in till diskens kylbatteri, ska fungera som en barriär mellan den kalla luften i disken och den varma luften i butiken. I en vertikal disk består 60-70 % av energiförlusterna, av infiltration av den varma omgivningsluften [2]. Att luftridån fungerar är viktig för att matvarorna ska hållas kalla och för ett minska kylbehovet. I kyl- och frysdiskar med lock och dörrar minskar infiltration av omgivningsluft.

Höga hastigheter för omgivningsluften leder till att luftridåns funktion försämras och i värsta fall helt förstörs. Kunder och personal som plockar ut och i matvaror i disken påverkar och bryter luftridån. Överlast av matvaror i disken kan hindra luftflödet och förstöra luftridån. I diskar där luft blåses ut genom ryggplåten kan luften blåsa rakt fram och förstöra luftridån om inte matvaror står på hyllplanen och hindrar luftflödet. Tvärdrag och påverkan av luftkonditionering och ventilationssystem kan också försämra luftridåns funktion.

2.2.2. Omgivningsklimat

Omgivningstemperaturen påverkar kylbehovet i kyl- och frysdiskar och dess prestanda. Hög utomhustemperatur eller stort antal kunder gör att inomhustemperaturen kan stiga och på så sätt öka kylbehovet [4]. Vid ökad inomhustemperatur är den luft som infiltreras till disken varmare och mer värme måste kylas bort.

Fukthalten i inomhusluften påverkar mängden vatten, som fälls ut som frost eller is på värmeväxlingsbatterierna i diskarna. Fukthalten är högst under sommarperioderna då mest frostpåväxt sker på kylbatterierna, vilket försämrar värmeöverföringsförmågan och ökar kylbehovet. Beroende på hur styrning av avfrostning av kylbatterierna sker, kan ökad luftfuktighet även leda till längre avfrostningstider för att smälta frostpåväxten. Vid avfrostningen kan inte disken kyla matvarorna och lufttemperaturen i disken stiger.

2.2.3. Blockerade kylbatterier och avfrostning

Blockeras kylbatterier minskas luftströmar i disken och leder till minskad kyleffekten hos kylbatteriet. Blockerade kylbatterier kan orsakas av smuts eller frostpåväxt på grund av avfrostningen inte fungerar. Det är viktigt att avfrostningsrutinerna fungerar för att smälta all den is och frost som fälls ut på kylbatterierna. Smuts på kylbatteriet isolerar kylbatteriet och kan försämra avfrostningens effektivitet. Minskad förmåga hos kylbatterier att kyla luften i disken leder även till att luftridån försämras.

2.2.4. Lastning av matvaror

Hur matvaror är lastade påverkar kyl- och frysmöblernas funktion. Fullastade diskar gör luftströmningen från diskens rygg mest jämn och matvaror på hyllplan hjälper till att hålla uppe luftridån. Överlast av matvaror däremot eller märkskyltar som blockerar luftinsug till kylbatteriet gör att luftströmmarna i disken förstörs och leder till ökat kylbehov och påverkar temperaturen för matvarorna [4].

Temperaturen på matvarorna som lastas in påverkar kylbehovet. Kyl- och frysdiskars funktion är att upprätthålla krävd lagringstemperatur för matvarorna, men inte att kyla ner varorna till rätt temperatur. Har matvarorna högre temperatur vid inlastning i diskar än vad som önskas, kommer i värsta fall kylsystemet inte klara av att kyla ner matvarorna till rätt temperatur och matvarorna blir förstörda.

2.2.5. Belysning

Värme kan överföras till disken via strålning från belysning i och utanför disken. Denna värme måste kylas bort för att hålla rätt temperatur i disken och påverkar kylbehovet. Strålning från belysning påverkar främst det främre eller översta matvarupaketet.

2.3. 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 serviceåtgärder 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.

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

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

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

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

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

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

2.3.1. Elkostnader – energieffektiviseringspotential

Om kylbatteriets förmåga att kyla luften i kyl- och frysdiskar förbättras kan det leda till ett minskat behov av inköpt el för att driva livsmedelskylsystemet. Energieffektiviseringspotential med att tvätta kyl- och frysdiskar ligger i minskad elanvändning för livsmedelsbutikernas kylsystem.

Det finns uppgifter i marknadsföring om tvättning av kyl- och frysdiskar som anger att 10-40 % av butikens elkostnad för kylda livsmedelsdiskar kan elimineras genom tvättning av kyl- och frysdiskar. Om verkligheten är den nedersta gränsen och om en tvättning per år är tillräcklig kommer det minska ägarens driftskostnad, dvs. kostnader för inköpt el.

Det kommer i framtiden att bli dyrare att inte tvätta, då styrning av disken blir allt mer känslig. Känsligare på det sättet att styrsystemet bestämmer det högsta möjliga förångningstrycket vid varje tidspunkt. I äldre, och därmed de flesta av dagens livsmedelsbutiker, är den från maskinrummet utgående köldbärartemperaturen i indirekta system fast inställd på ett så lågt värde att alla vanliga kylbehov i diskarna ska klaras. Köldbärarens utgående temperatur ställs lägre om värmeöverföringsförmågan i diskarnas kylbatteri är nedsatt på grund av exempelvis partiell nedisning eller försmutsning. Den minskade förmågan att kyla matvarorna i disken innebär då en förlängd öppettid på ventilen som styr det kylda vätskeflödet till disken. I maskinrummet inträffar egentligen inget annat än möjligen fler start - stopp hos kompressorerna, eftersom de flesta äldre kompressorsystem saknar annan delastfunktion än att kyla ner den begränsade ackumuleringen som finns i köldbärarsystemet. Start - stopp som reglerfunktion är slitsamt för kompressorer. Begränsningar för kompressordriften kan införas för att minska slitaget på kompressorerna, genom att ställa in tider på hur ofta och länge kompressorer får starta och stoppa. Om dessa begränsningar införas, som ger en viss tid från stopp till start som är längre än köldbärarsystemets ackumuleringsförmåga, kommer svängningar i disktemperaturer att inträffa. Begränsningarna i antalet starter ger dock en bättre driftsekonomi eftersom köldbäraren blir varmare av att föra bort värme från diskarna under en längre tid och därmed arbetar kompressorn på en högre "medelarbetspunkt", dvs. returtemperatur på köldbäraren. Ökat matsvinn på grund av missfärgning av t.ex. köttvaror är då inte medräknade.

För att få kylsystem att arbeta på en hög arbetspunkt har det införts flytande förångning för direkt förångning av köldmedium i direkta system och flytande framledningstemperatur för köldbärare i indirekta system. Innebörden är att så länge diskarna i systemet kan hålla temperaturen så arbetar kompressorsystemet på den mest ekonomiska arbetspunkten. När någon disk inte förmår att upprätthålla önskad temperatur ger den signal till maskinrummet om att sänka arbetspunkt för kompressorerna. Detta kommer då att påverka hela systemets driftsekonomi. För varje grad som köldbäraren eller köldmediet tvingas ner i temperatur blir uppskattningsvis ekonomin 3 % sämre i hela systemet för samma kylbehov. Skillnaden mellan ett normaltillstånd med flytande driftspunkt och den äldre tillräckligt låga driftspunkten är minst 5-7°K eller upp mot 20 % mer elenergi.

2.3.2. Underhållskostnader – stopp i avlopp

Att inte tvätta kyl- och frysdiskar kan innebära ökade underhållskostnader då problem ispåväxt och smuts sätter igen disken och dess komponenter ökar. Framförallt kan stopp i diskarnas avlopp härledas till att smuts sätter igen avloppen.

Igensatta avlopp leder till höjda underhållskostnader då butikspersonal och servicetekniker måste avhjälpa felet. Matvaror måste oftast plockas bort för att komma åt att rengöra avloppet. Kostnaden för igensatta avlopp uppgick till ca 8 500 SEK per år och butik i den studie som utfördes om vanliga och kostsamma fel hos kylsystem i livsmedelsbutiker [2]. Stopp i avlopp är vanliga under våren, då fukthalten i luften ökar och "sköljer" kylbatterierna från viss smuts vid avfrostning.

Det är inte bara ekonomiska skäl till minska antal stopp i avlopp. Ingesättning av avlopp kan leda till att vatten läcker ut på butiksgolvet och ökar risken att kunder och personal halkar och ramlar. Om handlarens syn på allvaret i att kunder kan halka och göra sig illa kunde omsättas till ett värde, är det möjligt att detta ensamt skulle betala tvättning av alla öppna kyldiskars kylbatterier.

Stopp i avlopp kan även medföra att den is och frost som smälter från kylbatterier vid avfrostning inte kan rinna bort från kyl- och frysdiskar. Vatten som inte avlägsnas från disken kan frysa till is och sätta igenom disken och förstöra kylbatteri, fläktar och andra komponenter.

2.3.3. Indirekta kostnader – matsvinn och minskad försäljning från kyl- och frysdiskar

Tvättning av kyl- och frysdiskar kan förbättra diskens funktion och förmåga att hålla matvarorna vid rätt temperatur. Matsvinn är matvaror som inte säljs. Den kassation av matvaror som uppstår på grund av matvaror har blivit förstörda av bristfällig kyla är en typ av matsvinn. Bristfällig kyla kan upptäckas genom att charkuterier blir grå och att kondens bildas inuti matvarupaketen. Grönsaker och frukt förlorar sin spänst och kan bli mindre fräscha på grund av bristfällig kyla.

Bristfällig kyla i diskarna leder till kassation av matvaror och/eller att servicegärder behöver göras i disken för att upprätta diskens kylfunktion. Vid serviceåtgärder i disken, t.ex. vid åtgärda stopp i avlopp plockas matvaror bort från disken och butiken förlorar intäkter om ingen försäljning kan ske av matvarorna som plockas bort.

En studie om drift och underhåll av kylsystemen i livsmedelsbutiker försökte identifiera den kassation av matvaror som uppstår på grund av fel på kylsystemen [2]. Ingen av de fjorton butikerna som undersöktes hade statistik på matvaror som slängts på grund av bristfällig kyla, utan schabloner fick användas för kassation av matvaror. I samma projekt identifierades omkostnader för att en kyl- eller frysdisk är ur drift genom att se utebliven försäljning som en kostnad [2]. Bruttomarginalen för försäljning från vertikala kyldiskar antogs vara ca 30 SEK per timma och löpmeter kyldisk respektive 15 SEK per timma och löpmeter frysdisk. Med den tid det tog i detta projekt för urlastning av matvaror, tvätt och ilastning av matvaror var kyl- och frysdiskarna ur drift ca 1,5–2,5 h/löpmeter kyldisk respektive ca 0,5 h/löpmeter frysdisk. Det medför en förlorad försäljning på ca 45–75 SEK/löpmeter kyldisk och 7,50 SEK/löpmeter frysdisk.

2.3.4. Kostnader för att utföra tvätt

Det kostar att genomföra tvättning av i kyl- och frysdiskar. Kostnader beror på diskens storlek, mängd och typ av matvaror som lagras i disken, försmutsningsgrad och omfattning av rengöringen. Denna studie syftar till att utföra en grundlig rengöring där hela disken ska rengöras inklusive kylbatterier i diskarna. Det kräver att matvaror avlägsnas från disken, vilket innebär omkostnader för butikspersonal eller tvättföretag som utför detta. Därefter ska diskens plåtar tas bort för att komma åt diskens kylbatterier. Det serviceföretag som underhåller butikens kylsystem måste kanske kallas in för att stänga av kyl- och frysdiskarna och åstadkomma en säker arbetsmiljö i fråga om elström och roterande fläktar då tvättningen utförs. Ett tvättföretag kan ha omkostnader i form av arbetstid, resekostnader och utrustningskostnader.

2.4. Inledande referensgruppsmöte

I projektet fanns en referensgrupp representerad. Deltagarna var handlare, servicetekniker, kyltekniker och tillverkare av kyl- och frysdiskar. Referensgruppen träffades två gånger för att diskutera tvättning av kyl- och frysdiskar samt preliminärt resultat av fältmätningar. Gruppen ansåg att stopp i avlopp är ett vanligt fel och tidskrävande att åtgärda då man måste komma in i diskarna och ta bort diskplåtar. Överlag är rådande diskar inte utformade för att underlätta service och det är ovanligt att underhållsvänliga diskar efterfrågas. Stopp i avlopp och igenisning av diskar är det vanligaste felen för kyl- och frysdiskar enligt gruppen. Is och smuts har ungefär samma påverkan på kylbatterier i diskarna. Både is och smuts sätter igen kylbatteriet och försämrar luftflödet och värmeöverföringsförmågan.

Hygien i kyl – och frysdiskarna och inommiljön i livsmedelsbutiken diskuterades också, bland annat hade en deltagare fått indikationer på att astma hos butikspersonalen var mer förekommande i äldre butiker. Bakterier och mögel kan växa i otvättade diskar och försämma luftkvaliteten i butiken. För att komma åt detta bör samtliga diskar och ytor i butiken tvättas. Ett annat problem som nämndes var att fukthalten ökar i disken om lock eller dörrar sätts på. Rengörs inte disken innan en sådan åtgärd, ökas risken för mikrobiologisk tillväxt, då fukt, bakterier mögel stängs inne i disken och skapar en gynnsam miljö för tillväxt.

En av frågorna som projektet ville svara på var hur stor mängd matvaror som kasseras på grund av de har blivit förstörda av bristfällig kyla. Enligt referensgruppen registreras inte matsvinn på grund av dålig kyla på ett sådant sätt att det är möjligt att få tag på dessa siffror. En av deltagarna berättade om ett försök att få reda på mängden matsvinn på grund av bristfällig kyla, men det var så komplext att det var svårt att genomföra och få tillförlitliga siffror.

3. Genomförande

Urvalet av kyl- och frysmöbler för fältmätning baserades på projektgruppens medverkande butiker. Mätningar utfördes på totalt fem vertikala kyldiskar och två frysgondoler, i tre olika livsmedelsbutiker lokaliserade i södra Västra Götaland. Mätningar skedde under februari till maj 2013.

3.1. Fältmätningar i kyl- och frysmöbler i butik

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 fånga 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.

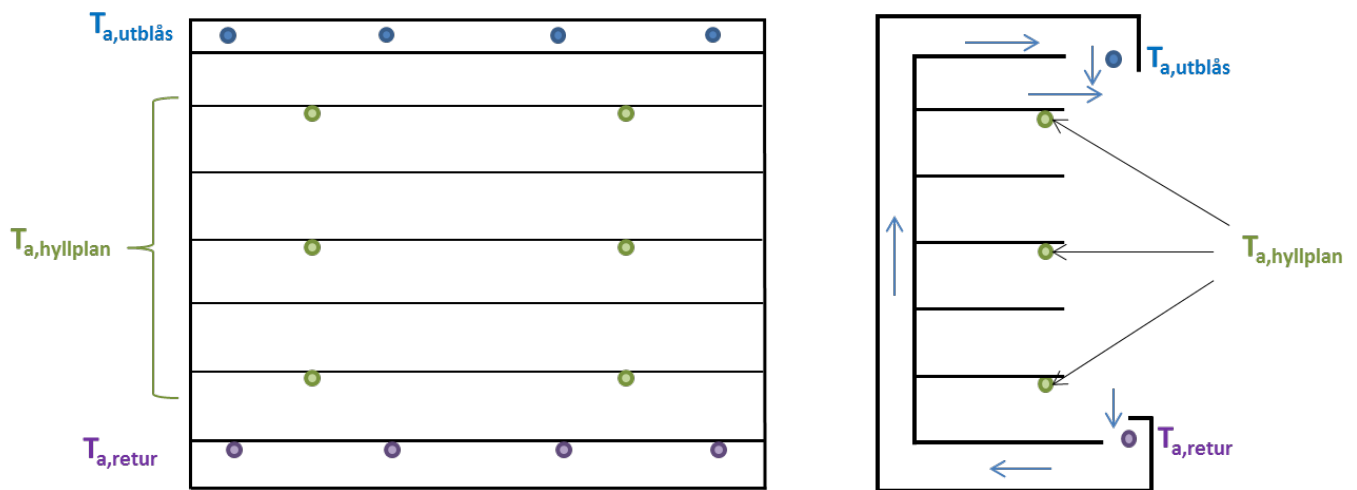
De tre livsmedelsbutikerna där fältmätningar utfördes benämndes A, B respektive C. Kylmöblerna i studien fick beteckning K ihop med butiksbeteckning och frysmöblerna F ihop med butiksbeteckningen. För en sammanställning av de objekt som deltog i fältmätningarna se Tabell 1.

Tabell 1. Kyl- och frysobjekt för fältmätning

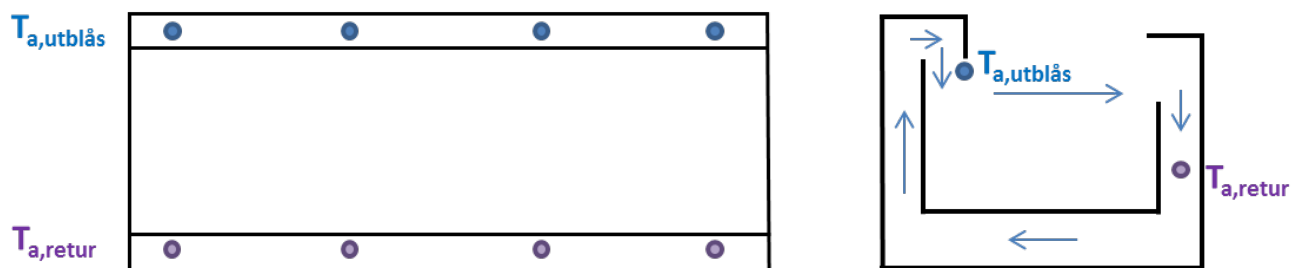
Beteckning i studien	Butik	Temperatur-nivå	Typ av disk	Längd [m]	Dörrar/Lock	Typ av system för kyla
KA1	A	Kyl	Vertikal, 6 hyllor	1,8	Ja	Indirekt
KA2	A	Kyl	Vertikal, 6 hyllor	2,5	Ja	Indirekt
FA1	A	Frys	Gondol	8,7	Nej	Indirekt
KB1	B	Kyl	Vertikal, 6 hyllor	7,5	Nej	Direkt
KB2	B	Kyl	Vertikal, 5 hyllor	7,5	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 5 för placering av lufttemperaturgivare i kylmöblerna och Figur 6 för lufttemperaturgivare i frysmöbler.



Figur 5. Placering av lufttemperaturgivare i vertikala kylmöbler. Kylmöbel sedd framifrån respektive i genomskärning sedd från sidan. Pilarna visar luftens flöde i möblen.



Figur 6. 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 returblås och på så sätt försämrar luftflödet. Det leder till att diskens luftridå 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 luftridåns 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 luftridån. 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 5 och Figur 6, mättes då temperaturgivare sattes upp i diskarna samt då de togs ned för att se om tvättningen hade påverkat lufthastigheten.

För utförligare beskrivning av de olika kyl- och frysmöblerna och fältmätningen, se Bilaga A.

En av deltagarna i referensgruppen har påbörjat ett energi- och underhållsprogram där samtliga kyl- och frysdiskar skulle tvättas i ett antal livsmedelsbutiker. Mätningar av elanvändning i butikerna skedde före och efter tvättning för att utvärdera tvättningens påverkan av butikens totala el. Resultat från sådan grundlig tvättning av samtliga kyl- och frysdiskar kommer även jämföras med mätresultat från fältmätningar i denna studie.

3.2. Tvättning

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.

Det företag som utförde tvättning av kyl och frysdiskar kontaktade de livsmedelsbutiker som deltog i projektet och butiksägarna sade ja till att tvättföretaget skulle utföra tvättningen. Tvättföretaget rengjorde diskarna genom att använda avjoniserad vattenånga. Rengöringsmedel används i de fall där enbart ånga inte fungerar på smutstypen. Då typen av smuts krävde mekanisk rengöring, skrapades smutsen bort. Livsmedelsbutikens personal plockade ut matvaror innan tvätt och lastade i dem efter tvätt. Serviceföretaget som ansvarade för kylsystem fanns till hjälp för att stänga av kyl- och frysmöblerna och bryta strömmen till dem.

Bikuporna som är placerade vid utblåskanalen i diskarna fungerar som ett filter och luddlikande smuts hade fastnat i bikupan i kylmöbel KA1 och KB1. Det hade även fastnat smuts i hålen i diskens ryggplåt, se Figur 7.



Figur 7. Kylmöbel KA1 före tvätt. Fläkt och bikupor för utblåsluften till disk i bild till vänster samt hål i ryggplåt i bild till höger.

I kylmöbel KA1 hade det runnit ut vätska från matvarupaket vilken hade bildat mögel på ryggplåten, se Figur 8



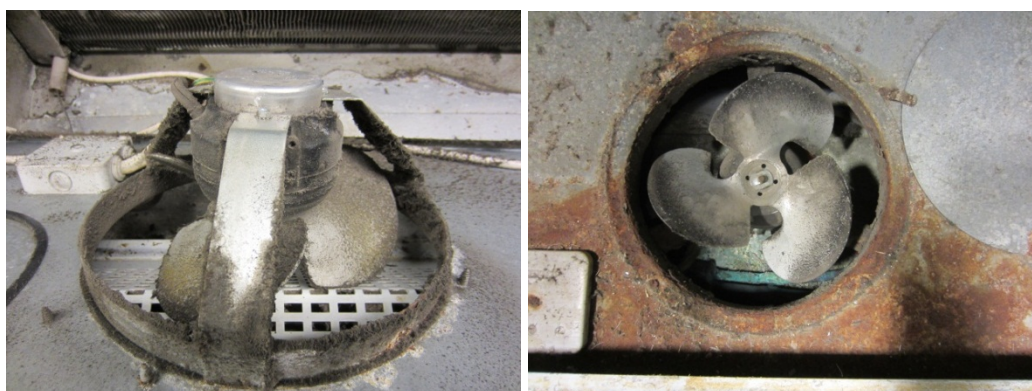
Figur 8. Kylmöbel KA1 före tvätt, påväxt på ryggplåt.

Ett av kylbatterier i KB1 hade deformerade kamflänsar som var smutsigare än kylbatteriet i övrigt, se Figur 9.



Figur 9. Kylmöbel KB1 före tvätt, kylbatteri

Figur 10 och Figur 11 visar en fläkt i kylmöbel KB1 före respektive efter tvätt.



Figur 10. Kylmöbel KB1 före tvätt, fläktar



Figur 11. Kylmöbel KB1 efter tvätt, fläkt

För utförligare beskrivning av tvättning i de olika kyl- och frysmöblerna, se bilaga A.

3.3. Förekomst av mikroorganismer och organisk smuts

Under det inledande referensgruppsmötet, se avsnitt 2.4, lyftes frågeställningen vad för mögel och bakterier som växer i diskar och som kan sprida sig med luften i butiken. Paket går sönder och exempelvis matvaror, köttsaft och/eller vätskan matvaror lagras i kan ramla eller rinna ner längs hyllor, bakom ryggplåtar och ner i disken. Det skapar en grogrund för mikrobiologisk tillväxt. Enligt referensgruppen kan kyl- och frysdiskar vara i drift i 10-20 år utan att ha rengjorts grundligt någon gång. Frågeställningarna handlade både om vikten av att veta omfattning av påväxt och eventuell spridning med inomhusluften samt hur hälsofarlig den mikrobiologiska påväxten är. Den luft som cirkulerar i disken kommer även ut och blandar sig med butiksluften. Innehåller luften i disken skadliga mögelsporer eller bakterier påverkas människor och de icke paketerade matvarorna. Det finns även bakterier som kan ta sig igenom förpackningar. Arbetsmiljö för butikspersonal och kontaminering av matvaror kan vara enda motiveringen som behövs för att rengöra hela kyl- eller frysdiskens grundligt. Ytterligare en diskussion som fördes under referensgruppsmötet var vikten av att kyl- och frysdiskar rengörs ordentligt innan dörrar och locks sätts på, om de redan har varit i drift en tid utan dörrar och lock. Sätts dörrar och lock på kommer luftfuktigheten av öka, möjligt ända upp till 100 %, vilket är en miljö som är gynnsam för tillväxt av mögel och bakterier.

Enbart paketerade matvarorna lagrades i de kyl- och frysdiskar där fältmätningarna utfördes. En provtagning av mikroorganismer och organisk smuts utfördes i kylmöbel KA1 och kylmöbel KA2 inom detta projekt för att uppskatta i vilken omfattning mögel och bakterier förekom i diskarna och om det var av någon skadlig sort eller omfattning. Provtagningen skedde vid tre tillfällen; före, under och efter tvätt genom att samla prov från luft och från hyllplanens ytor. Provtagning av luft genomförs för att få en uppfattning av om man vid rengöringen riskerar att sprida mikroorganismer till miljön runt kyldisken och på så sätt t.ex. smitta ner eventuella oförpackade livsmedel i närheten. Provtagning av ytor görs för att se om man lyckats få bort mikroorganismer och organisk smuts. Två tekniker används för ytprovtagning dels svabbprovtagning och dels tryckplattor. För att läsa rapporten i sin helhet, se Bilaga C.

3.4. Organisation – medverkan i projekt

ICA Sverige AB	Projektägare
SP Energiteknik	Projektledning och utförande
Referensgrupp	Livsmedelsbutiksägare, kyl- och frysdiskstillverkare, kyl- och servicetekniker och företag som arbetar med rengöring av diskar
Projektdeltagare	Livsmedelsbutiker, företag som gör rent kylbatterier, företag som servar kylsystemen i deltagande livsmedelsbutiker.

3.5. Tidsplan

Fältmätningar utfördes under februari till maj 2013. Mätningarna skulle från ursprunglig projektplan vara klara första april 2013, men tid för införskaffning av mätutrustning gjorde att projektet förlängdes i ett första skede till mitten av april. Mätningar utfördes i två butiker, varav tvätt skedde i en butik. Resultatet från den första butiken resulterade i att båda butikernas diskar ansågs vara för rena för att tvättning skulle vara lönsamt i andra butiken. Beslut fattades att hitta en butik med kyl- och frysmöbler som inte har tvättas under sin tid i drift och vara äldre än 10 år. Det medförde att projekttid förlängdes till början av september.

4. Mätresultat

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 elförbrukning 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

4.1. Resultat

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 energieffektiviseringsåtgärd 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 okulärbesikta 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. För placering av lufttemperaturgivare i de olika kyl- och frysmöblerna se Figur 12 och Figur 13.

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		Före tvätt			Efter tvätt		
		Luft utblås, °C	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				

4.1.1. Övriga resultat

Genom att utföra mätning i kyl- och frysmöblerna 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 luftridå, 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 påverkas att temperaturen ökar i belysningskällans närhet
- För kylmöbel KB2 är den relativa fukthalten i kyldisken 10-15 % högre under avfrostningsperioder än under kyldrifv. Vid avfrostningen smälter den frost eller is som har fällts ut på kylbatterier. En högre fukthalt i disken vid avfrostning tyder på att

vattenånga 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, se avsnitt 4.2.3 samt 4.3.2. Temperaturen i själva matvarorna mättes inte i studien och matvarorna har en större tröghet mot temperatursvariationer jämfört med luft. Men förhöjda lufttemperaturer under en längre tid kan medföra att matkvaliteten försämras.

4.1.2. Mätosäkerhet

Mätningarna kan påverkas av faktorer som exempelvis:

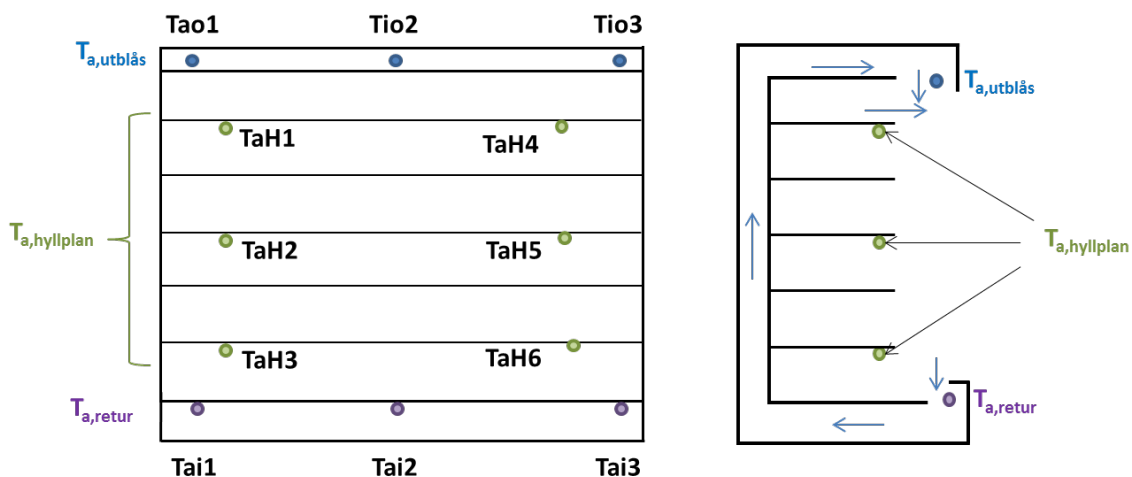
- Kyl-, eller frysmöbelns omgivande lufttemperatur, luftfuktighet och lufthastighet.
- Personal som lastar disk med nya varor.
- Varornas temperatur vid inlastningen. De kan vara kallare eller varmare än medeltemperaturen på luften i disken.
- Kunder som tar varor från disken påverkar luftfördelningen och därmed även lufttemperaturer i disken.
- Varor och prislappar som oavsiktligt hamnar på returluftgaller eller liknande kan påverka luftflödet och därmed även diskens lufttemperaturer.
- Givare för temperatur och luftfuktighet kan flyttas från sitt ursprungliga läge av kunder eller personal eller påverkas genom att de blockeras av ex. matvaror.
- Kyldiskens interna elförbrukare i form av belysning och fläktar kan ex. slockna respektive stanna vilket påverkar lufttemperaturer och lufthastighet.

Storleken för yttre påverkande faktorer som inte var uppmätta bedömdes ha stor inverkan och ger därmed en stor osäkerhet för dataanalyser och resultat. Vid jämförelser av data mellan olika veckor före och efter tvätt fanns även stor osäkerhet då storhelger eller liknande påverkar kyl- och frysmöblernas lastförhållande. De utvalda kyldiskarna som omfattades av denna undersökning, bedömdes av den erfarenhet som finns inom referensgruppen, vara renare än genomsnittet vilket också kan förklara svårighet med att i studiens mätdata se någon direkt påverkan av tvätt.

De olika temperaturmätningarna som gjordes var dels för luft i kyl- och frysmöblerna och dels för köldbärare till och från möblerna. För mätosäkerhet för temperaturmätningar, se bilaga B

4.2. Butik A

I denna butik har kyldiskarna dörrar, som hade satts på efter mer än fem års drift utan dörrar. Diskarna har inte rengjorts sedan de var installerade. Dörrar på kyldiskar innebär en jämnare temperaturspridning, mellan de olika mätpositionerna i diskarnas hyllplan samt i utblåsluften in till disken och i returluften ut från disken (se Figur 12 för mätpositioner), jämfört med de andra diskarna i studien som saknar dörrar. Butikens frysmöbel var en s.k. kombifrys med en frysgondol utan lock och över den fanns frysskåp med luckor. Endast frysgondolen ingick i fältmätningen.



Figur 12. Mätpositioner för lufttemperaturer i kylmöbel KA1 och kylmöbel KA2.

Vid montering av mätinstrument noterades att kyldiskarnas dörrkonstruktion hade relativt stora luftspalter och möjlighet finns för förbättra denna och därmed minska luftutbyte mellan kylt utrymme och omgivning. Det noterades även att de plåtar där fläktarna är monterade var bristfälligt monterade. Det medförde att luften till stor del återcirkulerade i botten på kyldisk KA1 istället för att cirkulera genom hela disken.

4.2.1. Kylmöbel KA1

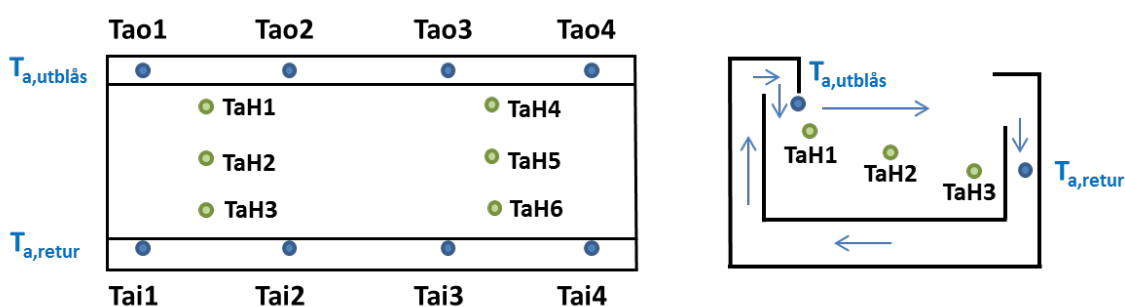
Efter tvätt minskade den uppmätta temperaturdifferensen på köldbäraren vilket indikerar att kyleffekten skulle minska om det antas att exempelvis faktorer som massflöde är konstant. Under samma mätperiod ökade samtidigt den omgivande lufttemperaturen och luftfuktighet i disken marginellt. Efter tvätt noterades att en fläkt stoppat och detta skulle åtgärdas av servicepersonal men det utfördes inte under mätperioden, se Figur B1, Figur B2 och Figur B11 i bilaga B. Bedömningen är att den minskade temperaturdifferensen på köldbäraren och förändrad drift av kyldiskens styrventil beror på fläkstopp och att ingen påverkan av tvätt kan fastställas för denna kyldisk.

4.2.2. Kylmöbel KA2

Vid jämförelse mellan data före och efter tvätt noterades mindre skillnader som kan påvisa en skillnad före och efter tvätt. Jämförs perioder med samma veckodagar är data i stort sett oförändrade. Vid analyser av data jämfördes differensen mellan köldbärarens returtemperatur och tillufttemperaturen i disken för att få ett värde för hur bra värmeöverföringen är mellan den kalla värmväxlarens yta och den luft som skall kylas. En hög temperaturdifferens betyder att värmeöverföringen är dålig pga. exempelvis igensättning av smuts. Data indikerade att tvätt påverkat värmeöverföringen men då skillnaden är liten och inom mätosäkerheten kan storleken för energibesparingen inte bestämmas. Som tumregel anges att en höjning av förångningstemperaturen med 1K ger en minskad elförbrukning med ca 3 %. I det här fallet visade data för köldbärarens returtemperatur i denna disk en höjning på mindre 0,5 K vilket på systemnivå antas bli försumbart.

4.2.3. Frysmöbel FA1

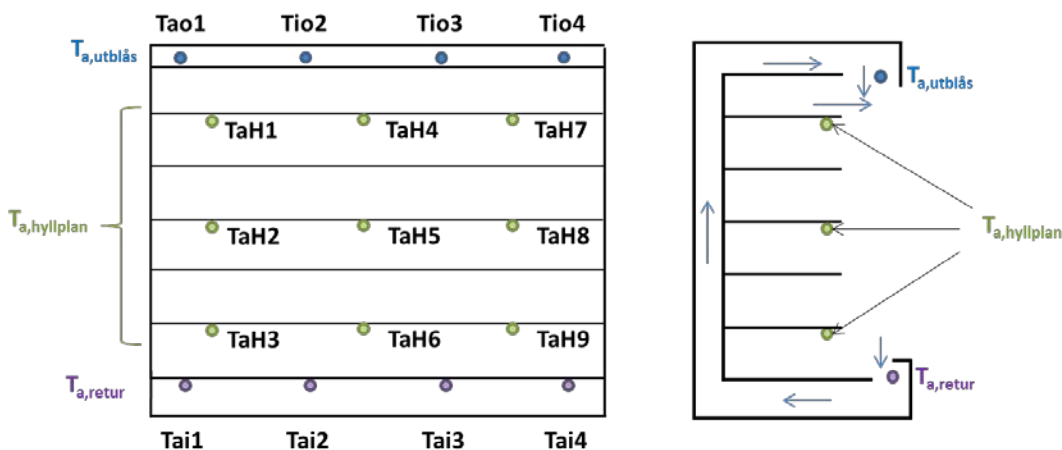
Efter tvätt ökar köldbärarens framledningstemperatur från $-27,5^{\circ}\text{C}$ till $-26,1^{\circ}\text{C}$ vilket för denna disk motsvarar en energibesparing på drygt 3 % enligt ovan nämnda tumregel. Den omgivande lufttemperaturen ökar marginellt under samma mätperiod liksom utetemperaturen. För övrigt kan nämnas de högre lufttemperaturerna som uppmättes under frysdiskens avfrostningsperioder. Temperaturgivare placerade även i det utrymme som lagrade matvaror genom att fästa dem på matvaruavskiljare, se TaH1-TaH6 i Figur 13. Temperaturgivarna sattes likt i en trapp i med TaH1 respektive TaH4 på översta trappsteget och TaH3 respektive TaH6 på nedersta trappsteget. Denna mätning av lufttemperaturer i olika höjder i frysgondolen visade på en stor spridning dvs. det blev som förväntat kallast på lägre mätpunkter. Den högst belägna mätpunkten hade en lufttemperatur över 0°C under de sista ca 20 minuterna av avfrostningsperioden, se Figur B13 i bilaga B. Varje dygn gjordes en avfrostningsperiod mellan ca kl. 01:50-02:50. Hur matvarornas temperatur påverkades under avfrostningsperioden är okänt då det inte ingick i studien. Se Bilaga B och diagram för frysmöbel FA1 för mer information.



Figur 13. Mätpositioner för lufttemperaturer i frysmöbel FA1. Frysgondol sedd ovanifrån respektive i genomskärning från sidan

4.3. Butik B

För att få data från diskar som inte rengjorts i samma utsträckning som butik C:s diskar, genomfördes på kort tid ett urval av två kyldiskar och mätning i ytterligare en livsmedelsbutik. Det anmärkningsvärda var de höga lufttemperaturerna i disken med temperaturkänsliga varor fast den var relativt ren före tvätt. Till skillnad mot övriga butiker gjordes här även mätningar av elförbrukning för den kylkompressor som försörjde de två kyldiskarna. Mätningarna visade på en högre elanvändning efter tvätt, vilket kopplas till den högre omgivande luftfuktigheten. Högre luftfuktighet gör att frost fälls ut på kylbatteriet och försämrar värmeöverföringsförmågan och att mer elenergi går åt vid avfrostningarna. Mätpositioner för kylmöbler i butik B ses i Figur 14.



Figur 14. Mätpositioner för lufttemperaturer för kylmöbel KB1 och kylmöbel KB2.

4.3.1. Kylmöbel KB1

Denna disk hade ett smutsigt galler för returluften i nedre delen av disken, vilket även visade sig vid de enkla lufthastighetsmätningar som gjordes före och efter tvätt. Lufthastigheten uppmätt med vinghjulsanemometer ökade vid intagsgaller efter rengöring med ca 30 %. Generellt ökade alla temperaturer efter tvätt liksom omgivande relativ fuktighet. Lufttemperaturerna i diskens hyllplan hade en stor temperaturskillnad mellan de olika positionerna och den blev större efter tvätt. Varför lufttemperaturer blev högre efter tvätt är inte undersökt. En teori kan vara att den högre relativa luftfuktigheten i omgivning i kombination med ett högre luftflöde generellt gav en högre lufttemperaturer i disken.

4.3.2. Kylmöbel KB2

Då disken tömts från varor och plåtar demonterats konstaterades det okulärt att disken var renare än förväntat och beslut fattades att KB2 inte skulle tvättas av tvättföretaget. Istället gjorde butikens personal en rengöring av hyllplan och bottenråg med avlopp. Här kan poängteras ytterligare en gång att metoder bör arbetas fram för att enkelt och snabbt okulärbesikta kyl- och frysmöbler, fastställa försmutsningsgrad och om behov finns för rengöring. Dessutom bör i detta fall metoder för att kvalitetssäkra varutemperaturer i diskar förbättras då temperaturmätningarna för denna disk under redovisad period visar för höga lufttemperaturer, se Figur B14 i bilaga B. De högsta temperaturerna infaller under nattetid ca kl. 22:00-06:00 då nattgardiner används och avfrostningsperioder sker. Vid avfrostning värmdes kylbatterier för att få bort frost- eller ispåväxt från kylbatteriet. Temperaturen ökar då i disken. De lägsta lufttemperaturerna under natten är ca 9°C och de högsta ca 12°C. Matvarornas temperatur är okänd.

4.4. 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.

4.5. Kundgenomströmning och matsvinn

Under fältmätningen uttrycktes önskemål om att butikspersonal skulle föra loggbok över aktiviteter i kyl- och frysdiskar, så som matsvinn och om serviceåtgärder har utförts, samt informera om kundgenomströmning och eventuellt matsvinn på grund av att matvaror förstörs av bristfällig kyla. Då detta inte följdes upp kontinuerligt under mätningen och senare bedömdes ge ospecificerade samt tal med stor osäkerhet kan inget resultat redovisas för dessa moment.

4.6. Mikroorganismer och organisk smuts

Inom projektets ram utfördes även provtagning för att analysera förekomsten av mikroorganismer och organisk smuts i två av de tre kylmöblerna som tvättades i projektet. Provtagningen skulle både svara på vilka halter av bakterier, mögel och jäst som förekom i kylmöblerna före och efter tvätt. I bilaga C kan rapporten läsas i sin helhet. 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/m³, 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/100cm² 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.

5. Slutsatser och diskussion

Detta kapitel lyfter de frågeställningar som har uppstått under projektet och diskuterar kostnadsutvärderingen som beskriver vad det kostar att inte rengöra kyl- och frysdiskar.

5.1. Kostnadsutvärdering och nyckeltal

I avsnitt 2.3 identifierades parametrar som avgör om det är ekonomiskt lönsamt att tvätta kyl- och frysdiskar så grundligt att även kylbatteriet rengörs. Det är ekonomiskt lönsamt att utföra tvättning om det kostar pengar för butiksägaren att inte tvätta, enligt ekv. 1. Om elkostnaderna, ekv. 2 minskar efter att tvätt har utförts indikerar det rengöring medför en energieffektiviseringspotential. Fältmätningen i denna studie kunde inte säkerställa en elbesparing, som följd av bättre kylförmåga i och med att kylbatterier rengörs. Mätosäkerhet på grund av yttre faktorer, se avsnitt 4.1.2, var för stor för att kunna identifiera storleken på en eventuell energibesparing.

För att avgöra hur tvättning av kyl- och frysdiskar påverkar antal stopp i avlopp behövs en längre mättid än två veckor. Troligen behövs mätning ett år före tvätt och ett år efter tvätt, för att få de klimatvariationer som finns under året. Statistik för matsvinn som beror på bristfällig kyla i kyl- och frysdiskar kunde inte fås då livsmedelsbutikerna inte bokför denna kategori av matsvinn. Kalkylen för vad det kostar att inte tvätta kyl- och frysdiskar kunde därför inte göras. Kostnadsutvärderingen i avsnitt 2.3 kan istället användas som stöd för butiksägare vid urvärdering om vad för omkostnader tvättade eller inte tvättade kyl- och frysdiskar innebär i den egna butiken.

I kostnadsutvärdering är SEK per år angiven som enhet. För att kunna jämföra olika livsmedelsbutiker eller samma butik då antalet kyl- och frysdiskar skiljer sig åt över tid behövs ett nyckeltal som beskriver storlek eller kapacitet på diskarna. Möjligtvis kvadratmeter eller kubikmeter kyl- och frysdiskar eller antal löpmeter kyldisk respektive frysdisk. För att kunna uttala sig om hur olika åtgärder sänker energibehovet för att driva kylsystemet och på så sätt sänka butikens elkostnader, krävs separat mätning av den el som används för livsmedelskyla.

5.1.1. Kostnadsindikation för att utföra tvätt

I detta projekt tog aktiv rengöring mellan 0,5-1,5 h/löpmeter kylmöbel. Den frysmöbel som rengjordes hade en rengöringstid på 0,25 h/löpmeter, men ansågs av tvättföretaget vara lätt försmutsad.

Tid per löpmeter för att lasta i och ur kyl- och frysmöbler beror på antal hyllor i diskarna samt antal och storlek på matvaror som lagras i disken. I detta projekt tog det ca 1 h/löpmeter vertikal kyldiskar med 5-6 hyllor och 0,2 h/löpmeter frysgondol för att hantera matvaror i och med tvättning av diskar. I hanteringen ingick urlastning av matvaror före tvätt och ilastning efter tvätt.

Timkostnader för tvättföretag och butikspersonal och löpmetret disk avgör den totala kostnaden för att tvätta kyl- och frysdiskar. Till detta tillkommer eventuella kostnader för resor, riggning och utrustning för tvättföretag och för att serviceföretag ska stänga av och sätta igång diskar före och efter tvätt. Servicekostnaderna per löpmeter disk kan minskas om flera diskar rengörs åt gången och att planerad service, som exempelvis byte av trasiga fläktar görs i samband med tvättningen.

5.2. Avslutande referensgruppsmöte

I april 2013 hölls det andra referensgruppsmötet för att diskutera det första resultat som fåtts av fältmätningar i butik A. Slutsatser var att status på disken är viktig för att avgöra om tvättning ska utföras eller inte. Problemet är att för att veta status så som smuts, trasiga komponenter och korrosion i diskar så måste diskplåtar tas bort, vilket är tidskrävande. Att lättare komma in i diskar underlättar service och diskar bör utformas utan svåråtkomliga fickor där smuts kan ansamlas. Enligt referensgruppen går det inte att avgöra hur smutsig en disk är förrän plåtar tas bort, då konstruktionen påverkar var smuts ansamlas och man inte ser smutsen på kylbatterier och fläktar förrän plåtarna är borta. I en butik där rengöring av diskar aldrig har skett under den tid diskarna har varit i drift bör dock samtliga diskar rengöras fullständigt i ett första skede, enligt referensgruppen. Sedan bör ytterplåtar, dräneringståg och avlopp rengöras en gång per år för att hålla undan smuts. Dessa åtgärder minskar behovet att rengöra kylbatteri och ta bort samtliga plåtar för grundligare rengöring.

Referensgruppen lyfte att rengöra en smutsig disk kan vara skillnaden på att ha en funktionsduglig disk eller inte. Enligt två referensgruppsdeltagares erfarenhet av tvättning av kyl- och frysdiskar, så minskar spridningen av lufttemperaturer i disken efter rengöring och disken håller den temperatur den ska ha jämt spridd i disken. Frågan butiken ska ställa sig är inte enbart om rengöring kan minska energibehovet, utan om disken är funktionsduglig eller inte. Energiförbehovet kan öka beroende på vad den givare som styr tillförsel av kall köldbärare eller köldmedium är placerad i disken. Vid dålig luftcirkulation kan givaren vara placerad i en kall del av disken, exempelvis vid kylbatteriet, och vara kall utan att temperaturen i disken är tillfredställande. Ökar luftcirkulationen efter rengöring, passerar mer uppvärmd luft kylbatteriet och disken kallar på mer kyla. Men diskens funktion fungerar, dvs. att säkerställa kvaliteten på matvarorna genom att upprätthålla krävd temperatur.

Vidare ska styrande givare och inställningar ses över, så man vet var de sitter och vad för börvärde som är inställt. Temperaturgivare kan driva och skadas, vilket resulterar i att de visar en temperatur skild från verkligheten. Instrument som används vid mätning och registrering av temperatur i kylda och djupfrysade livsmedel skall följa internationella standarder EN 12830 [7], EN 13485 [8] och EN 13486 [9] med krav på att utrustningen ska kalibreras [10].

Temperaturgivare ska kalibreras men det utförs i regel inte och rutiner för utförande saknas. Kommunernas avdelning för Miljö och Hälsa ansvarar för övervakande kontroll och de kontor som referensgruppsdeltagarna varit i kontakt med för rådfrågning saknade information och instruktioner om hur kalibrering bör utföras och hur detta ska kontrolleras.

Regelbunden kalibrering ökar vikten av att givarna är lättåtkomliga. Antalet temperaturgivare i disken minskar om en givare kan tillgodose samtliga tre funktioner, så som styrning, övervakning och visning av temperatur för kund. En referensdeltagare påpekade även att det inte bara är svårt att demontera diskar, de kan även förstöras vid uppmontering om det inte är självklart hur det ska utföras och saknas beskrivning hur disken ska sättas ihop igen. Plåtar kan deformeras och skadas om de sätts och monteras felaktigt.

5.3. Diskussion

Inom projektet fick en metodik skapas för att i fält mäta temperaturer i kyl- och frysmöbler i livsmedelbutikerna, då en sådan metodik inte fanns. Fältmätningar utfördes i ett begränsat antal kyl- och frysmöbler och det är inte känt om de presenterar genomsnittet för hur kyl- och frysdiskar ser ut i Sverige gällande försmutsningsgrad. Tvättföretaget, som rengjorde diskarna i projektet, ansåg att diskar var rena i förhållande till de kyl- och frysdiskar de har kommit i kontakt med under sin yrkestid. De diskar i studien, som var över 20 år och aldrig hade rengjorts, hade antingen bra konstruktion för att förhindra försmutsning eller så var

butikerna rena, då även dessa ansågs rena av tvättföretaget. För övriga butiker var troligen den låga försmutsningsgraden ett tecken på att butikerna håller efter sina diskar. Även referensgruppen ansåg att de kyl- och frysmöbler som medverkade i studien hade en låg försmutsningsgrad jämfört med vad de hade erfarenhet av i sitt arbete. Denna uppfattning kan vara ett tecken på att det är en stor variationen i försmutsningsgrad för de kyl- och frysdiskar som är installerade i Sverige idag. Projektet påvisade även att det saknas metoder för att bestämma eller mäta försmutsningsgraden i möblerna.

Resultatet av denna studie var främst den diskussion som uppstått kring matvarusäkerhet och kyl- och frysdiskars konstruktion. Frågeställningar såsom:

1. *Säkerställa kvaliteten på matvaror*

Kyl- och frysdiskars förmåga att säkerställa matkvaliten är en fråga om temperatur och temperaturfördelning i disken. Matvarorna ska hålla rätt temperatur, dvs. den temperatur som matvarutillverkaren har satt för att matvaran inte ska bli otjänlig före bäst-före-datumet. Det ställer krav på rätt lagerhållningstemperatur upprätthålls i hela disken. En funktionsduglig disk kan kyla luften i disken till rätt temperatur och fördela den kylda luften jämt över matvarorna. Det krävs kontroll och övervakning för att säkra att rätt temperatur upprätthålls för alla de matvaror som lagras i disken. Det är viktigt att vara medveten om att temperaturen i disken varierar både över tid, dag och natt, och i olika positioner. Kylbatteriets kylförmåga, luftcirkulation i disken och påverkan från yttre faktorer (ex. omgivande klimats temperatur, belysning och ventilation) är avgörande för temperatur och temperaturvariationer.

2. *Placering, börvärden och kalibrering av temperaturgivare.*

Temperaturen i kyl- och frysdiskar varierar både i tid och i position, och lagringstemperaturen är avgörande för att säkerställa kvaliteten på matvarorna. Frågan är då var i disken man ska placera de temperaturgivare som styr kylan till disken och används för övervakning av lagringstemperatur, för att se till att alla matvaror håller rätt temperatur. Det finns ingen standard för hur detta bör utföras. Nästa fråga är om den temperatur, som givarna mäter är den verkliga. Temperaturgivare kan försämrats och skadas och ska kalibreras för att veta hur stor mätavvikelsen givaren har från verklig temperatur. Inställda börvärden för styrande givare är avgörande för den temperatur som upprätthålls i disken och den energi som krävs för att driva disken.

3. *Konstruktion och användarvänlighet för att underlätta service.*

Kyl- och frysdiskars huvuduppgift är att exponera varor och lagringstemperaturen vid krävd temperatur. Vid tvättning av diskar eller åtgärder inne i disken, så som exempelvis fläktbyten, krävs att diskplåtar avlägsnas för att komma in i disken. Demontering och hopsättning kan vara mer eller mindre arbetskrävande och disken borde konstrueras för att förenkla denna process. Beskrivningar och skisser på diskens konstruktion och på hur ska plåtar ska demonteras och sättas tillbaka borde medfölja vid leverans, för att undvika att disken skadas på grund att exempelvis plåtar sätts tillbaka på felaktigt sätt. Likaså bör man även säkerställa att denna förklaring finns på t ex undersida av plåtarna för att illustrera hur man monterar samman plåtarna istället för en bunt papper som läggs på hög långt bort från disken. Val av material kan förenkla rengöring och diskarna bör konstrueras så att smuts inte ansamlas i svåråtkomlig utrymmen. Användarvänliga diskar i fråga om service och tvättning efterfrågas sällan, enligt referensgruppens erfarenhet. För att få mer servicevänliga diskar ute i butikerna, måste livsmedelsbutiker vara villiga att betala för sådana konstruktioner.

Fältningsmätningen påvisade att temperaturvariationen både i tid och mellan olika positioner i disken minskade efter tvättning. Försmutsning ökar temperaturvariationerna i disken och

påverkar diskens funktionsduglighet i fråga att hålla jämna och rätt lagringstemperatur för matvarorna. Tvättning av kyl- och frysdiskar förbättrar förmågan att säkerställa matvarukvaliteten. I samband med tvättning bör även temperaturgivarnas funktion kontrolleras genom att kalibrering. Temperaturgivare i diskar sitter ofta på ett sådant sätt att diskplåtarna måste tas bort för att givarna ska bli åtkomliga. Åtgärder inne i kyl- och frysdiskar, som kräver att matvarorna och diskplåtar plockas bort är arbetsintensiva och med för omkostnader [2] och att samordna serviceåtgärder i diskarna till ett tillfälle minskar omkostnaderna.

Under fältmätningarna upplevdes den begränsade framkomlighet i och runt kyl- och frysmöblerna samt bristen på beskrivningar om diskarnas och kylsystemens konstruktion och styrning som svårigheter i arbetet. Dessa svårigheter gav en indikation på hur serviceteknikers vardag ser ut, när de ska åtgärda fel i kyl- och frysmöbler. De insatser i tid och resurser som krävdes för att komma in i kyl- och frysmöblerna ökade förståelsen varför kyl- och frysdiskar överlag inte rengörs på regelbunden basis. Aspekter som att utföra arbete i säker arbetsmiljö, utan roterande fläktar och utan fara för elkontakt, ställer krav på att kunna stänga av diskar. Matvaror som kräver kylning måste lagras på annat ställe, för att deras temperatur inte ska överstiga ställda krav och blir förstörda, vilket kräver logistik och annat lagringsutrymme. Kundens uppfattning om miljön i butiken är också en viktig aspekt. De kan uppfatta butiken som stökig och svårtillgänglig när underhållsarbete pågår. Dessutom är en avstängd disk egentligen det samma som driftstopp i försäljningsprocessen, då livsmedelsbutikens huvudprocess är att sälja matvaror. Genom fortsatt diskussion mellan handlare, serviceföretag samt kyl- och frysmöbeltillverkare om vilka krav som ska ställas på diskar kan utformning, konstruktion och prestanda göras så att underhåll förenklas och matkvaliteten säkras. Ett sådant forum för diskussion är BeLivs.

Val av ytmaterial i diskar för att öka diskens hållbarhet och underlätta rengöring är en fråga för diskussion och hjälp från experter i frågan. I studien hade vissa diskplåtar ha en skrovlig yta där smuts lätt fastande och var svårt att ta bort och material- och konstruktionsval borde förenkla rengöring av disken.

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 mätosäkerhet från yttre faktorer. Istället kan det avgörande för att tvätta eller inte tvätta kyl- och frysdiskar främst vara en fråga om att förbättra innemiljö i butiken och säkra kvaliteten på matvaror. Innemiljön 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 luftridå 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 kylmöblerna, vilket förbättrar luftridån i disken.

5.3.1. Utföra tvättning

Det finns en rad svårigheter med att rengöra kyl- och frysmöbler. För det första ska försmutningsgrad bestämmas för att avgöra rengöringsbehov- och metod. Är disken smutsig invändigt, dvs. bakom de plåtar som är synliga för kunder, behövs en fullständig rengöring av hela disken. Detta bör göras så att ingen kvarvarande smuts finns kvar som kan sprida sig i disken och förkorta tiden som kyl- och frysdiskarna är ren. Vid tvättningen ska eventuella

bakterier och mögel tas bort utan de påverkar människor och mat, vilket ställer krav på tvättningsmetod och skydd. För det andra ska disken stängas av och plåtar avlägsnas för att komma åt att rengöra kylbatterier. Att stänga av en disk kan kräva insatser från kyltekniker, då strömförsörjning och hur man stänger av disken inte alltid är känt av butikspersonalen. Tiden för att plocka bort och stätta tillbaka plåtar beror på diskkonstruktion och utan beskrivning hur detta ska utföras kan vara svårt att få tillbaka plåtar på rätt plats utan att förstöra disken och plåtar. För det tredje bör personer som utför en fullständig rengöring ha kyl- och elteknisk kunskap för att inte skada kylbatteri och annat känsligt material och komponenter som exempelvis givare, fläktar, lysrör och kablage.

Det krävs en samordnande person eller ett företag som koordinerar alla de delmoment som krävs vid tvättning. Delmoment som att plocka ur diskar i rätt tid, stänga av diskar och göra dem strömlösa, se till att sätta upp skydd om det är risk för att smuts yr ut i butik vid tvätt, dra kablar och vattenslangar till tvättningsutrustning samt se till att inte kunder och personal ramlar på de framdragna kablar och slangar.

5.3.2. System för livsmedelssäkerhet

Problemet med att mäta lufttemperatur för kyl- och frysdiskar för att säkerställa matkvaliteten är att temperaturen varierar i disken och det är av betydelse var den temperaturgivare som används för övervakning och kontroll sätts. Man måste vara medveten om att temperaturen i disken varierar både i tid och i olika delar av disken. Placering, tröghet och antal temperaturgivare för övervakning är avgörande för vilken lagringstemperatur livsmedel antas ha. Det är inte heller säkert att temperaturgivarna är stabila över tid och inte skadas av slag eller fukt under den tid de är placerade i disken. Uppföljning och kalibrering krävs för att korrigera felvisningar. I den meningen kan tilltron till ett övervakningssystem göra att krävd temperatur för att säkerställa att matvaran håller sitt bäst-före-datum inte upprätthålls.

Det borde finnas ett livsmedelssäkerhetsystem för livsmedelsbutiker, som förenklar deras arbete med att upprätthålla rätt temperaturer för de matvaror som lagras i butiken. Kvalitetssystemet bör innehålla mätbara krav på temperaturer och temperaturspridning i kyl- och frysmöbler, samt checklistor och rutiner kring hur dessa krav praktiskt ska uppnås och tekniskt kontrolleras. Det är ett arbete som livsmedelbutiker behöver hjälp med från olika företag och myndigheter som kan tekniken bakom kylinstallationerna, har kunskap om livsmedel och kan system för butikernas egenkontroll. En ökad kunskap behövs även gällande olika typer av kylmöbler som skiljer sig åt gällande förvaringstemperaturer. Exempel på rutiner är var temperaturgivare borde sitta i disken, hur och när temperaturgivarna ska kalibreras och vilken mätutrustning kan användas för att ytterligare kontrollera lagringstemperaturer. Dokumentation för inställningar och placering av styrande respektive övervakande temperaturgivare behövs för att underlätta arbetet och få historik.

I kvalitetssystemet för livsmedelssäkerhet ska planerat underhåll läggas in och schemaläggas för att samordna aktiviteter och effektivisera

5.4. Kravspecifikation - tvätt av kylbatterier

Det finns ett antal saker att tänka på gällande tvättning av kylbatteri i kyl- och frysdiskar. En kyl- eller frysdiska kan tvättas mer eller mindre grundligt. Med fullständig tvättning menas att hela disken rengörs, både ytor som exponeras mot kund och insidan av disken, så som exempelvis kylbatteri, fläktar, luftgaller och avlopp. Den enklaste typen av rengöring är att endast hyllplan och de ytor som exponeras för kund torkas av. Hur grundligt och hur ofta en kyl- eller frysdisk ska tvättas beror på typ av försmutnings och försmutningsgrad, vilka är svåra att avgöra innan diskens plåtar tas ner.

- Rekommendationen är att som första steg tvätta disken fullständigt och grundligt om den aldrig har rengjorts under sin tid i drift. Intervallet för fullständig tvätt varierar mellan olika typer av kyl- och frysdiskar och mellan olika livsmedelsbutiker. Men enklare tvättning, där hyllplan och avlopp rengörs, bör göras årligen.
- Olika kyl- och frysdiskar har olika stort behov av rengöring. Behovet beror t.ex. på diskkonstruktion, ålder på disken, typen av matvaror som lagras i disken, diskens placering i butiken och innemiljön i butiken, som både kan bero av uteluften och kundgenomströmning.
- Försmutsningen i diskar kan t.ex. bestå av matspill, damm, hår, prislappar där mögel och bakterier kan växa. Olika typer av försmutning kräver olika typer av tvättningsmetoder, exempelvis våt avtorkning, spoling med vatten eller skrapning.
- Rådgör och låt fackkunniga rengöra känsliga delar i kyl- och frysdiskar för att inte skada komponenter som exempelvis kylbatteri och fläktar, och för stänga av disken föra att säkerställa god arbetsmiljö för den som utför tvättning.
- Det finns olika sätt att tvätta och rengöra kyl- och frysdiskar, där olika tvätföretag har utarbetat sina egna metoder för att rengöra.
- Tänk på avskärmning vid tvättning och att området runt disken som tvättas är säkert för kunder att vistas runt i fråga om exempelvis snubblings- eller halkrisk.
- Vid fullständig tvättning av kyl- och frysdiskar behövas diskplåtarna plockas bort för att sedan sättas ihop efter tvätt. Vid inköp av diskar, kräv att det finns en beskrivning på hur detta ska göras utan att skada disken, som bör sitta fast på disken.
- Det behövs en sammordande funktion vid tvättning för att planera resurser och tid för att lasta ur matvaror, att stänga och frosta av disken samt att utrustning för tvättning finns på plats. Planera även in andra serviceåtgärder i disken i samband med tvättning, exempelvis fläktbyte eller kalibrering av temperaturgivare
- Stopp i kyl- och frysdiskars avlopp kan leda till att vatten rinner ut på butiksgolvet och kan göra att personal och kunder halkar och skadar sig. Om disken hålls ren och isfri, minskas risken för stopp i avlopp och vattenläckage på butiksgolvet.
- Innan dörrar och lock sätts på befintliga kyl- och frysdiskar ska disken rengöras fullständigt, då lufthalten i disken ökar med dörrar och lock. Ökade fukthalt kan gynna påväxt av bakterier och mögel.
- För att avgöra energibesparing i och med tvättning av kyl- och frysdiskar behövs separat mätning av el för att driva butikens livsmedelskylsanläggningar.

6. Fortsatt arbete

Studien visade 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 försmutsningsgraden och det är tidskrävande att plocka ut matvaror och demontera disken.

Energivinster som motiverar tvättning har inte kunnat säkersällas i projektet, på grund av för stora mätosäkerheter. För att kunna utvärdera energibesparande åtgärder för livsmedelskylsystem behövs separat elmätning för kyl- och frysanläggningarna.

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 rengöring. 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 ett förslag på fortsatt arbete för att underlätta framtida underhåll på diskar.

I projektet har ett antal frågeställningar kommit upp om hur man ska säkra matkvaliteten genom att säkerställa rätt temperatur i kyl- och frysdiskar. I diskarna finns en temperaturgivare som ska övervaka, styra och/eller visa temperatur för kunder. Vanligtvis är dessa givare placerade i utblåsluften till disken eller returluften som går tillbaka in till kylbatteriet. Denna temperatur som givarna mäter avgör om matvarorna håller rätt temperatur eller inte. Enligt lagar och förordningar ska dessa temperaturgivare kalibreras för att veta avvikelse från verklig temperatur och kunna korrigera för detta. Kalibrering görs överlag inte i livsmedelsbutiker idag och enligt referensgruppsdeltagarna har kommunernas Miljö och Hälsa inte rutiner för hur de ska kontrollera att detta efterföljs. Ett fortsatt arbete är

att sammanställa rutiner för hur sådan kontroll kan utföras och skapa en manual för kalibrering av temperaturgivare. Frågan går även tillbaka till önskemålet om mer servicevänliga diskar. Kalibrering av temperaturgivare kan underlättas om de är lätta att komma åt, utan att matvaror och plåtar måste plockas bort för att nå dem. Kalibrering underlättas också av att koppla olika funktioner till samma temperaturgivare, istället för att ha en givare för varje funktion så som styr, övervakning och temperaturvisning för kund. Då minskar antalet givare i disken.

Vidare finns temperaturspridning i kyl- och frysmöbler, både i position och i tid. Det är livsmedlets temperatur som är det viktiga och idag säkerställs denna temperatur genom att mäta temperaturen på returluften från disken och/eller utblåset från disken. Strålning från belysning, ojämn luftdistribution i disken, temperaturen matvarorna har vid inpackning, avfrostningar och infiltrations från omgivande luft gör att temperaturspridningen i disken kan vara ojämn och matvarorna är för varma. För att kontrollera den faktiska temperaturen hos matvarorna hade det varit intressant att under en längre tid placera temperaturgivare i artificiella paket som placeras ut på olika platser i en kyl- eller frysdisk. Sedan loggas temperaturerna för att se temperaturvariationer och hur yttre faktorer påverkar temperaturen hos livsmedlen. En enklare variant skulle kunna användas vid besiktningsbesök av kontrollorgan för att mäta att rätt temperatur upprätthålls hos matvarorna och inte enbart i luften i kyl- och frysdisken.

Ett annat projekt för att både sänka elkostnader och säkra matkvaliteten är information om vikten att se över börvärden för styrning av kyla till kyl- och frysdiskar och veta var i disken de styrande givarna är placerade. En temperaturgivare som är placerad i toppen av disken vid utblåset ska ha ett annat börvärde än om givaren istället sitter vid returen där luften sugas tillbaka till kylbatteriet.

7. 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, djupfrost/snabbfrost mat och glass - Provning, prestanda, användbarhet
- [9] EN 13486 Temperaturmätare och termometrar för transport, lagring och distribution av kyld, fryst, djupfrost/snabbfrost mat och glass - Periodisk kontroll
- [10] Djupfrysningssbyrån; "Branschriktlinjer för temperaturdisciplin för kylda och frysta livsmedel", 2007, http://www.djupfrysningssbyran.se/branschregler/Branschriktlinjer_2007.pdf [2013-04-15]

A. Fältmätningar och tvättning av kyl- och frysmöbler

Denna bilaga beskriver de kyl- och frysmöbler som ingick i mätningarna samt hur fältmätningarna och tvättningen utfördes. Fältmätningar utfördes i tre olika butiker, butik A, butik B och butik C. Två vertikala kylmöbler, KA1 respektive KA2, och en frysgondol, FA1, ingick i mätningar i butik A. Två vertikala kylmöbler, KB1 respektive KB2, ingick i mätningar i butik B. I butik C ingick en vertikal kylmöbel, KC1, och en frysgondol, FC1.

Beskrivning av de kyl- och frysmöbler som ingick i mätningen.

Kyldiskarna i butik A, kylmöbel KA1 och kylmöbel KA2, var installerade i ett indirekt kylsystem där värme fördes bort från diskarna genom en köldbärare. Kölbärarflödet reglerades genom en ventil som öppnade respektive stängde flödet och som styrdes efter kylbehov. Även frysdiskarna i butik A, frysmöbel FA1, var installerade i ett indirekt system och försörjdes med en köldbärare för att hålla önskad lagringstemperatur för matvarorna. Frysmöbel FA1 hade tre kylbatterier som försörjdes genom samma köldbärarrör, där en ventil reglerade flödet. Butik A brukade stänga av sina frysdiskar och spola dem med vatten en gång per år för att minska problem med is och stopp i avlopp.

En och samma kompressor försörjde kyldiskarna i butik B, kylmöbel KB1 och kylmöbel KB2. Kylsystemet var av typen direkt expansion, dvs. installerade i ett direkt system där köldmedium går ut till kylbatterierna i diskarna för att kyla luften i disken. KB1 hade tre kylbatterier med varsin ventil som reglerade köldmedieflödet till respektive kylbatteri. Kyldiskarna i butik B var ca 20 år gamla och hade inte rengjort diskarnas innandömen under tiden de har varit i drift i butik B.

Kyldisken i butik C, kylmöbel KC1, var kopplad till ett indirekt system där en köldbärare gick genom diskens kylbatteri för att kyla luften i disken. Disken hade fyra kylbatterier och kölbärarflödet reglerades via varsin on/off-styrd ventil vid respektive kylbatteri. I frysmöbel FC1 fördes värme bort från frysdiskarna genom direkt expansion av köldmedium i diskens kylbatterier. Frysmöbel FC1 hade två kylbatterier och varsin expansionsventil för respektive kylbatteri. Butik C utförde planerad rengöring av samtliga diskar en gång per år. De rengjorde kondenseringsstråg och spolade avlopp samt torkade av hyllplan och luftinblås. Upplevdes disken smutsig, tvättades även kylbatterier.

Tid för fältmätningarna

Tabell A1 sammanställer hur länge mätningar utfördes före och efter tvättning och de diskar som inte tvättades alls.

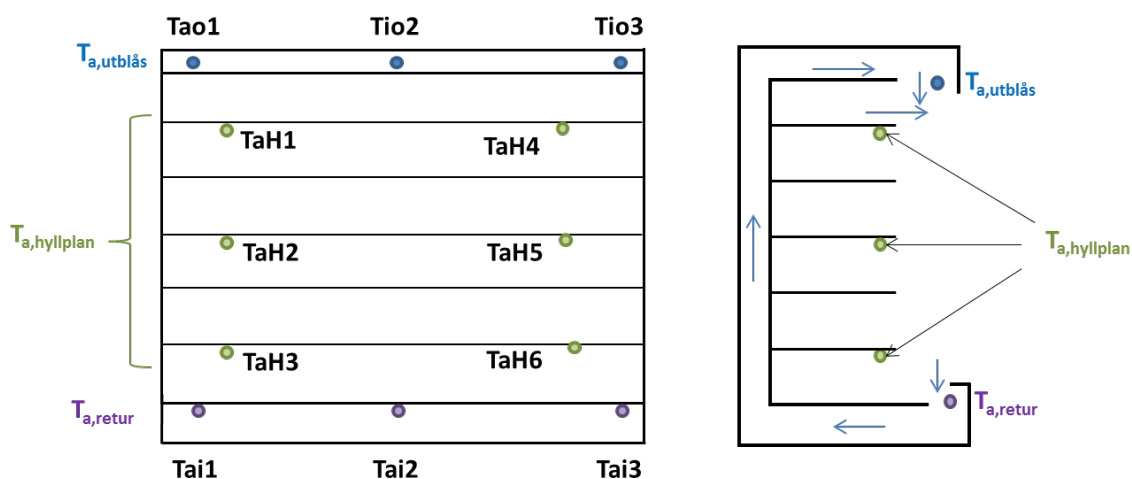
Tabell A1. Mättider för de olika kyl- och frysmöblerna i fältmätningen

Disk	Mättid före tvätt	Mättid efter tvätt
KA1, vertikal kylmöbel	4 veckor	3 veckor
KA2, vertikal kylmöbel	2 veckor	3 veckor
FA1, frysgondol	2 veckor	3 veckor
KB1, vertikal kylmöbel	1 vecka	3 veckor
KB2, vertikal kylmöbel	Endast avtorkning av hyllplan och rengöring av avlopp	
KC1, vertikal kylmöbel	Ingen tvätt utfördes	
FC1, frysgondol	Ingen tvätt utfördes	

Skillnader i mättid berodde på samordningen mellan utförare av projektet, livsmedelsbutiken och det företag som utförde tvätt, för att hitta ett datum som passade samtliga parter.

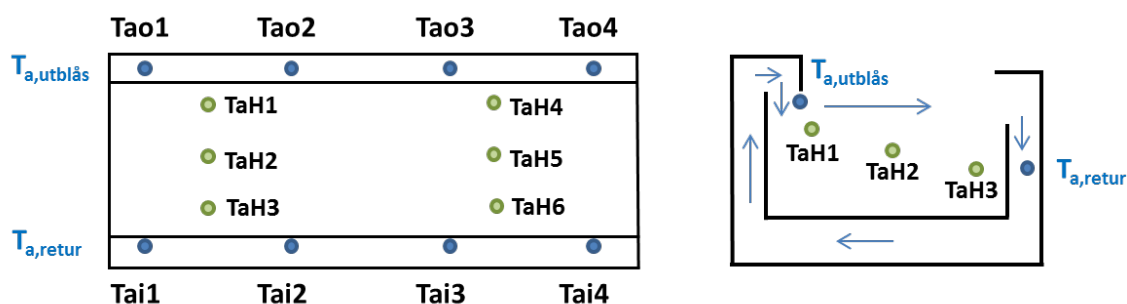
Antal mätpunkter och typer av mätningar i kyl- och frysmöblerna

Spridning av lufttemperaturen i disken analyserades genom att mäta lufttemperaturer på kyl- och frysmöblernas hyllor där matvaror lagras. Temperaturgivare placerades på hyllplan i tre olika nivåer, se $T_{a,hyllplan}$ i Figur A1, för att mäta spridningen av lufttemperaturer i disken. Minst två temperaturgivare per hyllplan användes. Temperaturgivarna sattes under hyllorna. För kylmöbel KB1 och kylmöbel KB2 placerades tre temperaturgivare per hyllplan. De ytterligare givarna placerades i mitten av disken. Temperaturgivarna på hyllplanen namngavs TaH1-TaH9. Temperaturgivaren längst upp till vänster i Figur A1 namngavs TaH1, temperaturgivaren på hyllplanet under namngavs TaH2 osv. Temperaturgivare på hyllplanet längst ner till höger i Figur A1 fick således namnet TaH6 eller TaH9, beroende på om sex eller nio temperaturgivare placerades på hyllplanen.



Figur A1. Placering av temperaturgivare i vertikala kylmöbler. Kylmöbel sedd framifrån respektive i genomskärning sedd från sidan.

För att få uppfattning av luftridåns kapacitet och luftcirkulationen i disken mättes temperaturerna hos den returluften, som går tillbaka in till kylbatteriet och temperaturen hos den kylda luften som blåses ut till disken för att upprätthålla luftridån. I de diskar som var kortare än tre meter långa, dvs. kylmöbel KA1 och kylmöbel KA2 sattes tre temperaturgivare längs insugskanalen för returluften samt tre temperaturgivare för kanalen vid utblåset, se $T_{a,retur}$ respektive $T_{a,utblås}$ i Figur A1 och Figur A2. För övriga kyl- och frysmöbler, som var längre än tre meter sattes fyra temperaturgivare längs med kanelen för returluften och fyra temperaturgivare längs med kanalen för utblåsluften. Temperaturgivare som placerades i utblåset namngavs Tao1-Tao4 och temperaturgivare som placerade i returflödet namngavs Tai1-Tai3. Temperaturgivare namngavs i stigande ordning från vänster till höger. Temperaturgivare längst till vänster för utblås respektive retur i Figur A1 och Figur A2 namngavs således Tao1 respektive Tai1.



Figur A2. Placering av temperaturgivare i frysgondol. Frysgondol sedd ovanifrån respektive i genomskärning sedd från sidan.

I frysmöbel FA1 sattes temperaturgivare i olika nivåer i vertikal led på matvaruavskiljare, som var placerade i frysgondolen, se Figur A2 för utförligare beskrivning. Detta skulle motsvara de olika hyllplanen som finns i en vertikal kyldisk. För frysmöbel FC1 var detta inte möjligt då det inte fanns något att fästa temperaturgivare på.

Hos de indirekta kylsystemen, se Tabell 1 i kapitel3, sattes temperaturgivare på framledning- och returledningsrör för köldbäraren, för att kunna beräkna temperaturdifferensen hos köldbäraren. Antal tillslag hos köldbärarventilen och tiden ventilen var öppen mättes också. Med känd temperaturdifferens och öppningstid för ventilen kan kyleffekten hos kylbatteriet uppskattas. Hos kylmöbel KC1 mättes framledning- och returledningstemperatur för köldbärare och tillslag för magnetventil bara för ett av de fyra kylbatterierna. Åtkomsten till övriga kylbatteriers till- och utlopp för köldbärare var så begränsade att mätutrustning inte kunde sättas upp där.

Hos det direkta kylsystemet i butik B mättes elanvändningen hos kylkompressorn som endast försörjde kylmöbel KB1 och kylmöbel KB2. Tillslag hos kompressorn mättes också för att se hur ofta och under hur långa tider dessa två kylmöbler kallade på kyla. Genom att mäta elanvändningen kan elbehovet för att avlägsna värme från diskarna före och efter tvätt utvärderas.

Omgivande lufttemperatur, både torr och våt temperatur, påverkar infiltrationen av luft, se avsnitt 2.2.2. I respektive butik sattes en givare upp som mätte relativ luftfuktighet och torr temperatur för inneluften i butiken. Fukthalten påverkar hur mycket is och frost som kan fällas ut på kylbatteriet och i sin tur kylbatteriets värmeöverföringsförmåga.

Tabell A2 sammanställer antal mätpunkter för de olika kyl- och frysmöblerna.

Tabell A2. Antal mätpunkter för de olika objekten

Disk	Antal mätpunkter för lufttemperatur vid utblås till disk, T_{ao}	Antal mätpunkter för lufttemperatur vid returblås från disk, T_{ai}	Antal mätpunkter för lufttemperatur vid hyllplan, T_{aH}	Mätning av kylbehov
KA1	3 temperaturgivare, innanför bikupsgaller	3 temperaturgivare	6 temperaturgivare, främre delen av hyllplan	Yttemperaturgivare på köldbärarrör, framledning och retur. Samt spänningsmätning för att registrera tillslag för köldbärareventil
KA2	3 temperaturgivare, innanför bikupsgaller	3 temperaturgivare	6 temperaturgivare, främre delen av hyllplan	Yttemperaturgivare på köldbärarrör, framledning och retur. Samt spänningsmätning för att registrera tillslag för köldbärareventil
FA1	4 temperaturgivare	4 temperaturgivare	6 temperaturgivare, på avskärmare mellan matvaror	Yttemperaturgivare på köldbärarrör, framledning och retur. Samt spänningsmätning för att registrera tillslag för köldbärareventil
KB1	4 temperaturgivare	4 temperaturgivare	9 temperaturgivare, nära framkant av hyllplan	Elmätare för elanvändning hos kompressor, samt tillslag kompressor
KB2	4 temperaturgivare	4 temperaturgivare	9 temperaturgivare, nära framkant av hyllplan	El till kompressor, samt tillslag kompressor
KC1	4 temperaturgivare, innanför bikupsgaller	4 temperaturgivare	6 temperaturgivare, nära ryggplåt	Yttemperaturgivare på köldbärarrör, framledning och retur. Samt spänningsmätning för att registrera tillslag för köldbärareventil
FC1	4 temperaturgivare	4 temperaturgivare	0 temperaturgivare	Ingen

Tvättning

Den tvättningsmetod som användes för de olika kyl- och frysmöblerna i studien avgjordes utefter grad och typ av försmutning. Tvättningsmetod var överhettad och avjoniserad ånga och som komplement användes verktyg för mekanisk rengöring av disken, om typen av smuts i disken krävde sådan. Rengöringsmedel används i de fall där enbart överhettad ånga inte fungerar på smutstypen.

Tvättning i butiker

För butik A rengjordes de två kylmöblerna KA1 och KA2 samt frysmöbeln FA1 under en dryg arbetsdag i början av april 2013, v.14. Butikens personal tömde möblerna i samråd med tvättföretaget efter det att kylentreprenör stoppat diskarna och brutit strömförsörjning. Kylmöbel KA1 tvättades under ca 3 timmar, vilket innebar ca 1,5 timme per löpmeter. Möbelns inbyggda belysning i hyllplanen och den matolja som hade torkat fast i disken var direkt avgörande för den långa rengöringstiden. Kylmöbel KA1 hade tre trasiga lysrör. Ett lysrör under det översta hyllplanet på vänster sida, ett på det fjärde hyllplanet på vänster sida och det som belyser nedersta hyllplanet. Den vänstra av de två fläktarna stannade under rengöring och kylföretaget kontaktades för att byta ut fläkten. Det noterades även att den plåt som fläkten var monterad på inte låg an mot bottenplåt, vilket gjorde att luften över fläkten kortslöts. Kylmöbel KA2 saknade inbyggd belysning och gjorde att demontering gick snabbare än för kylmöbel KA1. Dessutom hade kylmöbel KA2 endast en lättare försmutsning och tvättades på en betydligt kortare tid, ca 0,5 timmar per löpmeter. Hyllplanens ytskikt i de två kylmöblerna var ojämn och band smuts. Frysmöbel FA1 var även den lätt försmutsad och rengjordes under ca 0,25 timmar per löpmeter.

I butik B rengjordes kylmöbel KB1 i början av maj 2013, v.19. I kylmöbel KB2 rengjordes enbart avlopp och hyllplan torkades av. När plåtar avlägsnades ansågs disken vara för ren för att genomföra en fullständig tvättning.

Rengöringstid för kylmöbel KB1 var ca 0,5 timmar per löpmedel disk. Bottenplåt längst till höger sedd framifrån på kylmöbeln var felmonterad, vilket stoppade upp luftflödet. Det kan vara orsaken till att värmväxlaren var renare i denna del av disken, eftersom luftflödet över detta kylbatteri var lägre. Kylmöbel KB1 hade större hål för luftgenomsläpp i ryggplåt än vad kylmöbler KA1 och KA2 hade. De större hålen i ryggplåtarna på kylmöbel KB1 kan vara en orsak till att mindre smuts hade fastnat i hålen jämfört med KA1 och KA2 i butik A. Ett av kylbatterierna i KB1 hade deformerade kamflänsar, vilka var smutsigare än kylbatteriet i övrigt. Smutsen på fläktarna i KB1 hade orsakat korrosion på fläktbladen.

Hyllplanen togs ner i samtliga kylmöbler och rengjordes med manuell avtorkning. Övriga delar tvättades med avjoniserad ånga. Oljan som hade fastnat på kylmöbel KA1 var som lim och starkare rengöringsmedel fick användas. I kylmöbel KB1 sprayades rengöringsmedel med högt pH på plåtar och fläktar innan rengöring, då förekomsten av korrosion var stor.

I och utlastning samt återställning av prisskyltar för kylmöblerna KA1 och KA2 samt frysmöbel FA1 var ca 2 arbetstimmar vardera. I och urlastning för KB1 var ca 3 arbetstimmar. Det medför att tidsåtgången för att avlägsna och ställa tillbaka matvaror var ca 1 h/löpmeter kylmöbel och 0,2 h/löpmeter frysmöbel.

Ingen tvättning utfördes i butik C, då dessa diskansågs vara för rena för att en fullständig rengöring skulle göra någon skillnad på driften och temperaturspridningen.

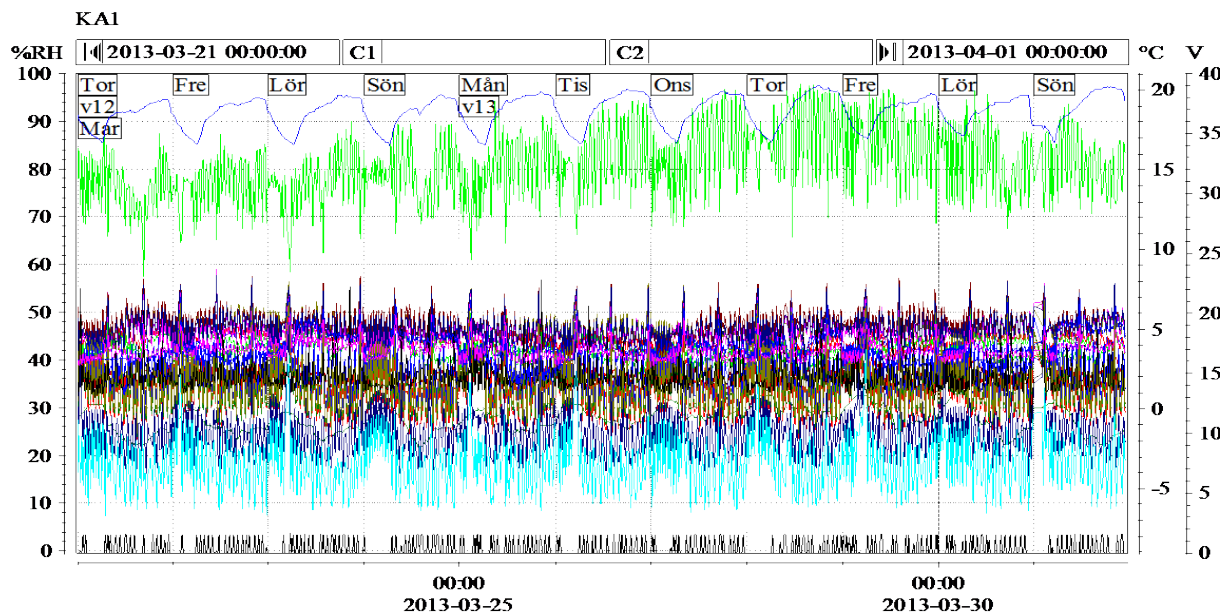
B. Diagram och tabeller för fältmättningsresultat av kyl- och frysmöbler

Denna bilaga sammaställer mätvärden före och efter tvätt för kyl- och frysmöbler i butik A och B, samt jämförelse mellan temperaturspridning i kyldiskar med och utan dörrar. Övriga resultat som inte ingick i studien samt mätutrustning och dess mätosäkerhet redovisas i denna bilaga.

Tabell B1. Beskrivning av parametrar i fältmätningen

Parameter	Beskrivning	Enhet
Tai	Lufttemperatur utblås till disk	°C
Tao	Lufttemperatur retur till disk	°C
Tah	Lufttemperatur vis hyllplan	°C
RHi	Relativ fukthalt i luft i disk	%RH
RHo	Relativ fukthalt i luft i butik	%RH
Tbi	Ytemperatur på köldbärarrör framledning till disk	°C
Tbo	Ytemperatur på köldbärarrör retur från disk	°C
Tbdiff	Differensen mellan framledning- och returtemperatur på köldbäraren	°C
PosValve	Spänning till köldbärarventil, som indikerar om ventilen är öppen) eller stängd	V
EL	EI till kylkompressorer	kWh

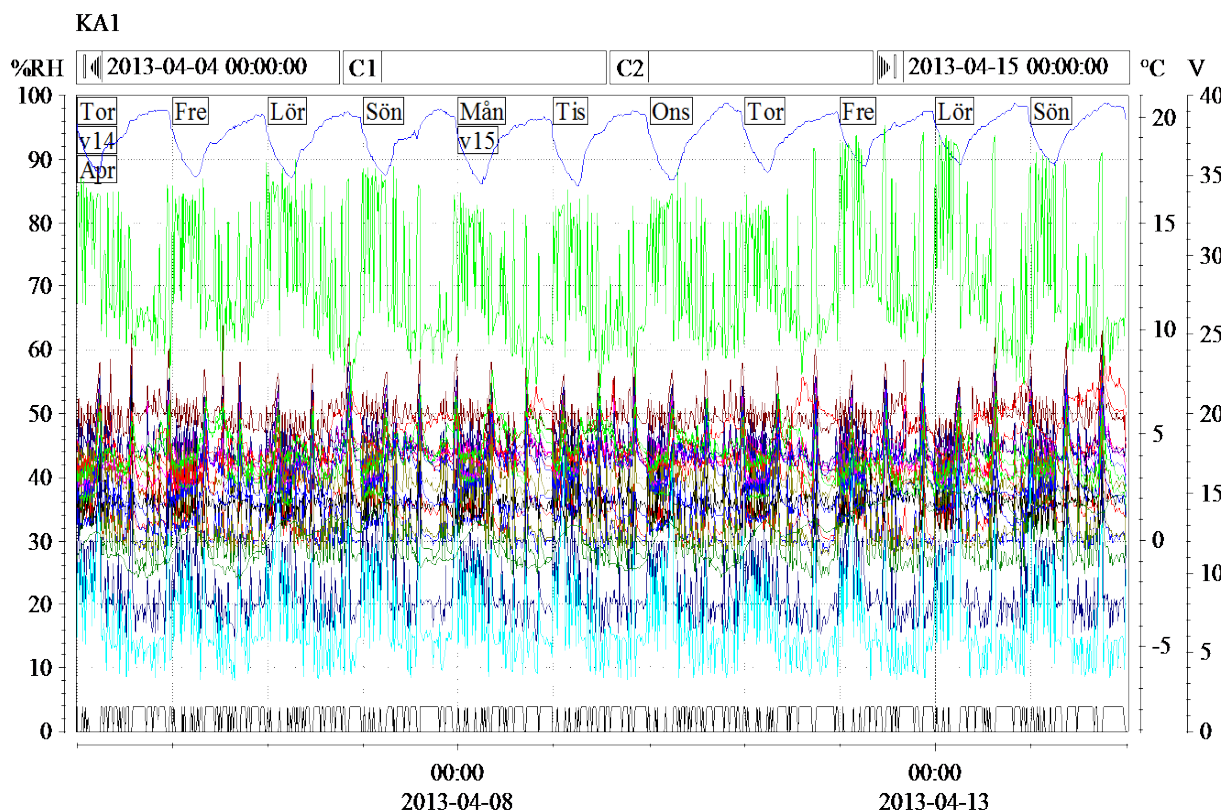
KA1 före tvätt



Benämning	Medel	Min	Max
KA1_RHi	81	57	98
KA1_Ti	2,3	-0,1	7,3
KA1_RHo	27	21	33
KA 1_To	18,6	16,4	20,2
KA1_Tai1	1,1	-2,1	6,6
KA1_Tai2	1,5	-1,9	6,9
KA1_Tai3	2,6	-0,9	7,4
KA1_Tao1	5,1	3,1	8,3
KA1_Tao2	4,9	3,3	8,9
KA1_Tao3	5,4	3,2	8,9
KA1_Tbi	-1,3	-4,4	6,1
KA1_Tbo	-3,3	-6,8	4,3
KA1_PosValve	0,4	0,0	1,6
'KA1_Tai1-3'	1,7	-1,6	6,9
'KA1_Tao1-3'	5,1	3,4	8,6
'KA1_Tbi-Tbo'	2,0	-3,6	9,3
'KA1_TaH1-6'	3,62	2,47	6,00
KA1_TaH1	2,5	1,0	6,1
KA1_TaH2	3,5	1,3	6,1
KA1_TaH3	3,7	1,0	6,1
KA1_TaH4	4,3	2,6	6,8
KA1_TaH5	4,1	2,7	6,3
KA1_TaH6	3,73	1,20	7,10

Figur B1. Uppmätta parametervärden före tvätt i kylmöbel KA1, vertikal kyldisk med dörrar.

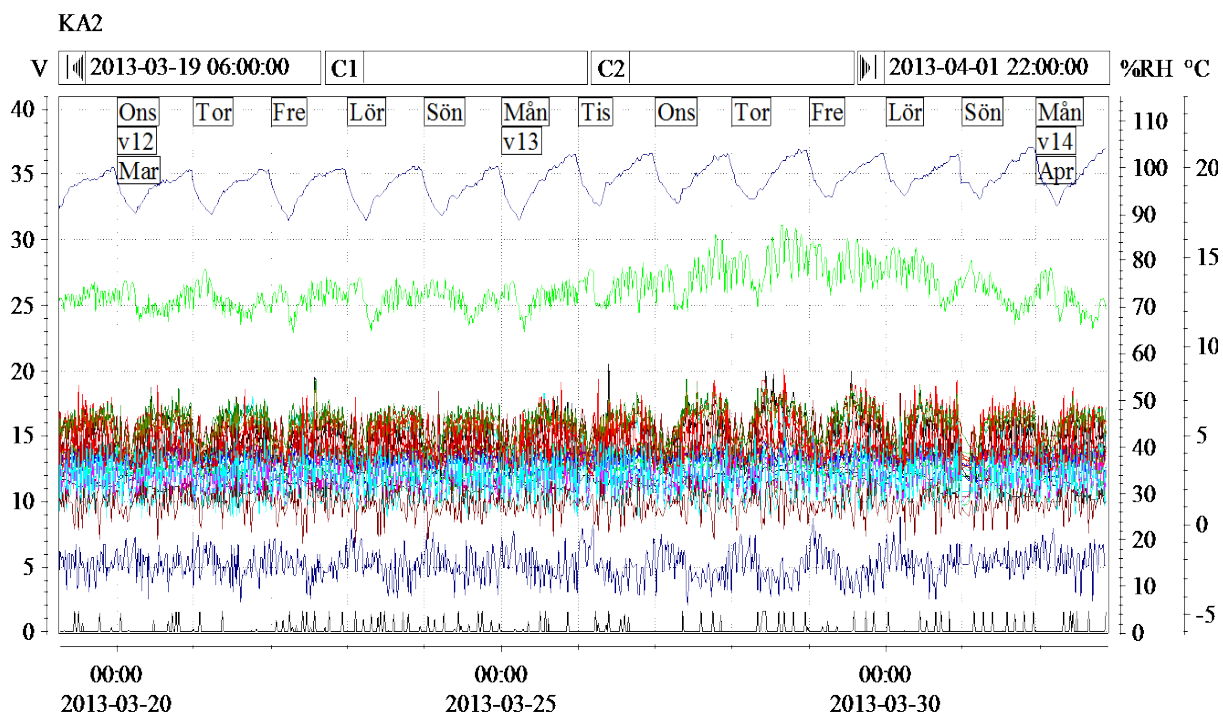
KA1 Efter tvätt



Benämning	Medel	Min	Max
KA1_RHi	71	52	96
KA1_Ti	4,0	2,2	7,5
KA1_RHo	31	23	40
KA1_To	19,1	16,7	20,7
KA1_Tai1	1,3	-0,4	5,8
KA1_Tai2	0,8	-1,9	7,3
KA1_Tai3	1,6	-0,9	7,9
KA1_Tao1	3,4	1,7	8,3
KA1_Tao2	4,5	2,9	8,8
KA1_Tao3	6,0	4,0	10,6
KA1_Tbi	-2,1	-4,9	5,8
KA1_Tbo	-3,9	-6,7	5,3
KA1_PosValve	0,9	0,0	1,5
'KA1_Tai1-3'	1,2	-0,9	7,0
'KA1_Tao1-3'	4,7	3,1	8,9
'KA1_Tbi-Tbo'	1,7	0,3	8,3
'KA1_TaH1-6'	3,67	2,18	6,97
KA1_TaH1	4,9	2,6	8,8
KA1_TaH2	3,9	1,3	7,7
KA1_TaH3	1,8	0,2	5,0
KA1_TaH4	4,0	1,2	9,0
KA1_TaH5	4,1	2,0	8,1
KA1_TaH6	3,27	-0,10	7,70

Figur B2. Uppmätta parametervärden efter tvätt i kylmöbel KA1, vertikal kyldisk med dörrar.

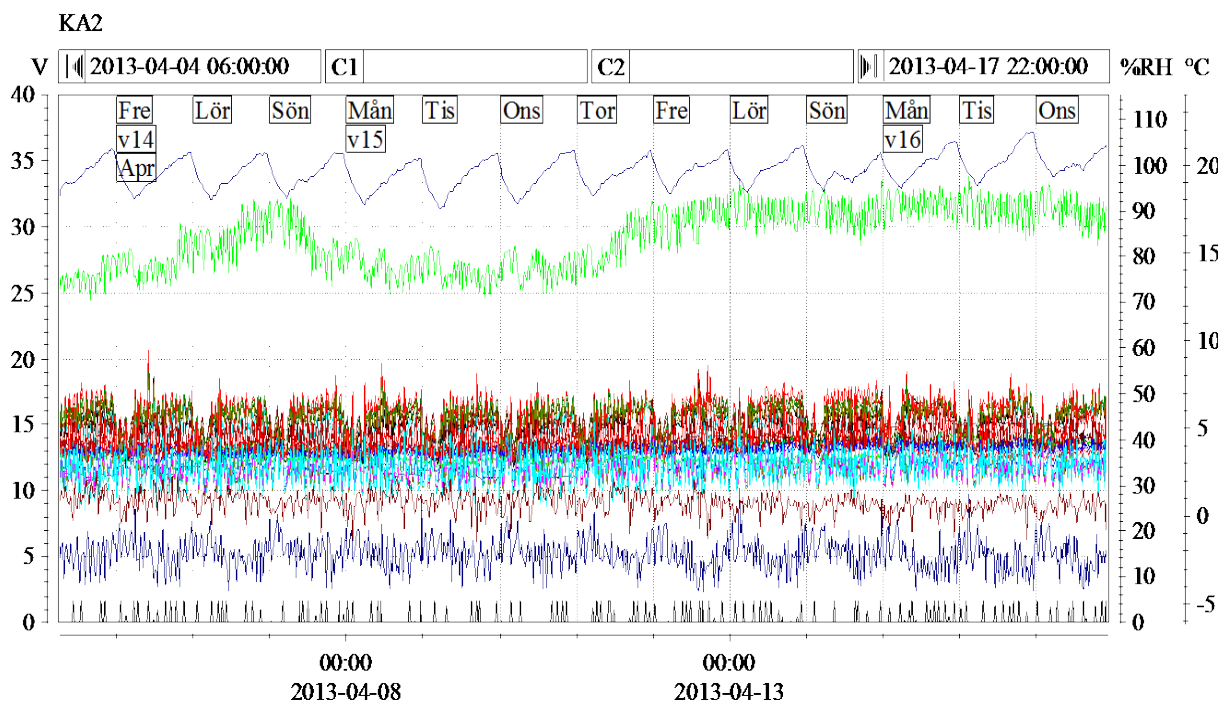
KA2 före tvätt



Benämning	Medel	Min	Max
KA2_RHo	32	28	38
KA2_To	19,2	17,0	21,2
KA2_RHi	74	63	88
'KA2_Tai1-4'	5,5	3,2	8,3
'KA2_Tao1-4'	3,3	1,3	6,6
'KA2_TaH1-6'	3,8	3,1	5,1
KA2_PosValve	0,2	0,0	1,6
KA2_TaH1	3,9	3,0	5,0
KA2_TaH2	3,3	2,3	5,0
KA2_TaH3	3,0	2,1	4,4
KA2_TaH4	4,2	3,3	6,2
KA2_TaH5	4,3	3,5	6,0
KA2_TaH6	3,9	3,0	5,6
KA2_Tai1	5,2	2,6	9,5
KA2_Tai2	5,1	2,3	9,5
KA2_Tai3	5,6	2,9	8,8
KA2_Tai4	6,0	3,9	8,6
KA2_Tao1	3,1	1,1	6,0
KA2_Tao2	2,7	0,5	6,0
KA2_Tao3	2,8	0,7	6,5
KA2_Tao4	4,7	2,5	8,0
KA2_Tbi	-2,2	-4,6	1,6
KA2_Tbo	2,1	0,0	6,7
'TbDiff.'	4,3	2,6	9,7
'KA2_Tao1-4- KA2_Tbo'	1,20	-1,85	3,78

Figur B3. Uppmätta parametervärden före tvätt i kylmöbel KA2, vertikal kyldisk med dörrar.

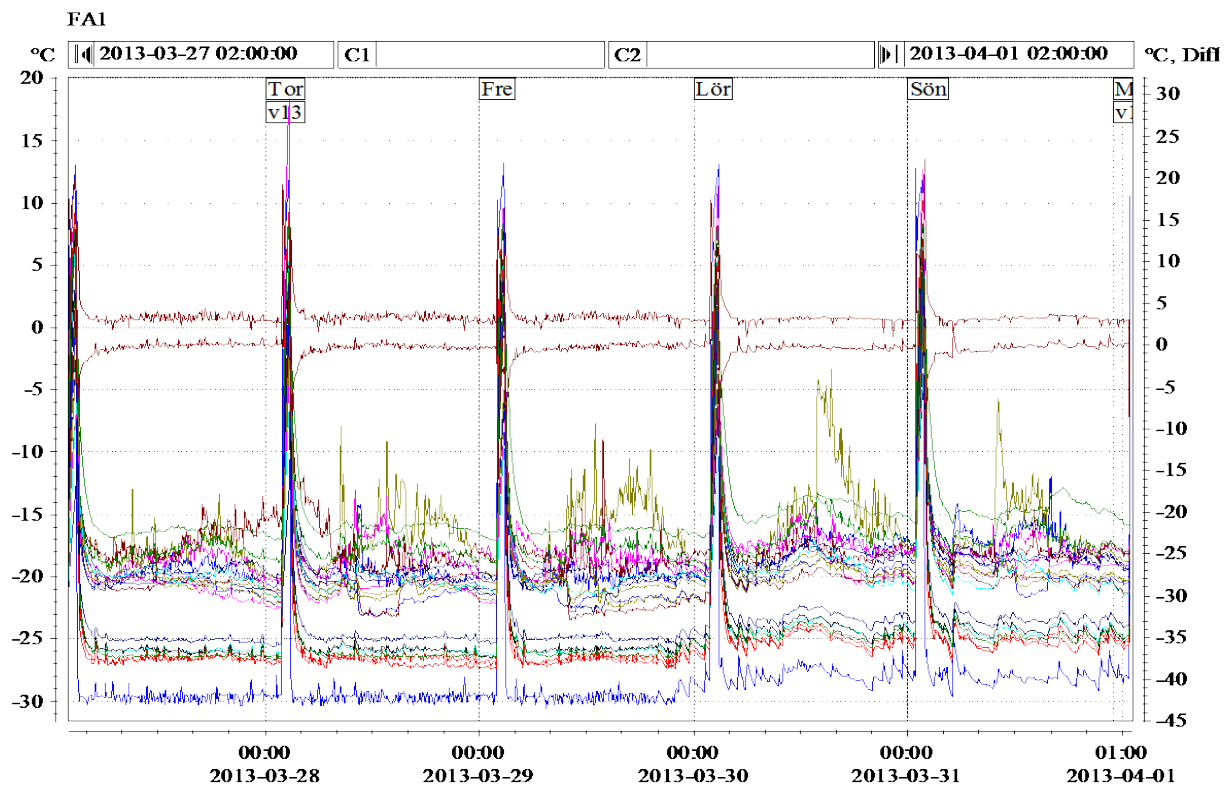
KA2 efter tvätt



Benämning	Medel	Min	Max
KA2_RHo	37	31	49
KA2_To	19,6	17,4	21,9
KA2_RHi	84	69	97
'KA2_Tai1-4'	5,5	3,2	8,6
'KA2_Tao1-4'	3,2	1,6	6,1
'KA2_TaH1-6'	3,8	3,0	5,4
KA2_PosValve	0,2	0,0	1,6
KA2_TaH1	4,0	2,8	5,2
KA2_TaH2	3,5	1,9	5,0
KA2_TaH3	3,0	2,2	5,1
KA2_TaH4	4,1	3,3	6,0
KA2_TaH5	4,0	3,1	5,6
KA2_TaH6	3,9	3,2	5,8
KA2_Tai1	5,1	3,0	9,1
KA2_Tai2	5,3	2,7	9,5
KA2_Tai3	5,9	2,9	9,5
KA2_Tai4	5,9	3,8	8,5
KA2_Tao1	2,7	1,1	5,6
KA2_Tao2	2,7	0,9	5,8
KA2_Tao3	2,9	1,1	5,9
KA2_Tao4	4,7	3,0	7,7
KA2_Tbi	-2,1	-4,6	2,3
KA2_Tbo	2,5	0,0	7,0
'TbDiff.'	4,6	2,7	9,6
'KA2_Tao1-4- KA2_Tbo'	0,77	-2,35	2,82

Figur B4. Uppmätta parametervärden efter tvätt i kylmöbel KA2, vertikal kyldisk med dörrar.

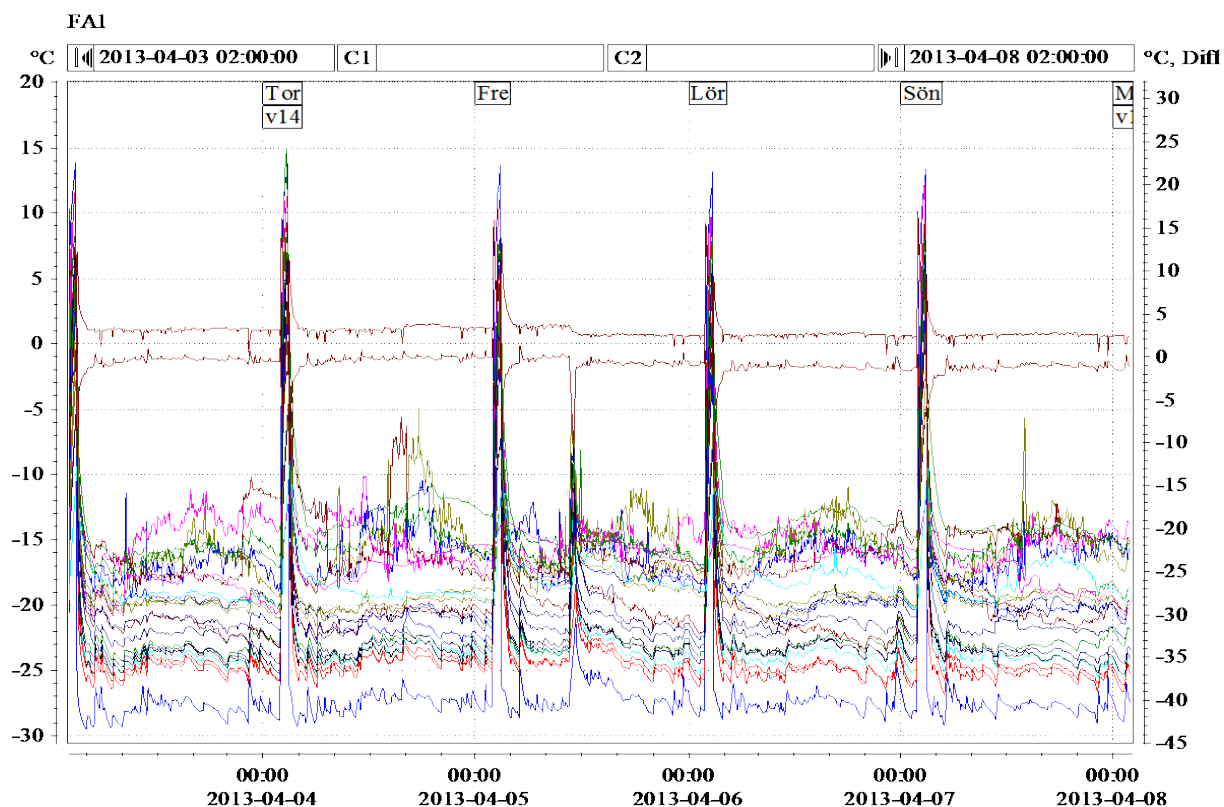
FA1 före tvätt



Benämning	Medel	Min	Max
FA1_TaH1	-19,1	-22,8	3,4
FA1_TaH2	-18,7	-21,7	-0,6
FA1_TaH3	-16,8	-20,9	-4,6
FA1_TaH4	-19,9	-23,6	4,8
FA1_TaH5	-19,9	-22,7	-3,1
FA1_TaH6	-18,0	-20,3	-8,4
FA1_Tbi	-23,6	-26,9	12,0
FA1_Tbo	-26,1	-29,6	19,1
FA1_Tai1	-13,6	-17,3	14,9
FA1_Tai2	-15,8	-19,9	7,0
FA1_Tai3	-15,0	-19,8	7,8
FA1_Tai4	-14,3	-18,5	12,4
FA1_Tai5	-15,1	-18,9	12,1
FA1_Tao1	-20,6	-23,4	6,7
FA1_Tao2	-22,8	-25,7	7,8
FA1_Tao3	-22,5	-25,5	8,5
FA1_Tao4	-23,4	-26,3	6,5
FA1_Tao5	-21,8	-24,4	8,9
'FA1_Tai1-5'	-14,7	-17,9	7,6
'FA1_Tao1-5'	-22,2	-24,9	7,3
'FA1_TaH1-6'	-18,7	-21,1	-2,4
'FA1_Tbi-Tbo'	2,5	-43,6	30,3
'Diff kb-luft'	-1,40	-11,52	10,15

Figur B5. Uppmätta parametervärden före tvätt i kylmöbel FA1, frysgondol vertikal kyldisk utan lock.

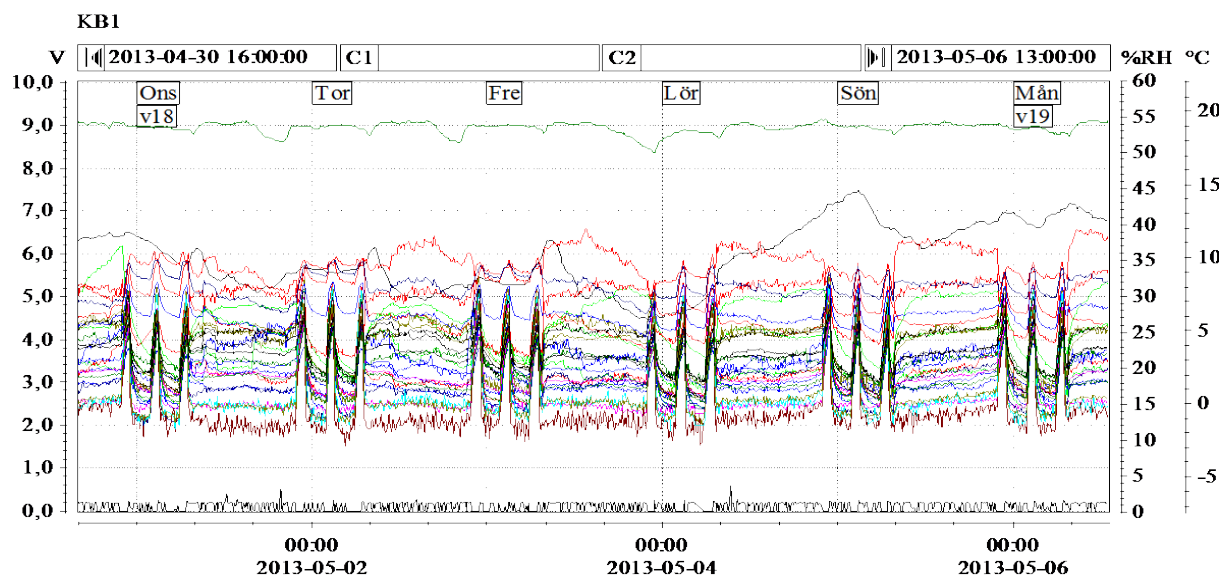
FA1 efter tvätt



Benämning	Medel	Min	Max
FA1_TaH1	-19,8	-23,3	3,5
FA1_TaH2	-19,8	-22,5	0,0
FA1_TaH3	-19,1	-22,6	-2,1
FA1_TaH4	-19,8	-23,5	4,7
FA1_TaH5	-18,9	-22,9	1,5
FA1_TaH6	-19,5	-21,7	-1,9
FA1_Tbi	-24,6	-27,4	10,3
FA1_Tbo	-27,5	-30,6	16,7
FA1_Tai1	-14,8	-17,1	3,8
FA1_Tai2	-18,2	-21,4	5,7
FA1_Tai3	-16,2	-21,4	7,2
FA1_Tai4	-17,0	-20,8	19,1
FA1_Tai5	-17,0	-20,7	12,4
FA1_Tao1	-18,8	-21,3	-3,0
FA1_Tao2	-24,1	-26,4	7,3
FA1_Tao3	-24,0	-26,8	9,6
FA1_Tao4	-24,9	-27,5	10,0
FA1_Tao5	-24,2	-26,6	8,6
'FA1_Tai1-5'	-16,6	-19,5	6,2
'FA1_Tao1-5'	-23,2	-25,6	5,4
'FA1_TaH1-6'	-19,5	-21,9	0,2
'FA1_Tbi-Tbo'	2,8	-42,2	30,2
'Diff kb-luft'	-1,43	-8,88	11,46

Figur B6. Uppmätta parametervärden efter tvätt i kylmöbel FA1, frysgondol vertikal kyldisk utan lock.

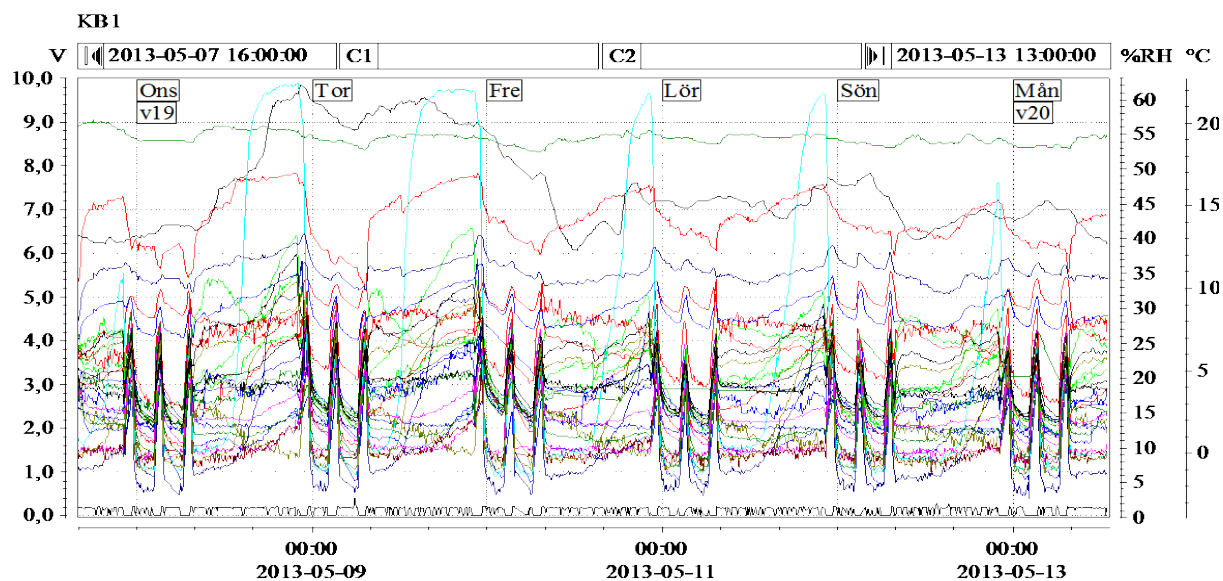
KB1 före tvätt



Benämning	Medel	Min	Max
KB1_TaH1	6,4	3,8	10,4
KB1_TaH2	4,2	0,7	6,8
KB1_TaH3	1,4	0,3	4,9
KB1_TaH4	9,6	6,9	12,1
KB1_TaH5	2,4	-0,5	6,3
KB1_TaH6	1,7	-0,7	6,6
KB1_TaH7	2,1	-0,2	6,8
KB1_TaH8	5,8	2,1	11,0
KB1_TaH9	2,6	0,9	6,3
'TAH1-9'	3,3	1,4	6,6
KB1_PosValve	0,11	0,00	1,30
KB1_RHo	35	27	45
KB1_To	18,8	17,2	19,4
KB1_Tai1	6,8	3,0	9,5
KB1_Tai2	3,4	1,1	8,3
KB1_Tai3	2,9	-0,3	7,2
KB1_Tai4	4,3	-0,3	9,2
KB1_Tao1	0,7	-1,0	8,0
KB1_Tao2	-0,3	-3,3	7,6
KB1_Tao3	1,4	-1,5	6,8
KB1_Tao4	0,6	-2,0	8,6
'Tai1-4'	4,3	1,3	8,5
'Tao1-4'	0,6	-1,5	7,7
'TaH1,4,7'	6,0	4,5	8,5
'TaH2,5,8'	4,1	1,1	6,7
'TaH3,6,9'	1,9	0,4	5,7
'TaH1,4'	8,0	6,0	9,9
'TaH2,5'	3,3	0,2	6,2
'TaH3,6'	1,5	-0,1	5,4

Figur B7. Uppmätta parametervärden före tvätt i kylmöbel KB1, vertikal kyldisk utan dörrar.

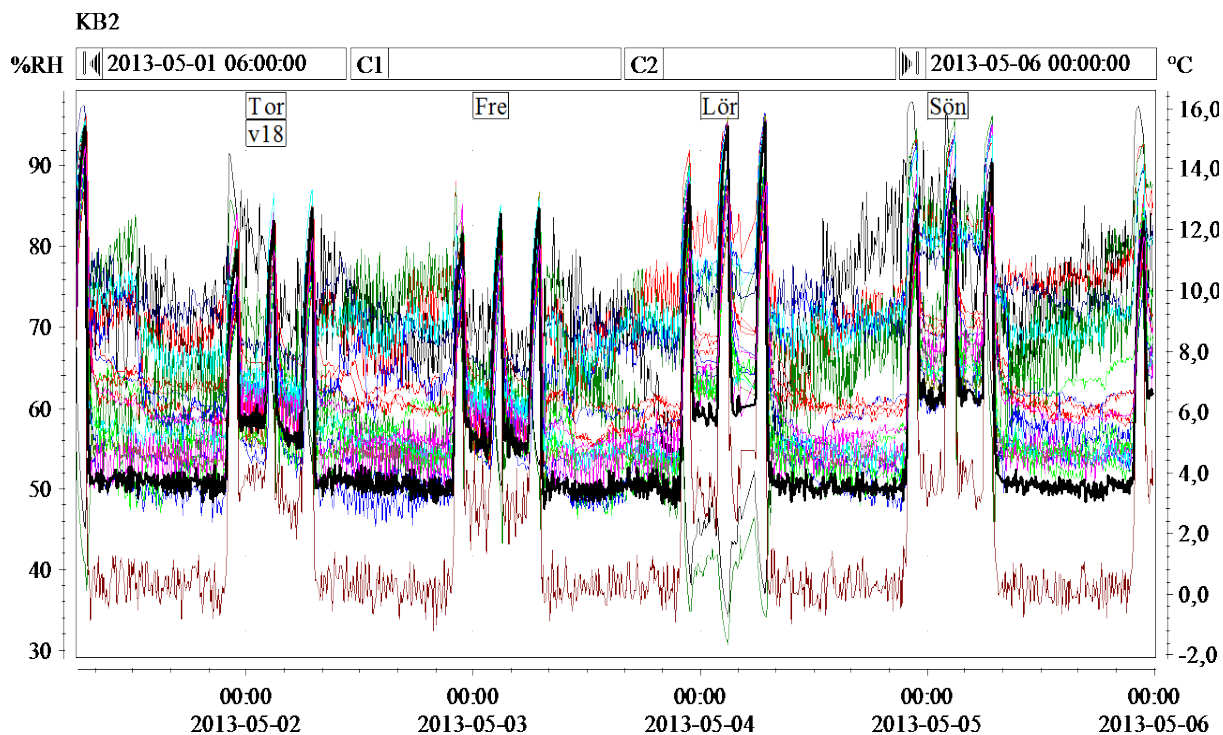
KB1 efter tvätt



Benämning	Medel	Min	Max
KB1_TaH1	7,8	5,7	11,1
KB1_TaH2	6,0	1,6	11,0
KB1_TaH3	2,2	0,8	8,0
KB1_TaH4	14,2	9,7	17,0
KB1_TaH5	5,6	1,3	13,8
KB1_TaH6	0,7	-2,0	5,2
KB1_TaH7	3,8	0,3	8,6
KB1_TaH8	4,5	0,9	9,5
KB1_TaH9	4,0	1,7	8,3
'TAH1-9'	4,3	1,9	7,8
KB1_PosValve	0,12	0,00	1,29
KB1_RHo	47	38	62
KB1_To	19,0	18,2	20,1
KB1_Tai1	6,9	2,4	11,3
KB1_Tai2	4,2	1,9	9,7
KB1_Tai3	3,4	0,8	8,2
KB1_Tai4	1,4	-1,1	7,8
KB1_Tao1	1,0	-0,9	9,1
KB1_Tao2	0,6	-1,5	8,9
KB1_Tao3	1,1	-2,8	11,8
KB1_Tao4	5,5	-1,5	22,4
'Tai1-4'	3,9	1,4	8,4
'Tao1-4'	2,0	-1,5	10,1
'TaH1,4,7'	8,6	6,8	11,5
'TaH2,5,8'	5,3	1,5	10,4
'TaH3,6,9'	2,3	0,4	6,4
'TaH1,4'	11,0	8,1	13,3
'TaH2,5'	5,8	1,6	12,0
'TaH3,6'	1,4	-0,4	5,7

Figur B8. Uppmätta parametervärden efter tvätt i kylmöbel KB1, vertikal kyldisk utan dörrar.

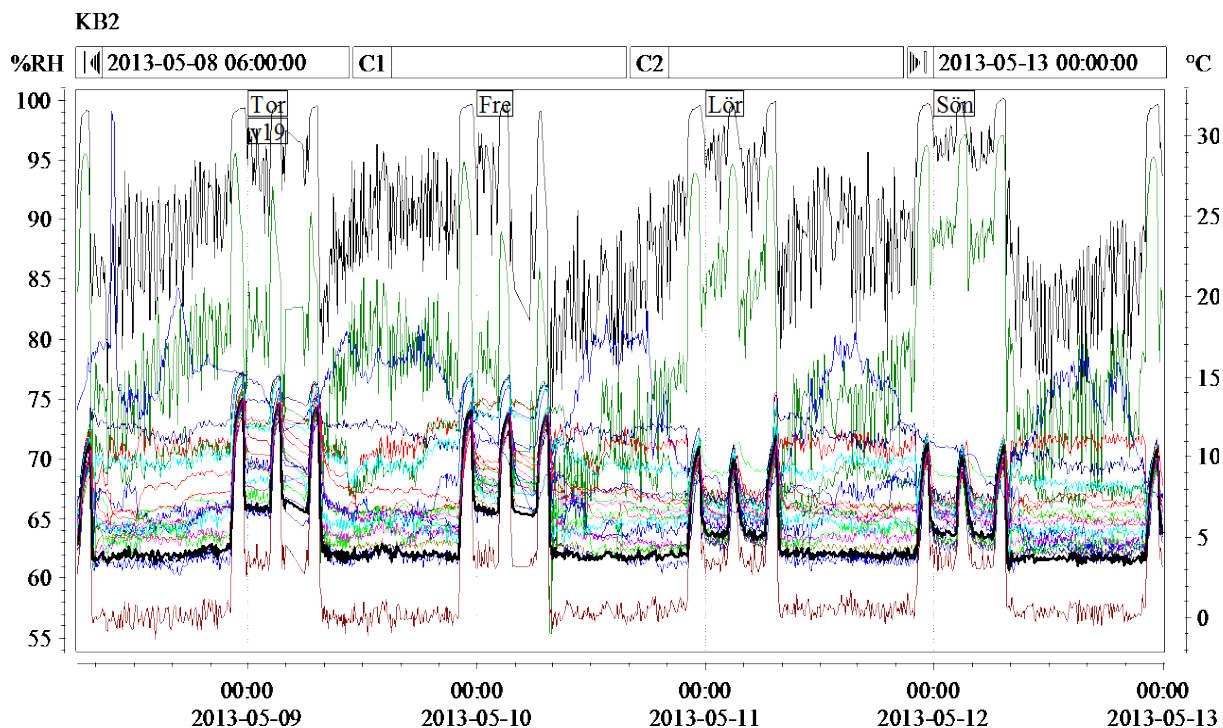
KB2 före tvätt



Benämning	Medel	Min	Max	Diff
C_RHaH7	70,18	33,50	97,90	64,40
C_TaH7	5,06	1,90	14,00	12,10
C_RHaH9	60,46	30,50	91,50	61,00
C_TaH9	7,06	4,70	15,10	10,40
C_TaH1	6,72	2,80	14,60	11,80
C_TaH2	6,73	4,10	15,80	11,70
C_TaH3	7,37	4,80	15,80	11,00
C_TaH4	5,73	2,60	14,70	12,10
C_TaH5	5,95	3,60	14,30	10,70
C_TaH6	7,48	5,50	14,00	8,50
C_Tai1	9,61	3,20	15,60	12,40
C_Tai2	9,40	2,90	15,70	12,80
C_Tai3	8,38	3,10	15,80	12,70
C_Tao1	5,88	3,40	15,80	12,40
C_Tao2	6,05	2,50	15,60	13,10
C_Tao3	2,30	-1,70	15,40	17,10
C_Tai4	9,70	6,00	16,20	10,20
C_Tao4	6,33	3,70	15,60	11,90
C_TaH8	5,62	2,10	14,60	12,50
C_Ute	N/A	N/A	N/A	N/A
'Tai1-5'	9,27	4,39	15,50	11,12
'Tao1-4'	5,14	2,48	15,50	13,02
'TaH1-6'	6,66	4,67	14,80	10,13
EL	89 610	89 447	89 779	332
'Antal dygn'	4,62	2,25	7,00	4,75

Figur B9. Uppmätta parametervärden före tvätt i kylmöbel KB2, vertikal kyldisk utan dörrar.

KB2 efter tvätt



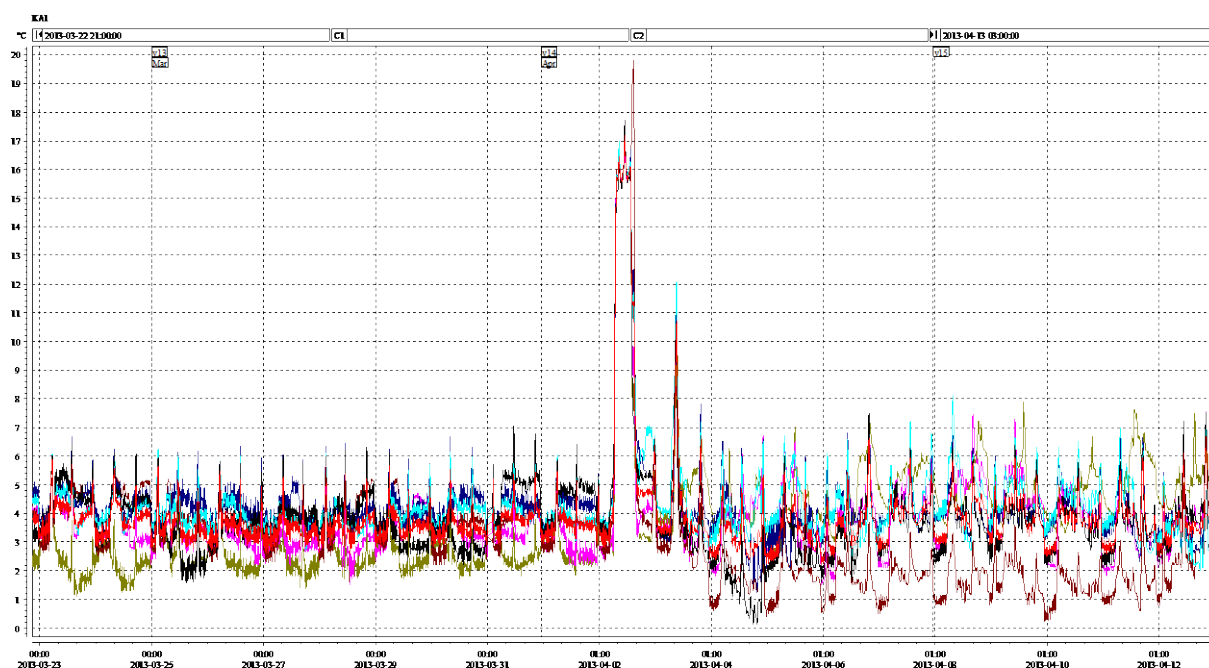
Benämning	Medel	Min	Max	Diff
C_RHaH7	90,10	67,60	99,90	32,30
C_TaH7	5,02	2,70	12,50	9,80
C_RHaH9	78,76	54,80	97,00	42,20
C_TaH9	7,36	5,20	14,10	8,90
C_TaH1	5,42	2,50	13,30	10,80
C_TaH2	7,88	5,00	14,30	9,30
C_TaH3	8,24	6,00	14,50	8,50
C_TaH4	7,12	3,10	13,50	10,40
C_TaH5	7,14	4,30	13,30	9,00
C_TaH6	7,93	5,60	13,20	7,60
C_Tai1	10,70	5,00	15,20	10,20
C_Tai2	9,65	3,70	15,30	11,60
C_Tai3	7,43	3,50	15,00	11,50
C_Tao1	5,65	2,60	14,20	11,60
C_Tao2	6,26	3,00	13,60	10,60
C_Tao3	2,27	-1,40	12,80	14,20
C_Tai4	11,10	5,10	15,40	10,30
C_Tao4	6,81	3,90	13,90	10,00
C_TaH8	6,03	2,80	13,00	10,20
C_Ute	12,99	6,10	32,20	26,10
'Tai1-5'	9,72	5,20	15,10	9,90
'Tao1-4'	5,25	2,75	13,62	10,86
'TaH1-6'	7,29	5,36	13,59	8,23
EL	90 110	89 916	90 288	372
'Antal dygn'	11,62	9,25	14,00	4,75

Figur B10. Uppmätta parametervärden efter tvätt i kylmöbel KB2, vertikal kyldisk utan dörrar.

Temperaturspridning

Mätningarna i de olika butikerna visade som förväntat jämnare temperaturer i hyllplanen för diskar med dörrar än de utan. Se nedanstående figurer för kylmöbler med och utan dörrar. För placering av temperaturgivare i kylmöbler i butik B (KB1 och KB2) respektive i kylmöbler i butik A (KA1 och KA2) se Figur 12 respektive Figur 14 i kapitel 4.

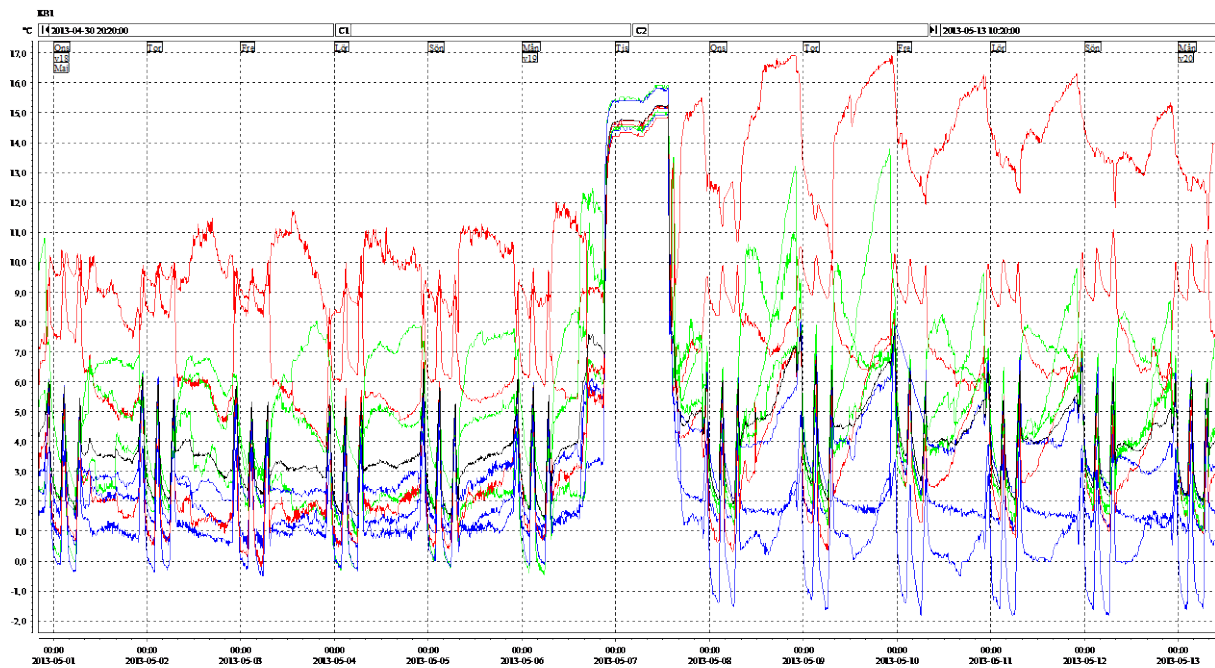
Nedanstående figur och tabell tillsammans med diagram och tabell Figur B1 och Figur B2 redovisar hur stopp av fläkt på vänster sida av disken, sett från front, påverkade diskens temperaturspridning i hyllplan dvs. mätpunkt TaH1-3. Notera för övrigt de relativt likvärdiga medel-, minvärdena för temperatur i figuren ovan. Data visar på likvärdiga temperaturer i de olika mätpositionerna vilket berodde på att disken har dörrar. De höga maxvärdena är från tvättdag. För maxvärden vid normal drift före och efter tvätt, Figur B1 och Figur B2.



Benämning	Medel	Min	Max
KA1_TaH1	3,8	1,0	17,2
KA1_TaH2	3,8	1,3	17,1
KA1_TaH3	3,1	0,2	20,0
KA1_TaH4	4,3	1,2	17,2
KA1_TaH5	4,3	2,0	17,2
KA1_TaH6	3,9	0,1	17,7
'KA1_TaH1-6'	3,9	2,2	17,3

Figur B11. Diagrammet visar lufttemperaturernas temperaturspridning mellan de olika mätpositionerna och hur de påverkas när en fläkt av två stannar efter tvätt för kylmöbel KA1 med dörrar, tidpunkten för tvätt är i mitten av tidsaxel.

Nedanstående figur och tabell tillsammans med diagram och tabell i Figur B7 och Figur B10 redovisar hur temperaturspridning i hyllplan för en disk utan dörrar ser ut. Notera att den stora temperaturskillnaden för mätposition KB1_TaH4. Här finns en stor osäkerhet för mätdata och risk finns att mätpositionen påverkats av yttre faktorer dvs. personal, kunder eller varor. Data visar på skillnad i temperaturer för de olika mätpositionerna vilket beror på att disken saknade dörrar, de höga maxvärdena är från tvättdag. För maxvärden vid normal drift före och efter tvätt, Figur B7 och Figur B8.

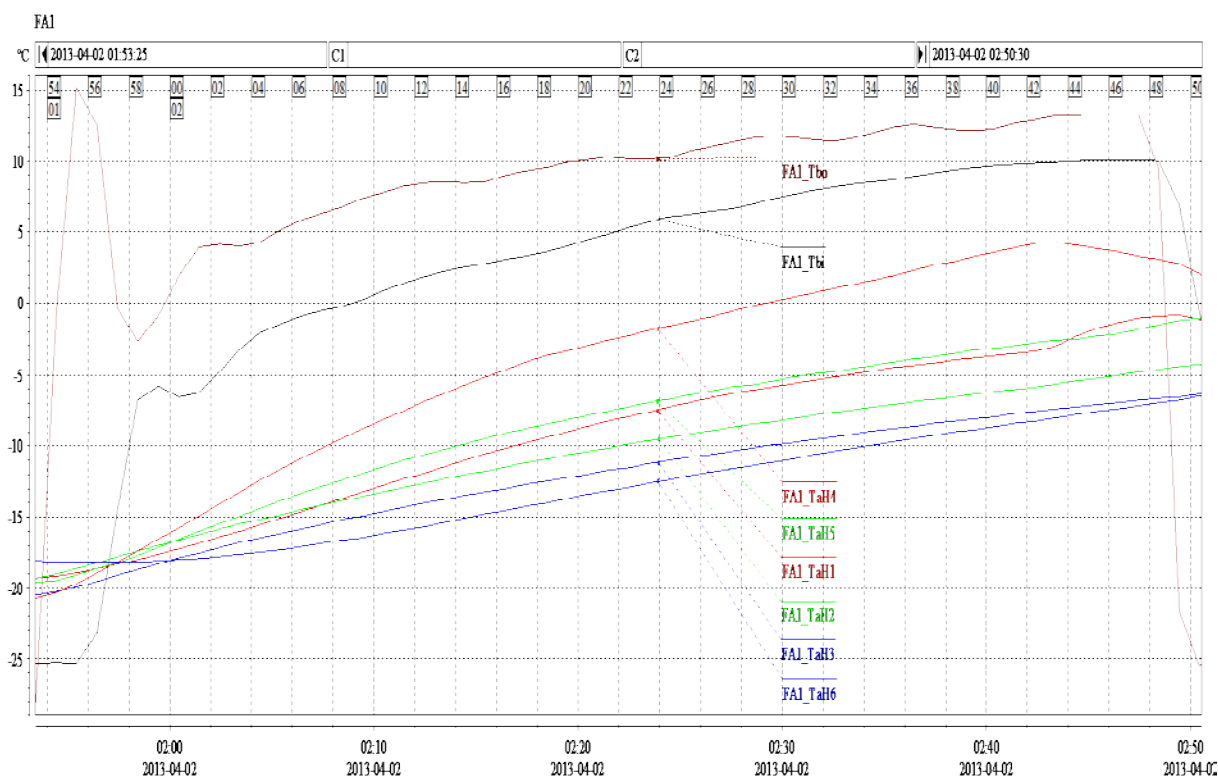


Benämning	Med	Min	Max
KB1_TaH1	7,6	3,8	15,2
KB1_TaH2	5,8	0,7	15,1
KB1_TaH3	2,6	0,3	15,0
KB1_TaH4	12,0	5,0	17,0
KB1_TaH5	4,6	-0,5	15,1
KB1_TaH6	2,0	-2,0	15,3
KB1_TaH7	3,7	-0,2	14,9
KB1_TaH8	5,8	0,9	15,9
KB1_TaH9	4,1	0,9	15,8
'TAH1-9'	4,5	1,4	15,3

Figur B12. Diagrammet visar lufttemperaturernas temperaturspridning mellan de olika mätpositionerna och hur de påverkas efter tvätt för kylmöbel KB1 med dörrar, tidpunkten för tvätt är i mitten av tidsaxel.

Övriga resultat

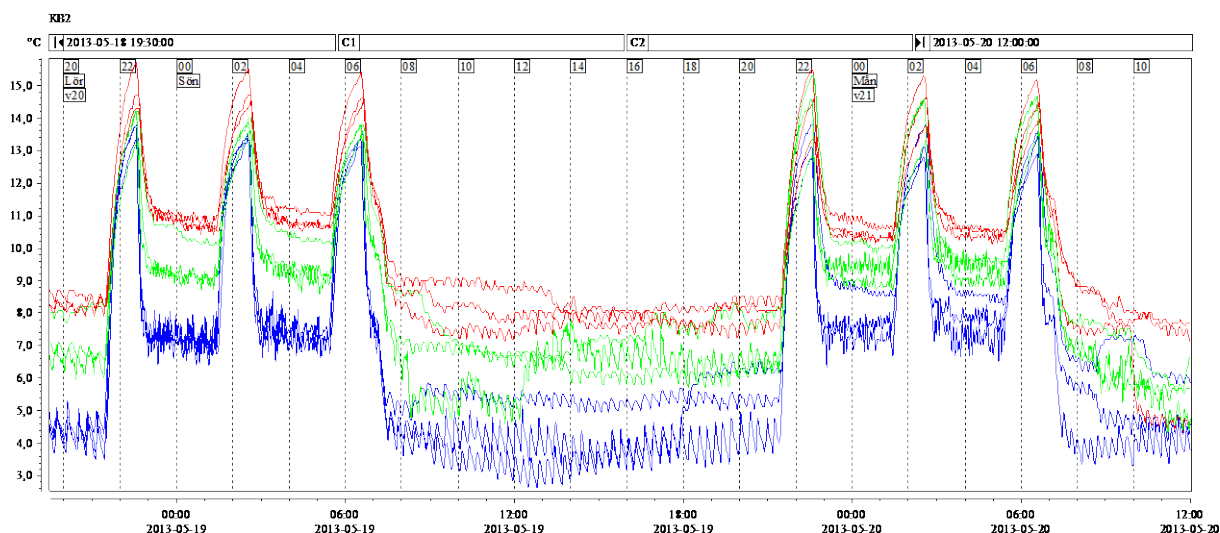
Mätning av lufttemperaturer i frysmöbel FA1 påvisade att lufttemperaturer i den högsta mätpunkten var över 0°C under 20 min under avfrostning, se Figur B13.



Benämning	Med	Min	Max
FA1_TaH1	-9,2	-19,3	-0,8
FA1_TaH2	-10,7	-19,3	-4,3
FA1_TaH3	-12,3	-20,5	-6,4
FA1_TaH4	-4,5	-20,8	4,3
FA1_TaH5	-8,7	-19,7	-1,1
FA1_TaH6	-13,1	-18,2	-6,6
FA1_Tbi	2,2	-25,3	10,0
FA1_Tbo	7,9	-28,1	15,1

Figur B13. Diagrammet och tabell visar lufttemperaturer i frysdisk under en avfrostningsperiod.

Figur B14 visar kylmöbel KB2 som hade förhöjda lufttemperaturer vid avfrostning. De hösta temperaturerna inföll under nattetid ca kl. 22:00-06:00 då nattgardiner användes och avfrostningsperioder skede. Vid avfrostning värmdes kylbatterier för att få bort frost- eller ispåväxt från kylbatteriet. Temperaturen ökade då i disken. De lägsta lufttemperaturerna under natten var ca 9°C och de högsta ca 12°C. Matvarornas temperatur är okänd.



Benämning	ID	Medel	Min	Max
C_TaH1	05	7,12	2,60	13,80
C_TaH2	06	9,32	5,60	15,30
C_TaH3	07	9,91	7,13	14,70
C_TaH4	08	6,41	3,10	13,60
C_TaH5	09	8,29	5,30	13,60
C_TaH6	10	9,99	7,60	14,50
C_TaH7	02	7,12	4,00	13,70
C_TaH8	20	8,43	4,20	14,70
C_TaH9	04	9,64	4,30	15,70

Figur B14. Diagrammet visar lufttemperaturer i hyllplan. De lägsta hyllplanen är blå (TaH1,6,9), mellannivå grön (TaH2,5,8) och röd är högsta nivå (TaH1,4,7).

Mätutrustning

Nedanstående tabell är en sammanställning för den faktiska mätutrustning som användes i uppdraget. För att installera utrustningen och sedan analysera data behövdes en ansenlig mängd kringutrustning och verktyg. För överföring av data användes SIM-kort och GPRS-modem.

Benämning	Inv.nr./sn.
Basstation	AE10100006
Logger	900703
Logger	900397
Logger	900614
Logger	900582
Logger	900581
Logger	900580
Logger	900513
Logger	900579
Logger	900704
Logger	901257
Logger	900598
Logger	900525
Logger	900515
Logger	PR09470001
Logger	900391
Logger	PR09080031
Logger	900573
Logger	900638
Logger	PR10081010
Basstation	AE100411014
Logger	901316
Logger	900595
Logger	900399

Benämning	Inv.nr./sn.
Logger	PR07280052
Logger	PR07280083
Logger	900398
Logger	901316
Logger	900604
Logger	900598
Logger	900612
Logger	900605
Logger	900572
Logger	900611
Logger	900610
Logger	900705
Logger	900609
Logger	900571
Logger	900606
Logger	900576
Logger	900637
Logger	6748
Logger	6749
Logger	6750
Pt100	
Lufthastighetsgivare	900067
Elenergimätare	OD4165

Mätosäkerhet

De olika temperaturmätningarna som gjordes var dels för luft i kyl- och frysmöblerna och dels för köldbärare till och från möblerna.

Köldbärare till och från diskarnas värmeväxlare mättes med utanpåliggande foliogivare av typen PT 100. Med det montage som gjorts kan noggrannheten statistiskt skattas till några 0,1°C för respektive givare. Montage skedde på kopparrör med buntband eller klämma och med minst 3 cm isolering utanpå. Varje temperaturgivare kalibrerades före montage. Den dynamiska noggrannheten eller annorlunda tidskonstanten för temperaturändringar uppmättes inte. Osäkerheten i den statistiska temperaturdifferensen mellan till och från-temperaturerna var i storleksordningen $\pm 0,5^\circ\text{C}$.

Lufttemperaturer mättes på två olika sätt. Dels med temperaturgivare av typen PT 100, som kopplades till en gemensam scanner och dels med friliggande temperaturloggers. Osäkerheten efter kalibrering i de förra ligger ner mot $\pm 0,5^\circ\text{C}$ medan de senare på grund av den otympliga kalibreringen hade en spridning mellan de respektive temperaturloggarna på mindre än $\pm 0,5^\circ\text{C}$ och ett absolutfel som måste bedömmas kunna vara någon grad Celsius.

I några fall mättes luftflöden med anemometer. Det är inte möjligt att ange någon tillförlitlig mätosäkerhet för mätning av luftflöden över en yta eller en lång smal spalt, men erfarenhetsmässigt blir absolutfelen stora. Däremot, om förändringar ska mätas upp som luftflöde före och efter tvättning, och detta utförs av samma person med samma instrument bli mätningen hanterbart säker.

C. Provtagning av mikroorganismer och organisk smuts

Denna bilaga innehåller SIK-rapport 3P00105 i sin helhet.



3P00105, Ref ETk6098-07

Uppföljning av rengöring av kyldiskar

Slutrapport

Birgitta Bergström

April 2013

Projektinformation

Projekt påbörjat

Mars 2013

Granskad av

Kristin Larsson

Projektledare

Birgitta Bergström

Projektgrupp

Lisbeth Märs, Birgitta Bergström

Distributionslista

SP, SIK

Nyckelord

Rengöring kyldiskar, mikroorganismer

Sammanfattning

SP Energiteknik arbetar i ett projekt som syftar till att minimera energianvändningen i kyldiskar genom att förbättra rengöringen av kylbatterierna. Rengöringen ska utföras med ångteknik av ett externt företag som samtidigt rengör kyldiskarna totalt sett dvs. inte bara kylbatterierna. SIK har tillfrågats om att genomföra en uppföljning av rengöringsresultatet avseende mikroorganismer och organisk smuts.

Vid tre tillfällen nämligen före, under samt efter rengöringen samlades prov från luft och ytor (hyllplan) in från kylmöbel KA1 och kylmöbel KA2 i livsmedelsbutik A. Resultaten kan sammanfattas i följande punkter:

- Totalantalet bakterier i luften ökade tillfälligt under själva rengöringsfasen från ca 200-500 cfu/m³ till 1000 cfu/m³.
- Antalet bakterier hade återgått till ursprungsnivån vid luftprovtagning två dygn efter avslutad rengöring.
- Antalet mögel i luften ökade från 100-300 cfu/m³ till >3000 cfu/ m³ under själva rengöringen.
- Antalet mögel var fortsatt något högre än före rengöringen i butiken generellt samt i kylmöbel KA1 vid luftprovtagning två dygn efter avslutad rengöring.
- En ökning av mögelhalten till >3000 cfu/m³ innebär en risk för att infektera eventuellt oförpackade livsmedel i närheten.
- Inga bakterier tillhörande *Enterobacteriaceae* fanns i luften eller på hyllplanen varken före, efter eller under rengöringen.
- Totalantalet bakterier, jäst och mögel på hyllplanen reducerades effektivt till ca 30cfu/100cm² 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.

INNEHÅLL

UPPFÖLJNING AV RENGÖRING AV KYLDISKAR.....	1
PROJEKTINFORMATION.....	2
SAMMANFATTNING	3
BAKGRUND	5
MÅL	5
PROJEKTUPPLÄGG OCH GENOMFÖRANDE	5
<i>Provtagningsplan för ytor, luft och insamlat material.</i>	5
RESULTAT OCH DISKUSSION	6
MIKROORGANISMER I LUFT	6
MIKROORGANISMER PÅ YTOR	8
<i>Resultat från provtagning med svabbteknik</i>	8
<i>Resultat från provtagning med tryckplattor</i>	9
ORGANISK SMUTS PÅ YTOR	10
MIKROORGANISMER I FILTERLUDD	11
SLUTSATSER.....	11

Bakgrund

SP Energiteknik arbetar i ett projekt som syftar till att minimera energianvändningen i kyldiskar genom att förbättra rengöringen av kylbatterierna. Rengöringen ska utföras med ångteknik av ett externt företag som samtidigt rengör kyldiskarna totalt sett dvs. inte bara kylbatterierna. SIK har tillfrågats om att genomföra en uppföljning av rengöringsresultatet avseende mikroorganismer och organisk smuts.

Mål

Att mikrobiologiskt och för organisk smuts provta ytor, luft och insamlat material från filter i och runt två kyldiskar före, under samt efter rengöring av kyldiskarna med ångteknik.

Projektupplägg och genomförande

SIK genomförde provtagning av två kyldiskar i livsmedelsbutik A v.12 samt v.14 2013, före, under samt efter avslutad rengöring. Provtagning av luft genomfördes för att få en uppfattning av om man vid rengöringen riskerade att sprida mikroorganismer till miljön runt kyldisken och på så sätt t.ex. smitta ner eventuella oförpackade livsmedel i närheten. Provtagningen av ytor gjordes för att se om man lyckats få bort mikroorganismer och organisk smuts. Två tekniker användes för ytprovtagning dels svabbprovtagning och dels tryckplattor. Svabbprovtagning är ett effektivare sätt att samla in mikroorganismer från ytan men fördelen med tryckplattor är att butiken själv skulle kunna använda denna teknik för uppföljning i framtiden. Analys med båda teknikerna i detta skede ger en mer heltäckande bild av rengöringsresultatet. Totalt antal bakterier ger en generell bild av hur mycket mikroorganismer som finns på ytan. Enterobacteriaceae är en som grupp bakterier som brukar ses som en indikator på hur god hygien är. Inom Enterobacteriaceae hittar man även sjukdomsframkallande bakterier så som E.coli och Salmonella spp. Jästförekomst indikerar också på lite sämre hygien. Mögel är den grupp mikroorganismer som lättast sprids i miljön pga. sina sporer.

Provtagningsplan för ytor, luft och insamlat material.

Provtagning före samt efter avslutad rengöring.

Luftprov på 200 samt 400 liter samlades in och analyserades avseende totalt antal bakterier, *Enterobacteriaceae*, jäst och mögel. Två prov på luften i kyldisken och två prov på luft runtom disken togs ut. Som referens togs två luftprov utomhus för att se rådande luftstatus.

Ytprov i kyldisken togs dels som fem 100cm² svabbprov och dels som 15st 10cm² tryckplattor. Svabbprov innebär att en 100cm² stor yta i disken svabbades av med en fuktad steril tops för att samla in mikroorganismer. Mikroorganismerna lösgjordes och proven analyserades avseende totalt antal bakterier, *Enterobacteriaceae*, jäst och mögel. Provtagning med tryckplattor innebär att 10cm² stora förgjutna plattor med agar för totalt antal bakterier, *Enterobacteriaceae*, jäst och mögel trycks mot ytan för att samla upp respektive grupp av mikroorganismer. Fem svabbprov för ATP, som indikerar organisk smuts, t.ex. matrester togs i kyldiskarna.

Materialprov innebar att vi samlade in fem prov på ludd från filter för analys totalt antal bakterier, *Enterobacteriaceae*, jäst och mögel

Provtagning under själva rengöringen

Luftprov på 200 samt 400 liter samlades in och analyserades avseende totalt antal bakterier, *Enterobacteriaceae*, jäst och mögel. Två prov på luft runtom disken togs ut och som referens togs två luftprov utomhus för att se rådande luftstatus.

Resultat och diskussion

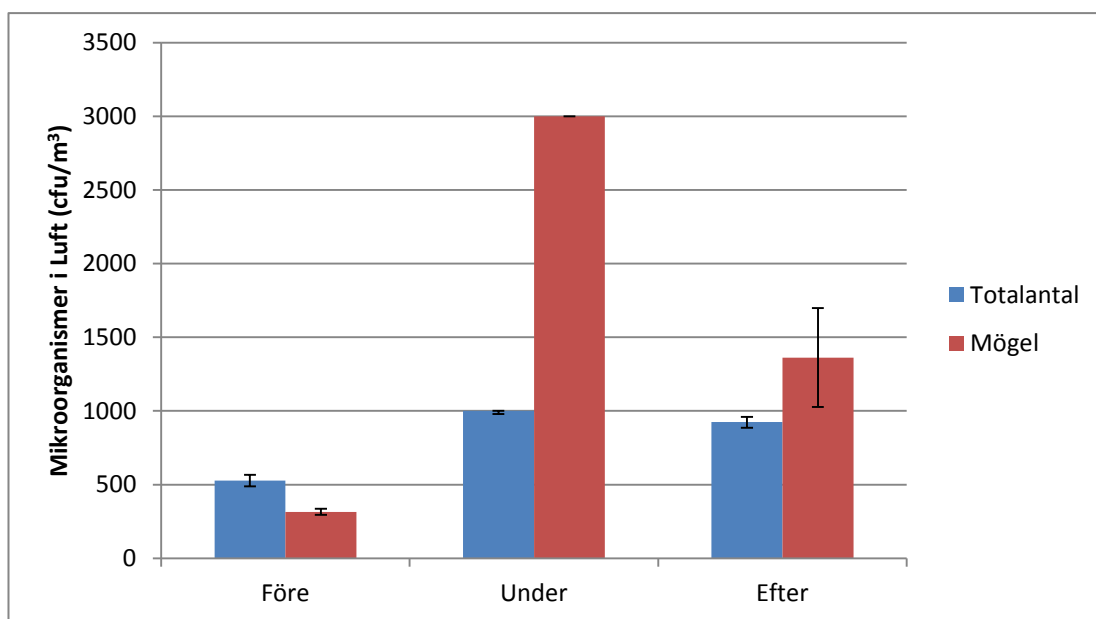
Mikroorganismer i luft

Totalantalet bakterier i luften ökade tillfälligt under själva rengöringsfasen från ca 200-500 cfu/m³ till 1000 cfu/m³. Ökningen av antalet mögel i luften var större och halten ökade från 100-300 cfu/m³ till >3000 cfu/m³ under själva rengöringen. Antalet bakterier hade återgått till ursprungsnivån vid luftprovtagning två dygn efter avslutad rengöring men antalet mögel var fortsatt något högre än före rengöringen i butiken generellt samt i kylmöbel KA1 (Figur 1-3).

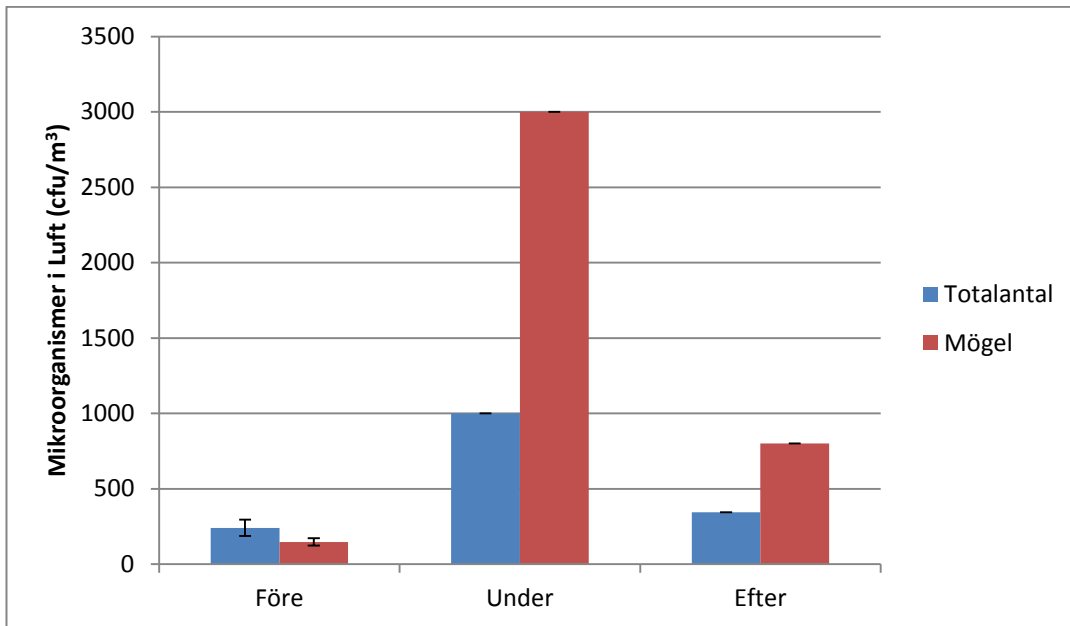
En ökning av mögelhalten till >3000 cfu/m³ innebär en risk för att infektera eventuellt oförpackade livsmedel i närheten. Man kan normalt förvänta sig halter på mellan 200-500 cfu/m³ i luften i en butik. Halterna varierar beroende på årstid med högre halter under sommar/höst då mögelsporer förekommer i högre halt i luften samt luftfuktigheten är högre. Under provtagningsperioden var luftfuktigheten mycket låg.

Inga bakterier tillhörande *Enterobacteriaceae* fanns i luften varken före, efter eller under rengöringen.

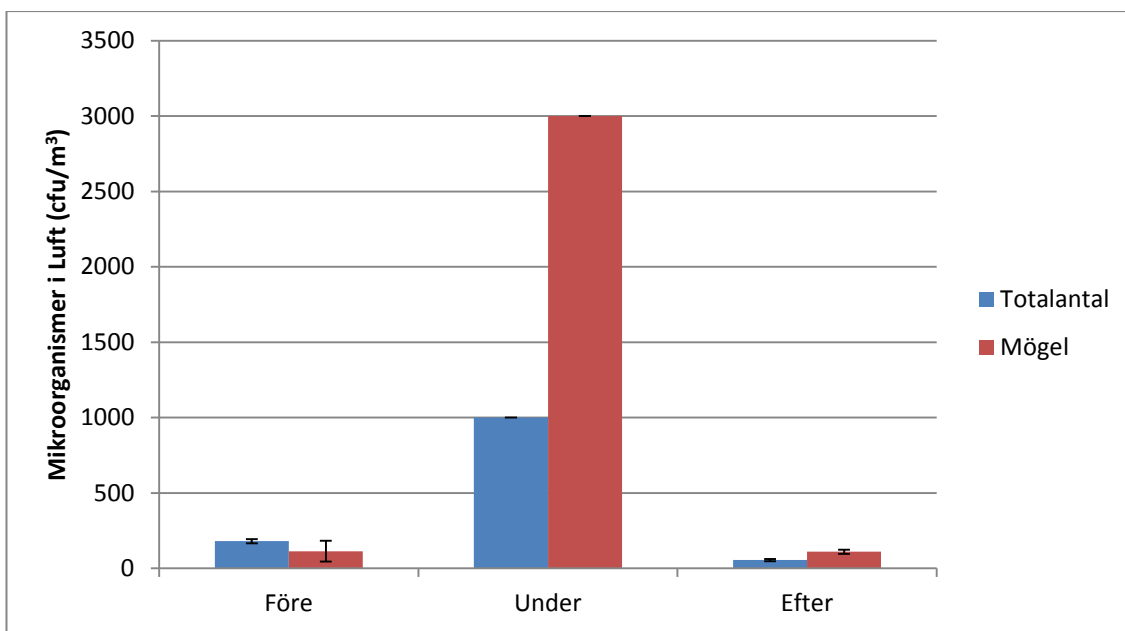
Antalet mikroorganismer i uteluften kunde inte uppmätas vid provtagningsstillfällena då det rådde minusgrader och då mätutrustningen inte klarar av att mäta vid temperatur under 0°C.



Figur 1. Antal mikroorganismer per 1m³ luft i butiken, dvs. utanför kyldiskarna, före, under samt efter rengöring. (n=2)



Figur 2. Antal mikroorganismer per 1m³ luft i kylmöbel KA1 före samt efter rengöring. Antalet under själva rengöringen är förekomsten i butik utanför kyldisken (n=2).

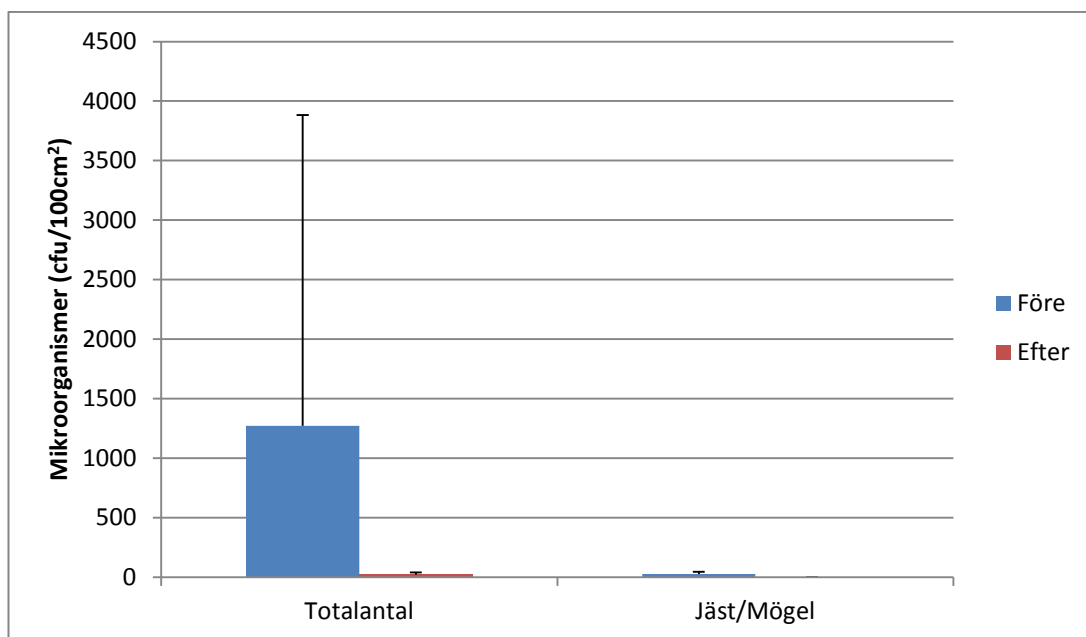


Figur 3. Antal mikroorganismer per 1m³ luft i kylmöbel KA2 före samt efter rengöring. Antalet under själva rengöringen är förekomsten i butik utanför kyldisken (n=2).

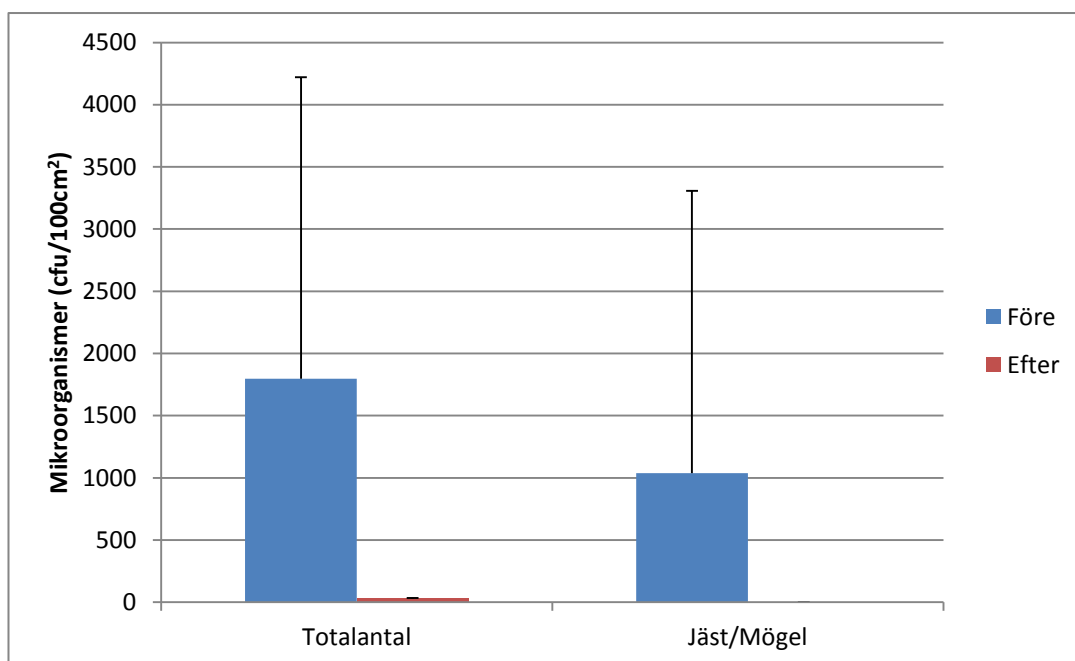
Mikroorganismer på ytor

Resultat från provtagning med svabbteknik

Totalantalet bakterier på ytor i minskade i kylmöbel KA1 från ett medel på 1300cfu/100cm² till 30 cfu/100cm². Antalet mögel och jäst var mycket lågt redan före rengöring och inga *Enterobacteriaceae* fanns på ytorna. Kylmöbel KA1 rengjordes av rengöringsföretaget med ångteknik men hyllorna i kylmöbel KA2 torkades bara av. Antalet bakterier på hyllplanens ytor i kylmöbel KA2 reducerades genom avtorkningen från 1800cfu/100cm² till 30 cfu/100cm². Även antalet mögel och jäst reducerades från ca 1000cfu/100cm² till 30 cfu/100cm². (Figur 4, 5).



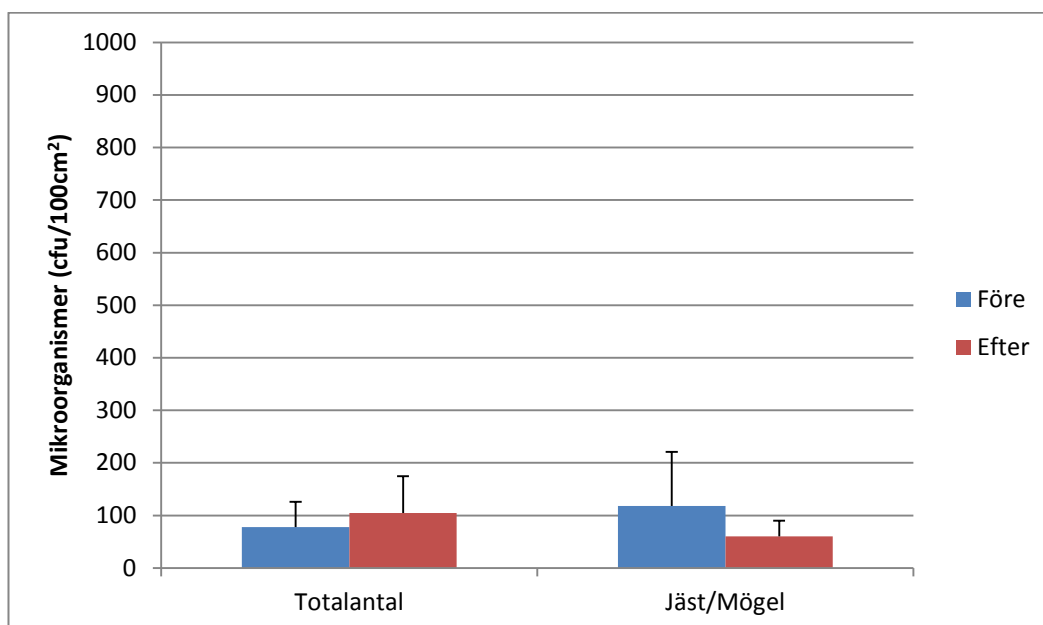
Figur 4. Antalet mikroorganismer på hyllor i kylmöbel KA1 före samt efter rengöringen insamlade med svabbteknik. (n=5)



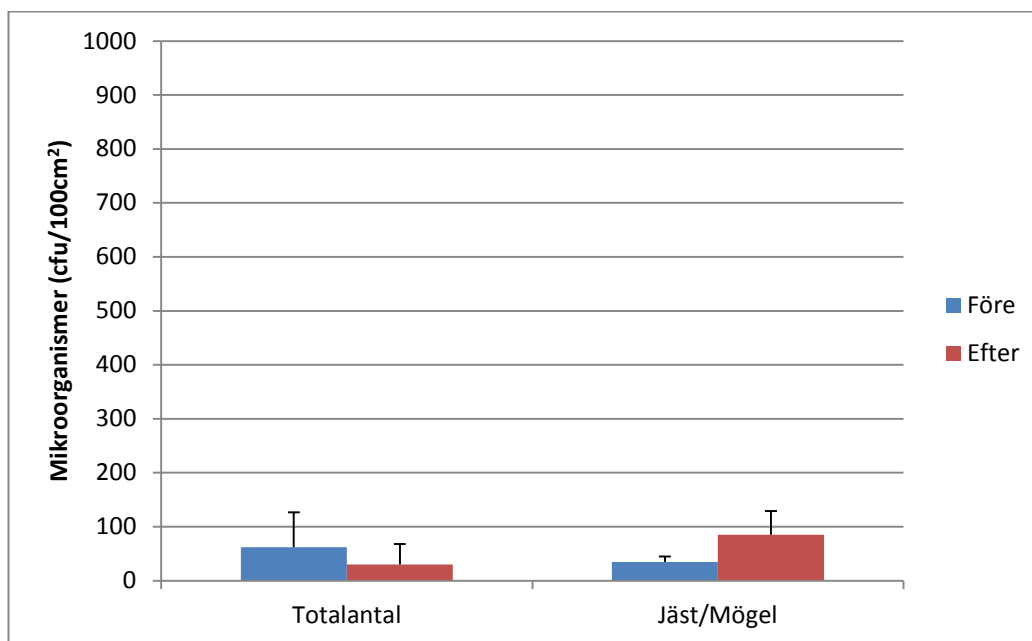
Figur 5. Antalet mikroorganismer på hyllor i kylmöbel KA2 före samt efter rengöringen insamlade med svabbteknik. (n=5)

Resultat från provtagning med tryckplattor

Totalantalet bakterier och jäst och mögel som man fångade med tryckplattor motsvarade mellan 5-10 % av de som man fångade med svabbtekniken. Detta innebär att man inte kan se någon skillnad före och efter rengöring vid provtagningen med tryckplattor då man fångar en så liten and av den totala floran (Figur 6,7).



Figur 6. Antalet mikroorganismer på hyllor i kylmöbel KA1 före samt efter rengöringen insamlade med tryckplattor. (n=15)

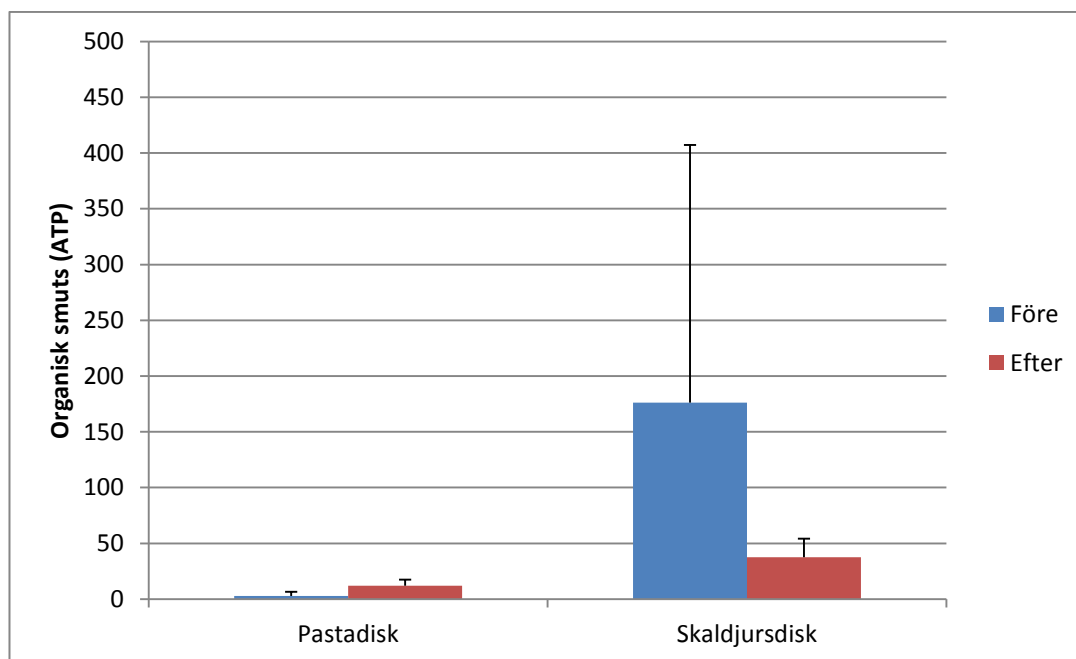


Figur 7. Antalet mikroorganismer på hyllor i kylmöbel KA2 före samt efter rengöringen insamlade med tryckplattor. (n=15)

Organisk smuts på ytor

Mängden organisk smuts på hyllplanen uppmätt som ATP var mycket låg i kylmöbel KA1 redan före rengöringen. I kylmöbel KA2 fanns ATP till ett medel av 175 på hyllplanen före rengöring vilket hade minskat till ca 40 efter rengöring (Figur 8).

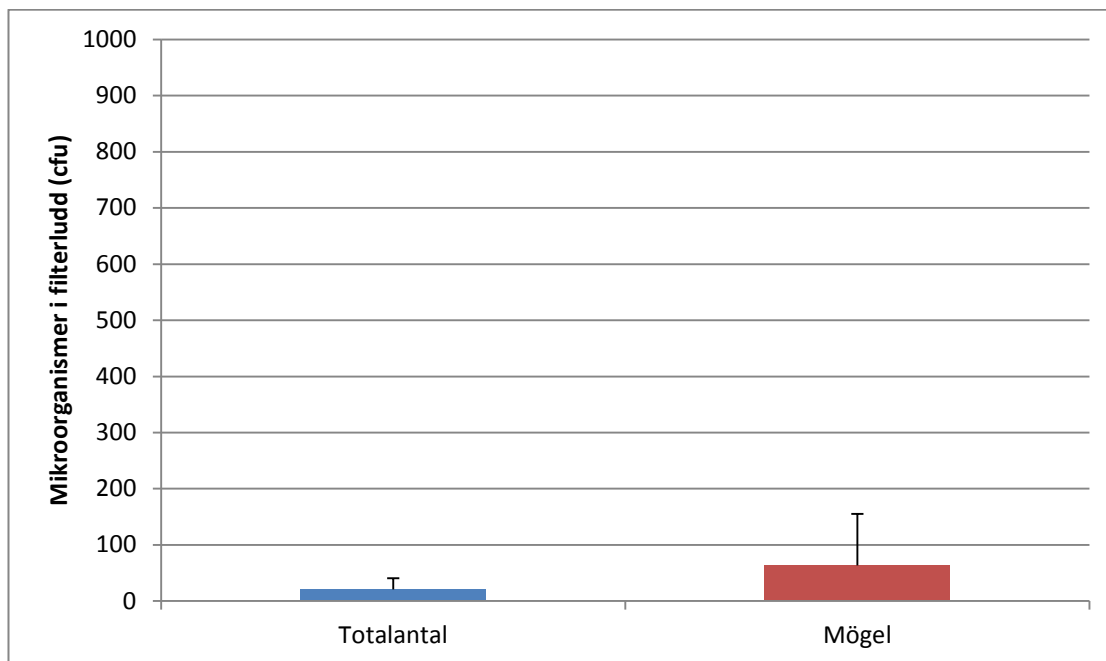
En icke produktberörd yta med ett värde < 200 räknas som godkänd med anmärkning. Ytor som ligger >200 i en livsmedelsmiljö är ej godkända vilket gäller för vissa av hyllorna i kylmöbel KA2 före rengöringen. Kylmöbel KA2s ytor torkades bara av och rengjordes inte av rengöringsföretaget med ånga. Avtorkningen var effektiv i att avlägsna organisk smuts.



Figur 8. Mängd ATP före samt efter rengöring i kylmöbel KA1 amt kylmöbel KA2 (n=15)

Mikroorganismer i filterludd

Analys av det ludd som samlats i luftfiltret till kyldiskarna innehöll mögel i halter upp till ca 150 cfu. Bakteriehållten var låg ca 20 cfu och då luddet är så torrt föreligger inte någon risk att bakterier eller mögel tillväxer där (Figur 9). Om luddet blir fuktigt skulle dock tillväxt kunna ske. Inga *Enterobacteriaceae* fanns i filterluddet.



Figur 9. Mikroorganismer i ludd från kyldiskarnas luftfilter (n=5).

Slutsatser

- Totalantalet bakterier i luften ökade tillfälligt under själva rengöringsfasen från ca 200-500 cfu/m³ till 1000 cfu/m³.
- Antalet bakterier hade återgått till ursprungsnivån vid luftprovtagning två dygn efter avslutad rengöring.
- Antalet mögel i luften ökade från 100-300 cfu/m³ till >3000 cfu/ m³ under själva rengöringen.
- Antalet mögel var fortsatt något högre än före rengöringen i butiken generellt samt i kylmöbel KA1 vid luftprovtagning två dygn efter avslutad rengöring.
- En ökning av mögelhalten till >3000 cfu/m³ innebär en risk för att infektera eventuellt oförpackade livsmedel i närheten.
- Inga bakterier tillhörande *Enterobacteriaceae* fanns i luften eller på hyllplanen varken före, efter eller under rengöringen.
- Totalantalet bakterier, jäst och mögel på hyllplanen reducerades effektivt till ca 30cfu/100cm² 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.



Huvudkontor/Head Office:

SIK, Box 5401, SE-402 29 Göteborg, Sweden.

Telephone: +46 (0)10 516 66 00, fax: +46 (0)31 83 37 82.

Regionkontor/Regional Offices:

SIK, Ideon, SE-223 70 Lund, Sweden.

Telephone: +46 (0)10 516 66 00.

SIK, Forslunda 1, SE-905 91 Umeå, Sweden.

Telephone: +46 (0)10 516 66 00.

SIK, c/o Almi, Box 1224, SE-581 12 Linköping, Sweden.

Telephone: +46 (0)10 516 66 00.

www.sik.se