

# Förstudie av energioptimering av avfuktning i livsmedelsaffärer

Birgitta Nordquist

Lars Jensen

Dennis Johansson

Jonas Lindhe

Avdelningen för Installationsteknik

Lunds tekniska högskola



## Förord

Denna förstudie har gjorts vid avdelningen för Installationsteknik, institutionen för Bygg- och Miljöteknologi vid Lunds tekniska högskola, Lunds Universitet. Projektet har genomförts under perioden november 2017- september 2018. Förstudien har finansierats av Energimyndigheten via Belivs – Energimyndighetens Beställargrupp Livsmedelslokaler. Författarna vill passa på att tacka de personer som har deltagit i enkätstudien och besvarat den enkät som genomförts i projektet. Dessa svar har varit värdefulla att få.



# Innehållsförteckning

Förord	3
Innehållsförteckning	5
Kapitel 1 Inledning	7
1.1 Bakgrund	7
1.2 Syfte	9
1.3 Genomförande	10
1.4 Tidigare studier	10
Kapitel 2 Kartläggning av drift i befintliga butiker – Enkätundersökning	13
2.1 Genomförande - metod	13
2.2. Resultat	14
2.3 Sammanfattning, diskussion	15
Kapitel 3 Faktorer att beakta - modell och beräkningsexempel	17
3.1 Faktorer att beakta	17
3.2 Tillgång till mätdata	24
3.3 Beräkningsexempel	26
3.4 Förslag på modell för optimering och minimering av driftkostnad	42
Kapitel 4 Diskussion och sammanfattning	53
Referenser	55
Bilaga 1 Utskickad enkät med följebrev	
Bilaga 2 Svar på enkät	



# Kapitel 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Energi till kylar och frysar utgör en betydande andel av livsmedelsbutikers totala energianvändning. Fahlén redovisade att i en typisk fördelning utgör de ca 40% (2000) av den totala energianvändningen. Senare studier anger att ungefär hälften av energianvändningen i livsmedelsbutiker går till kyl- och frysanläggningarna (Jensen et al, 2015). Fahlén tar även upp att det ekonomiska värdet av produkterna rör sig om stora belopp. Enligt SCBs senaste statistik utgör försäljningen inkl moms av livsmedel och drycker inom handeln räknat i fasta priser 209 897 miljoner kr för 2016. Räknat i löpande priser är motsvarande siffra 270 791 miljoner kr (SCB, 2018). I ett projekt som redovisas vid Lågan, hemsida Lågan - För energieffektiva byggnader, redovisas att "Livsmedelslokaler är en av de mer energislukande verksamheterna per area. De använder mycket energi jämfört med andra lokaler, 400-800 kWh/m<sup>2</sup> och merparten är elektricitet." (Peters, 2018).

Energianvändningen till kylar och frysar utgör alltså ca 40-50% av en livsmedelsbutiks totala energianvändning (Fahlén, 2000, Jensen, 2015). Det är viktigt att eftersträva att samtliga energiposter blir så små som möjligt och att den tillförda energin används så effektivt som möjligt.

De kylar och frysar som finns i butiken måste tillföras kylenergi för att kunna hålla en lägre temperatur i dessa än i omgivande lokal. Lokalen måste hålla en viss temperatur ur komfortsynpunkt för människorna. Detta innebär att förhållandevis varm fuktig lokalluft kommer att tillföras kylarna och frysarna. Lokalluften kommer kylas ner i dessa frysar och kylar till erforderliga temperaturer; ca -20°C - + 4°C beroende på typ av vara. Så kall luft kan inte hålla den mängd vattenånga som den ca 20°C lokalluften innehåller utan det kommer att fällas ut som kondens och sedan påfrysas på ytorna i frysen. För att undvika detta måste energi tillföras sk latent energi. Ju varmare och fuktigare lokalluften är och ju kallare det ska vara i frysen desto mer energi behöver tillföras. Energin som måste tillföras består alltså av två delar, en sensibel som sänker temperaturen och en latent del som behövs till fasomvandling.

Temperaturen på lokalluften kan inte minskas av komfortskäl. Men luftfuktigheten skulle kunna minskas, inom vissa gränser, vilket skulle innebära en energibesparing för denna energiandel. Om lokalluften innehåller mindre mängd vattenånga skulle detta inverka positivt på kyleffektbehovet för frysen. Att använda frysen till att avfukta luften kan på ett sätt betraktas vara lite onödigt. Framförallt med tanke på att frysen kan ha en förhållandevis låg COP. En frågeställning som uppstår är om man avfuktar luften med en kylmaskin med högt COP, exempelvis i ventilationsaggregatet, kan detta ge en energibesparing i förhållande till en frys placerad i lokalen med ett lägre COP. Lönar det sig att avfukta i exempelvis i ventilationsaggregatet.

Perioder med högt vatteninnehåll i lokalluften kan bland annat uppstå vid sommarförhållanden då uteluften är varm och fuktig eller vid höga fuktillskott av annat slag. Om värmeböljorna kommer att öka i omfattning pga av ett förändrat klimat kommer belastningen att öka och skulle kunna utgöra ett större problem i framtiden. Det har muntligt rapporterats till projektgruppen att man har haft svårt att bibehålla en viss låg temperatur i frysarna vid de senaste värmeböljorna i Sverige. Kyleffekten som fanns att tillgå räckte inte till. Detta innebär att detta även kan ge kvalitetsproblem och att det kan bli svårt att uppfylla de temperaturkrav som ställs på förvaring av olika varor.

I en lokal butik kunde följande iakttas den 20 september 2018. Butiken har utrustats med nya kylar 2016 bland annat för köttvaror. Samtliga dessa nya kylar, som har dörrar, var täckta med kondensvatten på utsidan av dörrarna. Kylarna är effektiva på att hålla en låg temperatur vilket ger problem med en låg yttemperatur på utsidan vid högt vatteninnehåll i lokalluften. Detta innebär också att ett högt fuktinnehåll i lokalluften även kan ge siktproblem. En orsak till kondensen kan vara lokalluft med för högt fuktinnehåll.





Figur 1.1 Fotografi av en ny kyldisk med dörrar.

Jensen et al (2015) anger att 70% av kylbehovet i en kyl- eller frysdisk beror av fukt i inomhusluften som fälls ut i kyldisken och som kylaggregatet måste arbeta för att torka bort. Med tanke på som tidigare refererats att ca hälften av en butiks energianvändning går åt till kylar och frysar och att då 70% av detta beror av fukten torde detta innebära att denna energipost är en av de som bör beaktas.

Den latent delen som behövs pga vatteninnehållet i luften är den del som avses studeras och undersökas om den kan minskas.

## 1.2 Syfte

Denna förstudie syftar till att

- kartlägga problemets parametrar
- kartlägga hur driften är för livsmedelsaffärsbyggnader med avseende på det beskrivna problemet
- utreda vilka mätdata som finns för att stödja en optimering av driften i detta avseende

### 1.3 Genomförande

En enkätstudie har genomförts för att samla in underlag från branschen, för att kartlägga hur driften är för livsmedelsbyggnader idag. Resultaten från enkätstudien utgör även underlag till val av fall och indata till de överslagsberäkningar som har genomförts. Tidigare litteratur inom området och grundläggande fysikaliska formler har studerats i arbetet med att kartlägga problemets parametrar.

Målet med förstudien var även att studera området inför ett större fördjupat projekt. I ansökan angavs att det i projektet ingår att planera ett större projekt där teorin och mätningar, som utförs i livsmedelsaffärer, används till en modell. Löpande genom texten redovisas därför de delar som bör utredas djupare, och hur de kan studeras både teoretiskt och möjliga mätningar som kan genomföras. Målet med förstudien har varit att identifiera de parametrar, som bör ingå i en mer genomgripande studie av detta. Förstudien avser också att undersöka om det aktuella problemet går att optimera matematiskt, dvs om det finns en potential att studera detta teoretiskt.

Studien avgränsas till att omfatta de kylar och frysar som finns ute i butiken där ett komfortabelt inomhusklimat med avseende på termisk komfort ur kundsynpunkt ska uppnås. Det kan finnas större kylager bakom butiksytan men detta studeras inte här.

### 1.4 Tidigare studier

Det är viktigt att vidta alla energieffektiviseringsåtgärder som står till buds. Jensen et al (2015) har sammanställt ett antal energieffektiviseringsåtgärder som kan genomföras i befintliga livsmedelsaffärer och delat in dessa i tre steg. I den första kategorin redovisas ett antal åtgärder som kan vidtas utan att investeringar eller förändringar i de tekniska systemen måste göras, dvs åtgärder som kan göras enkelt och snabbt; rengöring av kondensator på plug-in diskar, se över och eventuellt höja temperatur i plug-in diskar för läsk och vatten samt stänga av dessa nattetid. I detta steg krävs insatser i form av arbetstid men oftast inte i komponenter och utrustning. Inom steg två ingår åtgärder med en låg pay-off tid; bl a installation av snabbbrullportar, nattgardiner och luftridåer i frysrum. (Jensen et al, 2015).

I steg två föreslår de avfuktning av inomhusluft som en energieffektiv åtgärd. Där anges att butikens totala energianvändning kan minska med 5% om luftfuktigheten i butiken sänks med 5%. De refererar också en studie som genom mätningar i butik kom fram till

detta. De gör en ekonomisk beräkning och uppskattar pay-off tiden för att installera en AC-anläggning som avfuktar inomhusluften på 1500 m<sup>2</sup> säljyta till 2 år.

Ett examensarbete från 2003 (Blom) har undersökt möjligheten till minskning av den totala energianvändningen genom att aktivt avfukta luften i luftbehandlingsaggregatet. Rapporten redovisar en teoridel samt beräkningsmodeller som har utvecklats. I denna rapport kommer författaren fram till att en minskning av butikens totala energianvändning kan uppnås. Med de studerade förutsättningarna bedöms minskningen som relativt liten. Men någon slutsats om den studerade systemlösningen är den mest energieffektiva går inte att dra. Antalet installerade diskar påverkar potentialen till energibesparing. En teknikutveckling kan antas ha skett sedan dess.

Blom (2003) har även sammanställt en kortare litteraturstudie om tidigare studier i ämnet. Han refererar bl a en studie av Howell (1993) som undersökt den relativa luftfuktighetens inverkan på diskarnas respektive luftbehandlingssystemets energianvändning. Howell kom fram till att den totala energianvändningen minskar med minskande relativ luftfuktighet i omgivningen. Enligt Blom ger Howell ett exempel på hur mycket energi som totalt sett kan sparas årligen i en viss butik, men anger inte under vilka klimatförutsättningar det gäller.

Han refererar även till en fransk studie där slutsatsen drogs att 40% relativ fuktighet i exempelbutiken är optimalt ur avfuktningssystempunkt under sommaren för franska förhållanden. Längre driven avfuktning av butiksluften resulterar i en högre total energianvändning (Blom, 2003).

Markusson et al (2013) nämner att det ökade användandet av dörrar och ökande användandet av återluft och med beaktande att de större livsmedelsbutikerna använder klimatkyla i sina lokaler har problemet relaterat till avfuktning minskat. En jämförelse mellan att sänka den relativa luftfuktigheten 5% och installera dörrar visar att det sistnämnda ger en större energibesparing och gör bedömningen att det inte är en prioriterad åtgärd.

Fahlén har studerat värmebalansen för en vertikal öppen kyldisk med luftridå och visat att värmebalansen domineras av infiltrationstermen. Infiltration är den enskilt största energiposten, dvs den lokalluft som tillförs disken (2000). Den utgör 65,7% av värmebalansen. Övriga poster; belysning, strålning, värmeledning etc utgör som mest 10,8% respektive post.

Det finns alltså några tidigare genomförda studier vilka kommit fram till lite olika resultat. De tidigare studierna har haft sina förutsättningar och specificerade fall. Resultaten från nämnda studier baseras på de förutsättningar som antagits. Ett flertal faktorer påverkar naturligtvis om det är lönsamt eller inte. Det har i litteraturstudien inte framkommit att det har genomförts någon genomgripande studie vilken undersöker förutsättningarna för flera av de möjliga fall som kan förekomma. I ett större projekt skulle man vilja sammanställa varierande förutsättningar och sedan gå in och identifiera vilka fall som är lönsamma. Det är i sammanhanget viktigt att beakta att det också sker en teknikutveckling.

Beroende på hur energi kan tillföras, om det är köpt elenergi från elnätet eller någon form av frikyla eller förnybar energi kan detta även ge olika förutsättningar och resultat. Därför skulle en övergripande studie vara värdefull att genomföra.

## Kapitel 2 Kartläggning av drift i befintliga butiker - Enkätundersökning

En enkätundersökning har genomförts, dels med syftet att kartlägga hur driften är i befintliga byggnader dels för att ge ett underlag till de beräkningar som har gjorts i denna förstudie.

### 2.1 Genomförande - metod

I en första ansats var tanken att skicka ut enkäten till enskilda affärer men efter diskussion inom projektgruppen kom vi fram till att det var lämpligare att skicka den till personer som känner till driften av ett flertal affärer. Fördelen med detta angreppssätt är att en större omfattning av affärer täcks in. Nackdelen blir att svaren som fås ges på en mer övergripande nivå, inte för en specifik affär, vilket innebär att det blir en form av genomsnitt av hur det ser ut i affärer idag. I de skriftliga instruktionerna angavs även att "Frågorna syftar till att få en uppfattning om en övergripande fördelning mellan olika typer av system. Den exakta fördelningen behöver inte fyllas i utan mer en uppskattningsvis fördelning mellan olika system för ert butiksbestånd".

Enkäten mailades ut till de kontaktpersoner som sitter i beställargruppen och är medlemmar i Belivs och som representerade livsmedelsaffärer, totalt åtta personer. De ombads att antingen själv besvara enkäten eller vidareförmedla den till personer inom sin organisation som har kännedom om driften. En av personerna har gått i pension och ingår därför inte.

Enkäten mailades ut den 19 juni. En påminnelse mailades ut den 20 augusti. Telefonkontakt togs även efter påminnelsen för att öka svarsfrekvensen och totalt har fem enkätsvar inkommit. Föreslagna kontaktpersoner togs kontakt med via telefon och mail.

Hela enkäten med följebrev redovisas i bilaga 1.

## 2.2 Resultat

Det bör påpekas att enkäten har skickats ut till ett begränsat antal enheter och ett begränsat antal svar har inkommit. Det är inte lämpligt att använda svaren till att försöka få fram någon procentuell fördelning av olika fall som är representativ för en nationell nivå. Resultaten är tänkta att användas som ett underlag för att få fram alla fall som kan förekomma och som därför är relevanta att studera.

Samtliga svar redovisas i bilaga 2. Totalt ingår 33 frågor samt ett fritextsvar. Svartalternativen för flera frågor är uppdelat i intervallen 0-20% av butiksytor, 20-40%, 40-60%, 80-100% för att få fram en fördelning.

Det förekommer främst FT-ventilation men även F-ventilation i viss utsträckning (0-20%). Tilluften kyls till 15-17°C för några fall, i 60-100% av butikerna. Det rapporteras även fall där kylning inte görs, detta gäller mindre butiker.

I 20-40%, 60-80% samt 80-100% av butikerna används återluft. I mindre butiker används inte återluft.

Alla svarar nej på frågorna om avfuktning görs i lokalluften respektive aktivt i ventilationsaggregatet idag.

Två av fem använder frikyla i form av uteluft under den kallare perioden av året i 1-20 samt 20-40% av butiksytor. Tre av fem använder inte frikyla.

Påfrysning anges vara ett problem i två av fem svar.

0-40% av frysdiskarna anges vara vertikala och 60-100% horisontella. 20-100% av kyldiskarna anges vara vertikala och 0-60% horisontella.

Det är vanligt förekommande med dörrar på kylar och frysar; 80-100% av de vertikala frysarna, 40-100% av de horisontella frysarna, 20-40% samt 60-100% av de vertikala kyldiskarna samt 0-20%, 40-60% respektive 80-100% för horisontella kyldiskar. Dock förekommer det även kylar och frysar utan dörrar; tre av fem svarar 0-20% för vertikala frysdiskar, tre av fem svarar 0-40% för horisontella frysdiskar, 0-60% svartalternativen har fyllts i för vertikala kyldiskar och 0-20%, 20-40% respektive 80-100% för horisontella kyldiskar.

Energi och elmätning görs i de flesta fallen.

Man eftersträvar att hålla 18-25°C (kylzon 16-20 °C) i butikslokalerna.

40-100% har luftslussar med två steg av dörrar som entréer. 0-40% har roterande luftsluss och det förekommer även enkel dörr för 0-20% i några fall.

## 2.3 Sammanfattning, diskussion

Svaren visar bland annat att förutsättningarna skiljer sig bland annat beroende på storlek på butik. Stora livsmedelsbutiker har ofta kyla på tilluften sommartid medans det inte förekommer någon kyla i mindre butiker. Detta innebär att flera driftsfall bör undersökas.

Även om det kan antas att omfattningen av dörrförsedda kylar och frysar kan antas öka allteftersom man bygger om och bygger nya butiker innebär detta ändå att det finns kylar och frysar i beståndet utan dörrar och luckor. Om den totala energianvändningen ska minskas är det viktigt att inkludera alla typer av butiker och driftfall, inte bara de nyaste modernaste butikerna, utan hela beståndet. Hur snabbt övergången till dörrar går kan bero på ett flertal faktorer som butikens storlek och organisation; bland annat om det är en enskild handlare eller centralt styrd kan inverka. Kundernas upplevelse av dörrar kan värderas olika av olika handlare. Kundernas uppfattning om dörrar har nyligen studerats (Lindberg et al, 2018). Det visade sig att dörrar kan uppfattas både positivt och negativt beroende på olika faktorer. Utformningen av diskarna och utrymmet kring dessa bör beaktas. Båda dessa driftsfall bör alltså undersökas.

Angivna temperaturer kan även användas som indata till kommande beräkningar.





## Kapitel 3 Faktorer att beakta – modell och beräkningsexempel

I detta kapitel görs först en genomgång av de faktorer som har identifierats bör ingå i en fördjupad studie. Sedan görs en överslagsberäkning för några driftsfall. Slutligen modelleras problemet för att undersöka om det teoretiskt finns ett optima att undersöka.

### 3.1 Faktorer att beakta

#### **Kylning av livsmedel i livsmedelslokaler**

För att hålla nere bakterietillväxten och förlänga hållbarheten och kvaliteten måste livsmedel kylas i livsmedelsaffärer. Olika livsmedel ska förvaras i olika klimatförhållanden, generellt förekommer temperaturer mellan +4- +8 ° C i kyldiskar och ner till storleksordningen ca - 20° C i frysdiskar. För att hålla livsmedel i en lägre temperatur än omgivande lokal måste någon form av kylenergi tillföras. Beroende på vilka temperaturförhållanden och luftfuktighet som råder samt till vilken temperatur livsmedlens måste kylas/frysas varierar behovet av energitillförsel. Övergripande för aktuell studie är målet att det totala tillförda energibehovet till byggnaden ska vara så lågt som möjligt. De faktorer som ska ingå i en energianalys är följaktligen bland annat *de temperaturkrav som finns för förvaring av olika former av livsmedel*. Detta regleras av Livsmedelsverket och även på EU nivå. Numera är nästan alla regler om livsmedel utarbetade inom EU, och gäller för hela EU. I Sverige gäller även nationella regler om livsmedel i form av lagar, förordningar och Livsmedelsverkets föreskrifter.

#### **Termisk komfort**

I en livsmedelslokal ska både personal och kunder kunna vistas i en termiskt komfortabel innemiljö. Detta innebär att termiska klimatfaktorer såsom *lufttemperatur, yttemperaturer, relativ luftfuktighet, lufthastighet* och *operativ temperatur* måste uppfylla vissa komfortkrav.

Detta bestämmer randvillkor för temperatur och relativ luftfuktighet. Om problemet bara skulle betraktas genom att minska det latent energibehovet skulle lokalluften vara så kall och så torr som möjligt. Det går följaktligen inte att uppfylla helt utifrån människornas komfortbehov. Även människornas aktivitet och klädsel påverkar den termiska upplevelsen. Båda dessa faktorer kan skilja sig mellan personal och kunder men termisk komfort för båda kombinationerna av *klädsel och aktivitet* måste uppfyllas. I ett större projekt studeras värden på alla de olika kombinationer av nämnda termiska faktorer som kan förekomma i en livsmedelsaffär. De myndighetskrav som rör livsmedelsaffärer inkluderas i detta.

Komfortintervall för operativ temperatur är väl känt för normala inomhusförhållanden. För det aktuella fallet med målet att minska den latent energitillförseln bör *den relativa luftfuktigheten i lokalen* vara så låg som möjligt. Detta är inte lika väl studerat. Människan har en låg förmåga till att uppfatta skillnader i luftfuktighet inom normalt förekommande intervall. I andra vanliga inomhusmiljöer såsom bostäder, kontor, skolor, reglerar man vanligtvis inte luftfuktigheten utan den får bli vad den blir, utifrån faktorer såsom uteklimat, eventuell kylning och tillfört fukttillskott i lokalen. I ett större projekt bör därför ingå en genomgripande litteraturstudie om vad som är känt för hur låg den relativa fuktigheten kan vara ur komfort- och hälsosynpunkt för att identifiera ett lägsta möjligt värde. Det kan även finnas krav på en viss fuktighet för vissa livsmedel.

### **Fukttillskott**

Människor avger fukt vilket kommer att tillföras lokalen som det så kallade *fukttillskottet*, vilket anger hur mycket mer vattenånga som finns i inneluften jämfört med uteluften. I detta ingår även eventuellt fukttillskott från verksamhet, som exempelvis tillförs från duschning och matlagning i bostäder. I ett större projekt bör ett intervall innefattande alla fukttillskott som kan antas vara normalt förekommande i en livsmedelsbutik studeras. Fukttillskottet beror bland annat på hur många människor som finns i lokalen, dvs om det är en affär med hög eller låg personbelastning beroende på hur många som handlar i den. I framtagande av förväntade fukttillskott bör först en litteraturstudie som kartlägger vad som är uppmätt i befintliga lokaler genomföras. Om det visar sig att det behövs mer underlag kan mätningar av fukttillskottet i ett antal livsmedelslokaler genomföras. Beroende på om och hur uteluften behandlas i ventilationsaggregatet måste förhållandena både för uteluft, tilluft respektive lokalluft uppmätas. Detta kan göras med loggrar som registrerar temperatur och relativ luftfuktighet. Sedan kan en beräkning av vatteninnehållet i luften göras och skillnaden

mellan ute och inne kan bestämmas. Fukttillskottet kommer även att påverkas av hur stor andel av lokalluften som tillförs vida entréer och via infiltration genom klimatskalet vilket då också måste studeras och bestämmas. Möjligen bör en lufttäthetsmätning genomföras, sk Blower-door mätning för att bestämma infiltrationsgraden. Denna kan variera för olika byggår och ett flertal byggnadstyper och konstruktioner bör inkluderas.

### **Luftkvalitet**

För att skapa en tillfredsställande luftkvalitet i lokalen för både personalen och kundernas välbefinnande ventileras lokalen med ett visst luftflöde. Både storleken på detta *luftflöde*, dess *tilluftstemperatur* samt *relativa fuktighet* kommer att inverka på vilka klimatförhållanden; temperatur och luftfuktighet som förekommer i lokalen.

### **Byggnaden**

Det är den totala tillförda energin till en livsmedelsaffär som bör eftersträvas att vara så låg som möjligt. Byggnaden och dess utformning har också betydelse. Om byggnaden är dåligt isolerad krävs exempelvis mer tillförsel av värmeenergi vintertid.

En kyl eller frysdisk kan betraktas som en liten byggnad som behöver kyla året om inuti en större byggnad (livsmedelsaffären) som vintertid behöver tillföras värmeenergi och sommartid kan tillföras kyla. Vid dimensionering av en byggnads energibehov inkluderas transmissionsförlusterna genom klimatskalet, luftläckage via otätheter samt luftomsättningen. Samtliga energiposter ska utformas så energieffektiva som möjligt; ju mer välisolerat och tätt klimatskalet är, desto lägre blir energibehovet. Samma tanke sätt kan tillämpas på kyl eller frysenheten. Den bör också vara så välisolerad som möjligt, ha så litet luftläckage som möjligt och så litet luftutbyte som möjligt. Eventuell användning av dörrar och luckor har betydelse i detta sammanhang.

### **Lufttillförsel via entré**

Andelen lokalluft som tillförs via entrén kommer som nämnts att påverka förhållandena i lokalluften. Om en  $2 \times 2 \text{ m}^2$  dörr öppnas och temperaturen är  $21^\circ\text{C}$  inomhus och  $27^\circ\text{C}$  utomhus kommer ett dubbelriktat luftflöde på  $0,36 \text{ m}^3/\text{s}$ , dvs ca  $360 \text{ l/s}$  uppstå. Detta kan jämföras med flöden som tillförs via ventilationssystemet till lokalen. Om ett flöde på  $1,1 \text{ l/s m}^2$  tillförs i en  $1000 \text{ m}^2$  stor butik blir ventilationsflödet  $1,1 \text{ m}^3/\text{s}$  för hela lokalen. Flödena kan följaktligen bli förhållandevis stora. För exemplet blir andelen som tillförs via entrén 33% av ventilationsflödet. Beroende på hur entrén är utformad; med

någon form av luftsluss, roterande dörr/port eller bara en vanlig dörr kommer andelen av lokalluften variera och samtliga fall bör studeras. Entrén är inte öppen hela tiden och öppningsfrekvensen och hur länge entréen är öppen kommer även att påverka och ska inkluderas. Genom att undersöka fuktillskottet och därigenom vilka förhållanden som råder i lokalen, som tidigare nämnts kan andelen/bidraget till lokalluften och bestämmas om ventilationsflödet är känt.

### Luftutbyte mellan frys och lokal

Hur stor mängd lokalluft som tillförs frysen/kylen har betydelse för effektbehovet för avfuktning. Detta styrs av bland annat temperaturskillnaden mellan frys och lokal. Luftflödet genom en öppning blir precis som för fallet med entréerna stort. Om lokalluften är 22°C och frysen -18 °C blir luftflödet genom en 1 m bred och 1,5 m hög öppning 0,42 m<sup>3</sup>/s. Lufttillförseln till frysen är även beroende på om det finns dörrar och luckor på enheten eller om den är helt öppen. Om det finns dörrar vilket är allt mer vanligt förekommande måste frekvensen på hur ofta dörren öppnas, hur länge den öppnas också studeras. I ett första steg undersöks vilka tidigare mätstudier av dessa som finns i svenska butiker. Detta kompletteras vid behov med mätningar med magnetsensorer som registrerar när en dörr är öppen eller stängd.

Luftflödena blir olika för horisontella respektive vertikala kylvheter. Kända samband för luftutbytet för horisontella respektive vertikala kylvheter får också sammanställas i ett större projekt.

### Öppen frys/kyl

Det kan nämnas att för en vertikal öppning mellan två luftvolymmer med olika temperatur beräknas luftflödet som luftflöden via stora öppningar (Nordquist, 2002):

$$q = C_d \frac{B}{3} \sqrt{\frac{(T_{inne} - T_{frys})gH^3}{\frac{T_{inne} + T_{frys}}{2}}}$$

$$C_d = 0,4 + 0,0045(T_{inne} - T_{frys})$$

$q$  = luftflöde i båda riktningar, m<sup>3</sup>/s

$C_d$  = kontraktion, -

$B$  = öppningens bredd, m  
 $H$  = öppningens höjd, m  
 $T_{inne}$  = lufttemperatur i lokal, K  
 $T_{frys}$  = lufttemperatur i frys, K  
 $g$  = 9,81 kg m/s<sup>2</sup>

I livsmedelsaffärer kan luftridåer förekomma vilka också ska beaktas. Eventuella luftridåer kommer även att inverka på hur mycket luft som tillförs. Fahlén (2000) redovisar en infiltrationsgrad för en väl fungerande luftridå på 0,155, dvs av den luft som transporteras bort i luftridån kommer andelen 0,155 utgöras av lokalluft. Det framgår inte hur denna siffra bestämts. I ett större projekt är det lämpligt att studera förekomsten av luftridåer mer ingående för att både undersöka frekvens och deras prestanda. Detta görs förslagsvis via en litteraturstudie av genomförda projekt och studier.

Effekten som behöver tillföras kan delas upp i två delar, en som sänker temperaturen på luften (sensibel del) och en del som får tillföras pga kondenseringen och påfrysningen. Flödet kommer att variera beroende på om kylvanheten har luckor eller dörrar eller är öppna mot inneluften. Om det inte finns några dörrar kan man anta att det uppstår en konstant temperaturskillnad.

### **Dörrar/luckor**

För frys/kylvanheter med luckor/dörrar kommer ett luftflöde genom öppningen bara att uppstå då dörren är öppen. (Ett konstant läckage mellan frys och rum ingår i infiltrationsdelen för frysen.) För att kunna beräkna energibehovet måste man därför även veta öppningsfrekvens och öppningslängd för det intermittenta flödet. Den amerikanska branschorganisationen ASHRAE (2006) föreslår en formel för beräkning av en öppnings-tidsfaktor till

$$Dt = \frac{P\theta_p + 60\theta_o}{3600\theta_d}$$

Där

$D_t$  = andel av tiden som dörren är öppen

$P$  = antal öppningstillfällen

$\Theta_p$ =tiden dörren öppnas till öppet läge/stängs till stängt läge, i sekunder

$\Theta_o$ =tiden dörren är öppen, i minuter

$\Theta_d$ =aktuell tidsperiod, i timmar

De redovisar att en typisk öppningstid  $\Theta_p$  för konventionella dörrar varierar mellan 15-25 s per gång. För snabbare dörrar mellan 5-10 s ner till så kort som 3 s.  $\Theta_o$  och  $\Theta_d$  ska redovisas av brukaren. Tiden dörren är öppen  $\Theta_o$  kommer naturligtvis att variera så antingen får en medelöppningstid beräknas eller en ackumulerad total öppningstid. Vilka förhållanden som förekommer i svenska butiker skulle kunna ingå att studera i ett större projekt. Magnetsensorer skulle kunna installeras i ett antal dörrar i ett antal butiker av varierande storlek för att få fram vilka fall som kan förekomma, hur länge och hur ofta olika typer av frys och kyldörrar öppnas i en butik. Genom att mäta i olika typer av butiker skulle man även kunna undersöka om öppningsmönstret skiljer sig mellan storlek på butik, placering i landet, storstad/landsbygd samt årstid. Även hur vanligt förekommande det är att luckor inte stängs helt skulle kunna undersökas vilket då ingår i öppningstiden. I ett större projekt bör som alltid först genomföras en litteraturstudie för att kartlägga vad man redan vet om öppningstider i butiker.

Öppningstiden och framförallt öppningsfrekvensen är viktig att veta i ett energisammanhang för att kunna bestämma den verkliga energianvändningen. Ju större andel av tiden dörrarna är öppna desto mer kylenergi måste tillföras.

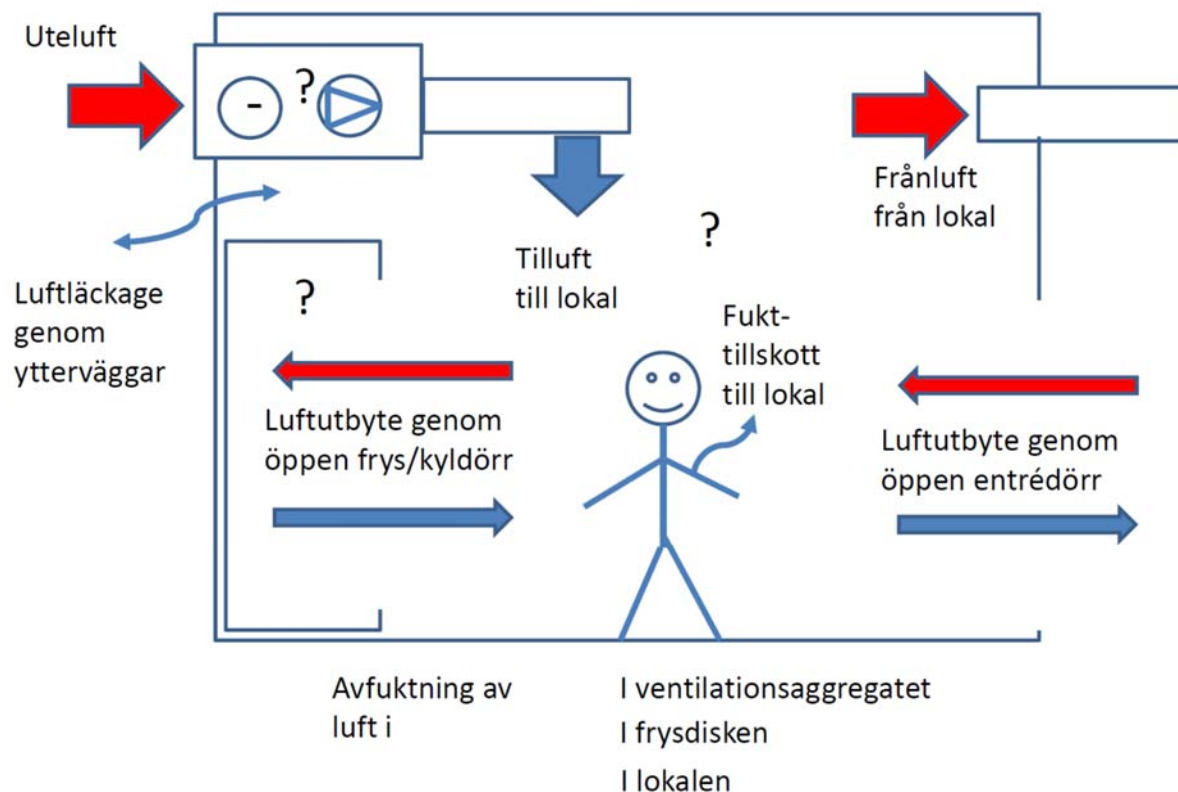
### **Infiltration mellan fryser och lokal**

Även om frysen/kylen har dörrar kommer en viss andel luft att bytas ut mellan frysen och lokalen genom otätheter via infiltration. Denna andel kommer troligen vara förhållandevis liten, förutsatt att kunderna stänger dörrar och luckor helt. I ett första skede försummas denna term men bör beaktas i ett senare skede.

Effektbehovet för infiltrationen  $q_l$  beräknas till

$$P_{\text{infiltration}} = (T_{\text{lokal}} - T_{\text{frys}}) q_l \rho c_p$$

I figur 2.1 redovisas de flöden som bör ingå i en modell för bestämning av förhållandena.



Figur 2.1. Schematisk bild med identifierade flöden som bör ingå i en modell för bestämning av vilka förhållanden som råder i en livsmedelslokal.

Förhållandena för både temperatur och relativ luftfuktighet måste vara kända i Figur 2.1.

I en livsmedelslokal kan olika zoner som eftersträvar att hålla en lägre temperatur; mejeritorg, grönsakstorg förekomma. Hur dessa zoner påverkar förhållandena i lokalen kan även ingå att studera i ett större projekt.

### Uppvärmnings och ventilationssystem

Hur lokalerna värms, kyls och ventileras måste även vara känt. Olika driftsfall ger olika resulterande förhållanden för temperatur och vatteninnehåll i lokalluften.

## 3.2 Tillgång till mätdata

Ett mål med förstudien var att utreda vilka mätdata som finns för att stödja en optimering av driften. Bland annat behöver temperatur och fuktförhållanden för uteluft, lokalluft och eventuell ventilationsluft vara kända. En telefonintervju har genomförts med ett företag som utvecklar och övervakar tekniska anläggningar inom värme, ventilation, kyl och frys och som har installerat ett omfattande mät- och övervakningssystem i ett flertal butiker (Bergholtz, 2018). I detta mätsystem loggas temperaturen i samtliga diskar. Temperaturen registreras varje minut. Mätvärdena sparas både lokalt hos handlaren och i molnet. De har satt en gräns på 5 år men än har ännu inga mätdata kastats. I diskarna loggas bland annat temperaturen på luften som tillförs disken, luften som bortförs disken och kylbatteriets temperatur, totalt finns möjlighet att samla in 150 parametrar. Detta mätsystem finns framförallt i nyare butiker och de befintliga butiker som uppdaterats de senaste åren. I de diskar som fanns för 10 år sedan fanns inte möjligheten att mäta och övervaka så noga. När det gäller lokalluften så mäts både temperatur och relativ luftfuktighet i närheten av diskarna och även beräknad daggpunkt finns att tillgå. Rörande uteluften så finns det nästan alltid en temperaturmätare även på denna. Uteluftens relativa fuktighet kan ibland också registreras, detta görs i de fall detta har betydelse för ventilationsaggregatets styrning. I vissa fall mäts även ventilationsaggregatets parametrar såsom tilluftstemperaturen, frånluftstemperaturen och verkningsgraden. Det finns även data för insamling av bland annat värmemängdsmätare och olika poster för energianvändning. Insamlingen av mätdata görs för att garantera kvaliteten hos livsmedlen men kan även användas som verktyg för att se energiflöden. Systemet finns i uppskattningsvis 25-30% av de butiker företaget arbetar med. Företaget täcker uppskattningsvis ca 25-27% av andelen butiker i hela Sverige.

Övervakning av samtliga relevanta parametrar är generellt mindre förekommande i mindre butiker och butiker som är äldre eller har ett äldre övervakningssystem.

Det finns alltså omfattande mätdata att tillgå för framförallt nya butiker och de som genomgått något utbyte de senaste åren. I ett större projekt skulle det därför vara lämpligt att börja med att studera butiker som övervakas med nämnda omfattande mätsystem. Det är butiken som äger datan. Tillstånd för att få tillgång till mätdata måste inhämtas från butiken.



Vid samtalet framkom även att företaget har en mjukvara som är utvecklad för energioptimering av driften och uppföljning och analys. Bland annat kan eventuella avvikelser observeras. Detta skulle möjligen kunna användas i ett större projekt som ett verktyg för att följa upp de forskningsberäkningar och energioptimeringsförslag som görs i ett större projekt och implementeras i några verkliga butiker.

Det är samtidigt viktigt att flera förekommande typer av butiker studeras, även de med mer begränsad övervakning och det är möjligt att även dessa butiker studeras, då med hjälp av egna mätsensorer som registrerar bland annat temperatur och fuktförhållanden i lokalen och i uteluften.

2012 genomfördes en förstudie om onlinemätningar i butik och hur införande av dessa skulle kunna gå till. I sammanfattningen redovisas att intresset för att ha kontroll på sin anläggning med mätsystem ökar, men andelen butiker som har avancerade mät- och uppföljningssystem är idag mindre än 10%. I vissa butikskedjor är andelen betydligt större. (Lane, 2012). Andelen kan antas ha ökat sedan dess och fortsätta stiga i takt med den teknik utveckling som sker fortlöpande. Men med tanke på den förhållandevis låga andelen 2012 kan det antas att det än så länge inte finns i alla butiker. Det kan vara värt att nämna att studien redovisar att erfarenheter från butiker som använt mätsystem har varit att man kan spara ca 10% utan att några större åtgärder krävs.

Det finns sannolikt även andra typer av mätsystem i butikerna vilka man skulle kunna använda sig av. I detta sammanhang kan nämnas att mätningar har utförts i en butiks kyldiskar för att kontrollera om butikens givare mäter rätt. Det visade sig att "temperaturer i kyldiskar är en komplicerad fråga. Det finns stora variationer från punkt till punkt ( i stora diskar upptill 8°C) och dessutom varierar temperaturen på varje punkt över tid. ... I mätningarna har mätfel upp mot 3°C konstaterats" (Jensen et al, 2014). Mätningen visade även att belysning hade stor inverkan på temperaturen. De nämner även att spridning av den kylda luften i disken, luftrörelser från yttre faktorer och strålning från belysning påverkar temperaturprofilen i diskarna. Beroende på hur väl utvecklade mätsystem man använder sig av kan det bli aktuellt att komplettera mätningarna med egna temperatur och relativluftfuktighets-sensorer, vilka är kalibrerade, i ett större projekt.

I ett projekt studerades tre butiker och en bensinstation (Lane et al, 2013). I två av objekten förekom korttidslagring av mätsystemen och i två förekom långtidslagring. För olika energiposter varierar det för de fyra objekten om det finns mätpunkter eller inte.

När det gäller mätning av klimat; utomhustemperatur, temperatur i butik, kassor, kontor, personalutrymmen, fukt vid kyldiskar så saknas mätpunkter för samtliga punkter i tre av objekten. Dock finns i ett objekt lufttemperatur, fukthalt och daggpunkt för butiken samt temperaturer i diskar samt kyl och frysrum. I ett annat objekt finns temperaturer i diskar samt kyl och frysrum.

### 3.3 Beräkningsexempel

När den varma fuktiga luften kyls i frysen kommer den nå daggpunkten. Vattenångan i luften kommer att kondensera och energi måste därför tillföras. Det är denna energidel som skulle kunna minska om luften avfuktas innan den når frysen och är torrare i lokalen. Om detta ska löna sig ska då den energi som tillförs för att avfukta luften i förväg vara mindre än denna som krävs i frysen.

Energi måste även sedan tillföras för att avfrosta kondenseringsvattnet som frusit till, men denna del kommer att i detta första steg inte inkluderas. Vi har valt att i ett första steg bara titta på energidelen då temperaturen sänks och man får utfällning. Eftersom denna del inte inkluderas kommer detta att betyda en ytterligare potential för avfuktning av luften. Ökad avfuktning kommer att minska behovet för avfrostningsenergin eftersom mindre faller ut.

Effektbehovet kan sedan beräknas och jämföras för två fall; ett där all kylenergi tillförs i direkt anslutning till frys/kylenheten i butiken och ett fall där luften först torkas.

Räkneexempel genomförs för ett sommarfall med varm fuktig uteluft.

Olika förutsättningar gäller beroende på typ av ventilationssystem. Om uteluft tillförs direkt till lokalen utan att kylas kommer frysarna och kylarna i affären att behöva tillföra en större mängd energi än om uteluften kyls innan den tillförs lokalen. Enkätsvaren visar att detta kan skilja sig mellan stora och mindre butiker. För stora sker kylning men för små sker ingen kylning. Både fallen kommer därför att studeras.

#### **Grundläggande förutsättningar**

Uteluften antas vara 25 °C och ha en relativ luftfuktighet på 60%RH. Detta motsvarar 11,89 g/kg vatteninnehåll i uteluften. I det fortsatta räknas på ett fall med en vertikal frys som antas hålla -18°C och ett fall med en vertikal kyl som antas hålla +4 °C.

Beräkningen görs för en butiksyta på 1000 m<sup>2</sup>. Utifrån enkätsvaren eftersträvas 21° C i de lokaler där kylning av ventilationsluften sker. Temperaturen antas till 25 ° C i de lokaler där kylning inte sker. Dessa temperaturer kommer att användas för lokalluften.

### *Fukttillskott*

I lokalen sker ett fukttillskott från människor och verksamhet. Fukttillskottet från människor antas till 1 g/kg. Det sker även bland annat ett inläckage av varm fuktig sommaruteluft via entréer samt genom infiltration. Detta antas ingå i det totala fukttillskottet. Det totala fukttillskottet antas därför överslagsmässigt till 1,5 g/kg. I ett större projekt bör det ingå att mer detaljerat studera dessa olika bidrag; flöden etc.

### *Luftflöden*

Ventilationsflödet för lokalen antas till 1,1 l/s m<sup>2</sup> vilket förekom i en annan mätstudie (Fyhr et al, 2013). Vilket luftflöde som tillförs frysen respektive kylan beror på om den har någon tillslutande lucka eller inte, eventuell luftridå, vilken temperatur som kylan ska hålla.

### *Luftflöde till frys*

Beroende på om det finns dörrar eller inte kommer öppningsarean mot lokalluften att variera. Finns inga dörrar sker ett konstant luftutbyte mellan lokalen och frysen för alla löpmeter frys.

Om det finns dörrar, vilket nog kan antas vara fallet för de flesta vertikala frysar idag kommer öppningsarean att vara väsentligt mindre. För detta fall kommer tillförseln av luft att ske intermittent när luckan eller dörren är öppen. Den luftvolym som tillförs då luckan är öppen ska kylas ner till -18° C. Här måste en öppningsfrekvens och öppningstid vara kända. Detta är inte känt (se ASHRAE). I ett större projekt skulle först en litteraturstudie genomföras om vad som är känt om öppningstider och öppningsfrekvenser. Ett mätprojekt skulle även kunna genomföras där magnetsensorer monteras på ett antal frysar och kylar för att få fram förekommande siffror på detta. I detta överslagsexempel räknas istället på antal löpmeter öppen frys som är öppen räknat för hela butiken, vilken följaktligen kan antas vara stor om inga dörrar finns och mindre om dörrar finns. I beräkningarna antas istället en genomsnittligt öppen dörr som fås när kunderna öppnar för att ta varor.

Om det inte finns dörrar kan en luftridå förekomma. Om en luftridå finns i en öppen kyl kommer lokalluften utgöra en andel av den luftridå som transporteras tillbaka i kylan. Fahlén redovisar en infiltrationsrad på 0,155, dvs andelen lokalluft som kylan tillförs i luftridån och som ska kylas. Fahlén anger ett massflöde på 0,3 kg/s per löpmeter i luftridån. 4 °C luft har en densitet på 1,27 vilket ger ett flöde på 0,236 m<sup>3</sup>/s i luftridån. Mängden lokalluft som tillförs luftridån blir då 0,036 m<sup>3</sup>/s vid en infiltrationsgrad på 0,155. Om 30 löpmeter öppen kyl antas i en butik blir luftflödet som tillförs luftridån 1,1 m<sup>3</sup>/s.

Två ytterlighetsfall antas därför för kylenheter utan dörrar, en utan luftridå där nedan redovisade luftutbyte sker. För det andra fallet antas infiltrationsgraden 0,155. Det kan nämnas att luftridån kan inte vara alltför påtaglig ur komfortsynpunkt för kunderna. Om det sker en luftstråle med låg temperatur och hög lufthastighet framför varorna kan detta ge en dragupplevelse genom påtvingad konvektion när man sticker in handen för att greppa varorna.

Luftutbytet för ytterlighetsfallet då ingen luftridå finns, beräknas till

$$q = C_d \frac{B}{3} \sqrt{\frac{(T_{inne} - T_{frys})gH^3}{\frac{T_{inne} + T_{frys}}{2}}}$$

$$C_d = 0,4 + 0,0045(T_{inne} - T_{frys})$$

$q$  = luftflöde i båda riktningar, m<sup>3</sup>/s

$C_d$  = kontraktion, -

$B$  = öppningens bredd, m

$H$  = öppningens höjd, m

$T_{inne}$  = lufttemperatur i lokal, K

$T_{frys}$  = lufttemperatur i frys, K

$g$  = 9,81 kg m/s<sup>2</sup>

Tabell 3.3.1. Dubbelriktat luftutbyte mellan lokal och frys/kyl räknat på 1,5 m hög och 1 m bred kylehet, dvs per löpmeter kylehet.

Ingen kylning på tilluft

Lokaltemperatur	Frys/kyltemperatur	Dubbelriktat flöde m <sup>3</sup> /s
25°C, 1 löpmeter öppen frys	-18°C, dörrar	0,449

25°C, 0,5 löpmeter öppen frys	-18°C dörrar	0,2245
25°C, 1 löpmeter, ingen luftrida	+4°C, inga dörrar	0,256
25°C, 30 löpmeter, ingen luftrida	+4°C, inga dörrar	7,68
25°C, 1 löpmeter, luftrida 0,155	+4°C, inga dörrar	0,036
25°C, 30 löpmeter, luftrida 0,155	+4°C, inga dörrar	1,1

#### Kylning på tilluft

21°C, 1 löpmeter	-18°C, dörrar	0,416
21°C, 0,5 löpmeter	-18°C, dörrar	0,208
21°C, 1 löpmeter, ingen luftrida	+4°C, inga dörrar	0,223
21°C, 30 löpmeter, ingen luftrida	+4°C, inga dörrar	6,69
21°C, 1 löpmeter, luftrida 0,155	+4°C, inga dörrar	0,036
21°C, 30 löpmeter, luftrida 0,155	+4°C, inga dörrar	1,1

#### Indata

Följande förutsättningar och fall har studerats och kombinationer av dessa.

Ingen kylning på tilluft / Kylning på tilluft till 17°C

Dörrar / Inga dörrar

Frys = -18 °C / Kyl + 4 °C

Ventilationsflöde = 1,1 m<sup>3</sup>/s

Fuktillskott = 1,5 k/kg

COP i frys/kyl=1,8 För avfuktning=5,5

Programmet Mollier sketch 2.1b har använts till att beräkna behovet av tillförd effekt. Den sensibla delen, som sänker temperaturen har inte inkluderats eftersom denna blir lika stor oavsett om avfuktning sker eller inte. Värdena som erhålls i Mollier Sketch har

dividerats med respektive COP-värde vid bestämmandet av behov av tillförd effekt, vilken redovisas i tabellerna. Två beräkningar får göras för varje fall. En beräkning för tillståndet/effektbehovet för uteluft/tilluft med ett flöde på 1,1 m<sup>3</sup>/s och en beräkning för frysen/lokalen med ovan angivna flöden. Tillförd effekt i frysen/kylen innefattar effektbehov för kondenseringsdelen. Avfrostningsdelen ingår ej. Det kommer att finnas kallare ytor i frysen/kylen än -18°C/4°C för att kunna hålla -18°C/4°C som klimat i den. Ännu mer avfrostningsenergi kommer därför att behöva tillföras vilket inte räknas med i denna överslagsberäkning. Det studerade fallet är alltså på säkra sidan. Egentligen behöver mer effekt tillföras frysen.

Tre olika avfuktningsscenarior har studerats. Det kan finnas praktiska begränsningar i hur lågt vatteninnehåll det går att åstadkomma, både pga prestanda samt randvillkor i butiken; vissa varor behöver en viss luftfuktighet. Dessa randvillkor kan studeras i ett större projekt.

Tabell 3.3.2 Temperatur och fuktighetsförhållanden vid ingen kylning på tilluften

Klimatförhållanden	Temperatur	Relativ luftfuktighet	Vatteninnehåll
Utomhus	25°C	60%	11,89 g/kg
Lokalluft Ingen aktiv avfuktning	25°C	67,4%	11,89+1,5 g/kg=13,39 g/kg
Lokalluft Avfuktning av luft till 40%RH	25°C	40%	7,87 g/kg
Lokalluft Avfuktning av luft till 27%RH (daggpunkt kyl)	25°C	27%	5,29 g/kg
Lokalluft Avfuktning av luft till 20%RH (komfort)	25°C	20%	3,91 g/kg
Frys	-18°C	100%	0,76 g/kg
Kyl	+4°C	100% (77,8% vid 20% i lokalluft)	5,03 g/kg (3,91 g/kg)

Tabell 3.3.3 Temperatur och fuktighetsförhållanden vid kylning på tilluften och ingen aktiv avfuktning

Klimatförhållanden	Temperatur	Relativ luftfuktighet	Vatteninnehåll
Ingen aktiv avfuktning			
Utomhus	25°C	60%	11,89 g/kg
Tilluft, bara kylning	17°C	98,1%RH	11,89 g/kg
Lokalluft	21°C	85,9%RH	11,89+1,5 g/kg=13,39 g/kg
Frys	-18°C	100%	0,76 g/kg
Kyl	+4°C	100%, (77,8% vid 20% i lokalluft)	5,03 g/kg (3,91 g/kg)

Fukttillskottet kommer att höja vatteninnehållet i lokalluften. Vid avfuktning måste tilluften alltså avfuktas och ta höjd för denna höjning också. Vilket vatteninnehåll tilluften ska ha beräknas som lokalförhållandena minus fukttillskottet. Här har bara två fall undersökts 40% respektive 20% RH i lokalen. I Tabell 3.3.4 kyls egentligen tilluft ner till daggpunkten vid ett vatteninnehåll på 4,67 alternativt 1,57 g/kg för att avfukta luften, för att sedan värmas upp till 17°C igen men detta påverkar inte effektskillnaden.

Tabell 3.3.4 Temperatur och fuktighetsförhållanden vid kylning på tilluften och aktiv avfuktning

Klimatförhållanden	Temperatur	Relativ luftfuktighet	Vatteninnehåll
Avfuktning till 40%RH i lokal			
Utomhus	25°C	60%	11,89 g/kg
Tilluft, kylning	17°C	98,1%RH	11,89 g/kg
Tilluft, avfuktning	17°C	39%RH	6,17-1,5 =4,67 g/kg
Lokalluft	21°C	40%	6,17 g/kg
Frys	-18°C	100%	0,76 g/kg
Kyl	+4°C	100%	5,03 g/kg

Klimatförhållanden Avfuktning till 20%RH i lokal	Temperatur	Relativ luftfuktighet	Vatteninnehåll
Utomhus	25°C	60%	11,89 g/kg
Tilluft, kylning	17°C	98,1%RH	11,89 g/kg
Tilluft, avfuktning	17°C	13,2%RH	3,07-1,5 =1,57 g/kg
Lokalluft	21°C	20%	3,07 g/kg
Frys	-18°C	100%	0,76 g/kg
Kyl	+4°C	61,2%	3,07 g/kg

## Effektbehov

### Frysar med dörrar, ingen kylning på tilluft

Luftutbytet genom 1 löpmeter öppen frys med höjden 1,5 m blir 0,449 m<sup>3</sup>/s. Om 0,5 löpmeter är öppet blir flödet 0,224 m<sup>3</sup>/s. Detta motsvarar en genomsnittlig öppning per tidsenhet av frysar med dörrar i en butik på 1000 m<sup>2</sup>. I dessa öppna löpmetrar ingår även eventuell dörrar på glänt.

Tabell 3.3.5 Frysens antas hålla -18°C. Innetemperaturen är 25°C. Uteklimat 25°C och 60%RH. Fukttillskott 1,5 g/kg.

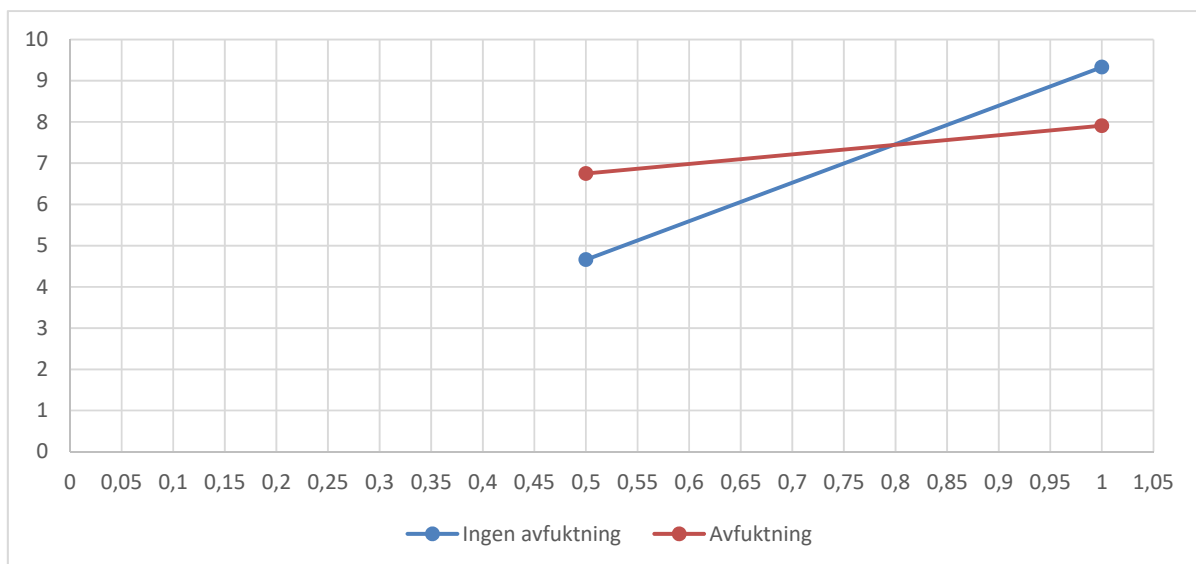
Fall	Tillförd effekt till kylanhet	Tillförd effekt till avfuktning	Total tillförd effekt
Ingen avfuktning 1 lpm öppen frys	9,33 kW	-	9,33 kW
0,5 lpm öppen frys	4,67 kW	-	4,67 kW
Avfuktning till 40% RH lokalluft 1 lpm öppen frys	5,22 kW	3,25 kW	8,47 kW
0,5 lpm öppen frys	2,67 kW		5,92 kW
Avfuktning till 27 %RH lokalluft 1 lpm öppen frys	3,33 kW	4,78 kW	8,11 kW



0,5 lpm öppen frys	1,67 kW		6,45 kW
Avfuktning till 20% RH lokalluft		5,58 kW	
1 lpm öppen frys	2,33 kW		7,91 kW
0,5 lpm öppen frys	1,17 kW		6,75 kW

I tabell 3.3.5 kan ses att mindre effekt behöver tillföras om luften avfuktas jämfört med om den inte avfuktas för 1 lpm öppen frys. Man kan också se ju mer luften avfuktas desto lägre blir effektbehovet. För fallet med 0,5 löpmeter öppen frys ökar effektbehovet ju mer man avfuktar.

Fallet med avfuktning ner till 20% RH samt ingen avfuktning redovisas i Figur 3.3.2.



Figur 3.3.2. Tillförd effekt i kW som funktion av antalet löpmeter öppen frys vid avfuktning ner till 20%RH respektive ingen avfuktning. Enhet på x-axeln är löpmeter öppen frys och enhet på y-axeln är tillförd effekt i kWatt.

I Figur 3.3.2 kan ses att en brytpunkt uppnås vid ca 0,8 löpmeter öppen frys. Detta kan tolkas som att om det vid en viss tidpunkt står öppet 0,8 löpmeter frys eller mer i en butik på 1000 m<sup>2</sup> är det energieffektivt att avfukta luften för det studerade fallet.

## Öppna kylar, ingen kylning på tilluft

Det har antagits 30 löpmeter öppna kylar i en 1000 m<sup>2</sup> butik, vilket har iakttagits i en lokal butik.

Tabell 3.3.6 Kylen antas hålla +4°C. Innetemperaturen är 25°C. Uteklimat 25°C och 60%RH. Fukttillskott 1,5 g/kg.

Fall	Tillförd effekt till kylanhet	Tillförd effekt till avfuktning	Total tillförd effekt
Ingen avfuktning			
Fall 1 ingen luftridå	105 kW	-	105 kW
Fall 2 luftridå= 0,155 infiltrationsgrad	16,44 kW	-	16,44 kW
Avfuktning till 40% RH lokalluft		3,25 kW	
Fall 1 ingen luftridå	35,8 kW		39,03 kW
Fall 2 luftridå= 0,155 infiltrationsgrad	5,61 kW		8,86 kW
Avfuktning till 27 %RH lokalluft		4,78 kW	
Fall 1 ingen luftridå	3,28 kW		8,06 kW
Fall 2 luftridå= 0,155 infiltrationsgrad	0,5 kW		5,28 kW
Avfuktning till 20% RH lokalluft		5,58 kW	
Fall 1 ingen luftridå	0 kW (över daggpunkt i kyl)		5,58 kW
Fall 2 luftridå= 0,155 infiltrationsgrad	0 kW		5,58 kW

I tabell 3.3.6 kan ses att för det antagna fallet behöver mindre effekt tillföras om luften avfuktas jämfört med om den inte avfuktas. Man kan också se ju mer luften avfuktas desto lägre blir effektbehovet. Hur effektiv luftridån är påverkar även effektbehovet. Ett verkligt fall kan antas vara mellan Fall 1 och Fall 2.

### Frysar med dörrar, kylning på tilluft

Luftutbytet genom 1 löpmeter öppen frys med höjden 1,5 m blir 0,416 m<sup>3</sup>/s. Om 0,5 löpmeter är öppet blir flödet 0,208 m<sup>3</sup>/s.

Tabell 3.3.7 Frysar antas hålla -18°C. Innetemperaturen är 21°C. Uteklimat 25°C och 60%RH. Fukttillskott 1,5 g/kg.

Fall	Tillförd effekt till kylanhet	Tillförd effekt till avfuktning	Total tillförd effekt
Ingen avfuktning 1 lpm öppen frys	8,6 kW	-	8,6 kW
0,5 lpm öppen frys	4,3 kW	-	4,3 kW
Avfuktning till 40% RH lokalluft 1 lpm öppen frys	3,67 kW	4,25 kW	7,97 kW
0,5 lpm öppen frys	1,83 kW		6,08 kW
Avfuktning till 20% RH lokalluft 1 lpm öppen frys	1,56 kW	6,09 kW	7,65 kW
0,5 lpm öppen frys	0,78 kW		6,87 kW

För 1 löpmeter öppen frys behöver allt mindre effekt tillföras ju mer man avfuktar. För 0,5 löpmeter öppen frys ökar effektbehovet ju mer man avfuktar. Detta beror på att ju mindre öppen dörr, desto mindre blir detta flödet i förhållande till att man avfuktar hela ventilationsflödet.

## Öppna kylar, kylning på tilluft

30 löpmeter kyl antas.

Tabell 3.3.8 Kylen antas hålla +4°C. Innetemperaturen är 21°C. Uteklimat 25°C och 60%RH. Fukttillskott 1,5 g/kg.

Fall	Tillförd effekt till kyllenhet	Tillförd effekt till avfuktning	Total tillförd effekt
Ingen avfuktning			
Fall 1 ingen luftridå	91,67 kW	-	91,67 kW
Fall 2 luftridå= 0,155 infiltrationsgrad	14,25 kW	-	14,25 kW
Avfuktning till 40% RH lokalluft		4,25 kW	
Fall 1 ingen luftridå	12,44 kW		16,69 kW
Fall 2 luftridå= 0,155 infiltrationsgrad	1,94 kW		6,19 kW
Avfuktning till 20% RH lokalluft		6,09 kW	
Fall 1 ingen luftridå	0 kW		6,09 kW
Fall 2 luftridå= 0,155 infiltrationsgrad	0 kW		6,09 kW

Kylar och frysar har hittills studerats separat för att se överslagsmässiga siffror. Men om luften avfuktas kommer detta både de kylar och de frysar som finns samtidigt i lokalen till godo. Tillförd effekt till avfuktningen av lokalens ventilationsflöde behöver bara göras för en hel lokal som innehåller både kylar och frysar. Ett fall med en butik som innehåller både kylar och frysar har därför också studerats.

En fiktiv butik på 1000 m<sup>2</sup> antas där vertikala frysar och kylar antas. Det antas finnas 30 lpm öppna kylar. Dessa antas ha ingen respektive en luftridå på 0,155 infiltrationsgrad. Frysarna antas ha dörrar och att en genomsnittlig öppning (när kunderna tar varor) på 1 lpm respektive 0,5 löpmeter för hela butiken.

Butiken antas ventilerad med kyld tilluft respektive ingen kylning av uteluften.

### Frysar med dörrar + öppna kylar utan luftridå, ingen kylning på tilluft

Tabell 3.3.9 Frysaren antas hålla -18 °C och kylan antas hålla +4°C. Innetemperaturen är 25°C. Uteklimat 25°C och 60%RH. Fukttillskott 1,5 g/kg.

Fall	Tillförd effekt till kylanhet	Tillförd effekt till avfuktning	Total tillförd effekt Frysar+ kylar
Ingen avfuktning 1 lpm öppen frys Kyl ingen luftridå	9,33 kW 105 kW	- -	114,3 kW
Avfuktning till 40% 1 lpm öppen frys Kyl ingen luftridå	5,22 kW 35,8 kW	3,25 kW	44,27 kW
Avfuktning till 27 % 1 lpm öppen frys Kyl ingen luftridå	3,33 kW 3,28 kW	4,78 kW	11,39 kW
Avfuktning till 20% 1 lpm öppen frys Kyl ingen luftridå	2,33 kW 0 kW (över daggpunkt i kyl)	5,58 kW	7,91 kW

### Frysar med dörrar + öppna kylar utan luftridå, ingen kylning på tilluft

Tabell 3.3.10 Frysaren antas hålla -18 °C och kylan antas hålla +4°C. Innetemperaturen är 25°C. Uteklimat 25°C och 60%RH. Fukttillskott 1,5 g/kg.

Fall	Tillförd effekt till kylanhet	Tillförd effekt till avfuktning	Total tillförd effekt Frysar+ kylar
Ingen avfuktning 0,5 lpm öppen frys Kyl ingen luftridå	4,67 kW 105 kW	- -	109,7 kW
Avfuktning till 40% 0,5 lpm öppen frys Kyl ingen luftridå	2,67 kW 35,8 kW	3,25 kW	41,72 kW
Avfuktning till 27 % 0,5 lpm öppen frys Kyl ingen luftridå	1,67 kW 3,28 kW	4,78 kW	9,73 kW
Avfuktning till 20% 0,5 lpm öppen frys Kyl ingen luftridå	1,17 kW 0 kW (över daggpunkt i kyl)	5,58 kW	6,75 kW

### Frysar med dörrar + öppna kylar med 0,155 luftridå, ingen kylning på tilluft

Tabell 3.3.11 Frysaren antas hålla -18 °C och kylan antas hålla +4°C. Innetemperaturen är 25°C. Uteklimat 25°C och 60%RH. Fukttillskott 1,5 g/kg.

Fall	Tillförd effekt till kylanhet	Tillförd effekt till avfuktning	Total tillförd effekt
Ingen avfuktning 1 lpm öppen frys Kyl luftridå= 0,155*	9,33 kW 16,44 kW	- -	25,77 kW
Avfuktning till 40% 1 lpm öppen frys Kyl luftridå= 0,155*	5,22 kW 5,61 kW	3,25 kW	14,08 kW
Avfuktning till 27 % 1 lpm öppen frys Kyl luftridå= 0,155*	3,33 kW 0,5 kW	4,78 kW	8,61 kW
Avfuktning till 20% 1 lpm öppen frys Kyl luftridå= 0,155* * infiltrationsgrad	2,33 kW 0 kW(över daggpunkt i kyl)	5,58 kW	7,91 kW

### Frysar med dörrar + öppna kylar med 0,155 luftridå, ingen kylning på tilluft

Tabell 3.3.12 Frysaren antas hålla -18 °C och kylan antas hålla +4°C. Innetemperaturen är 25°C. Uteklimat 25°C och 60%RH. Fukttillskott 1,5 g/kg.

Fall	Tillförd effekt till kylanhet	Tillförd effekt till avfuktning	Total tillförd effekt
Ingen avfuktning 0,5 lpm öppen frys Kyl luftridå= 0,155*	4,67 kW 16,44 kW	- -	21,11 kW
Avfuktning till 40% 0,5 lpm öppen frys Kyl luftridå= 0,155*	2,67 kW 5,61 kW	3,25 kW	11,53 kW
Avfuktning till 27 % 0,5 lpm öppen frys Kyl luftridå= 0,155*	1,67 kW 0,5 kW	4,78 kW	6,95 kW
Avfuktning till 20% 0,5 lpm öppen frys Kyl luftridå= 0,155*	1,17 kW 0 kW	5,58 kW	6,75 kW

\* infiltrationsgrad

### Frysar med dörrar + öppna kylar utan luftridå, kylning på tilluft

Tabell 3.3.13 Frysaren antas hålla -18 °C och kylan antas hålla +4°C. Innetemperaturen är 21°C. Uteklimat 25°C och 60%RH. Fukttillskott 1,5 g/kg.

Fall	Tillförd effekt till kylanhet	Tillförd effekt till avfuktning	Total tillförd effekt Frysar+ kylar
Ingen avfuktning 1 lpm öppen frys Kyl ingen luftridå	8,6 kW 91,67 kW	- -	100,27 kW
Avfuktning till 40% RH lokalluft 1 lpm öppen frys Kyl ingen luftridå	3,67 kW 12,44 kW	4,25 kW	20,36 kW
Avfuktning till 20% RH lokalluft 1 lpm öppen frys Kyl ingen luftridå	1,56 kW 0 kW (över daggpunkt i kyl)	6,09 kW	7,65 kW

### Frysar med dörrar + öppna kylar utan luftridå, kylning på tilluft

Tabell 3.3.14 Frysaren antas hålla -18 °C och kylan antas hålla +4°C. Innetemperaturen är 21°C. Uteklimat 25°C och 60%RH. Fukttillskott 1,5 g/kg.

Fall	Tillförd effekt till kylanhet	Tillförd effekt till avfuktning	Total tillförd effekt Frysar+ kylar
Ingen avfuktning 0,5 lpm öppen frys Kyl ingen luftridå	4,3 kW 91,67 kW	- -	95,97 kW
Avfuktning till 40% RH lokalluft 0,5 lpm öppen frys Kyl ingen luftridå	1,83 kW 12,44 kW	4,25 kW	18,52 kW
Avfuktning till 20% RH lokalluft 0,5 lpm öppen frys Kyl ingen luftridå	0,78 kW 0 kW (över daggpunkt i kyl)	6,09 kW	6,87 kW

### Frysar med dörrar + öppna kylar med 0,155 luftridå, kylning på tilluft

Tabell 3.3.15 Frysaren antas hålla -18 °C och kylan antas hålla +4°C. Innetemperaturen är 21°C. Uteklimat 25°C och 60%RH. Fukttillskott 1,5 g/kg.

Fall	Tillförd effekt till kylanhet	Tillförd effekt till avfuktning	Total tillförd effekt
Ingen avfuktning 1 lpm öppen frys Kyl luftridå= 0,155*	8,6 kW 14,25 kW	- -	22,85 kW
Avfuktning till 40% RH lokalluft 1 lpm öppen frys Kyl luftridå= 0,155*	3,67 kW 1,94 kW	4,25 kW	9,86 kW
Avfuktning till 20% RH lokalluft 1 lpm öppen frys Kyl luftridå= 0,155*	1,56 kW 0 kW(över daggpunkt i kyl)	6,09 kW	7,65 kW

\* infiltrationsgrad

### Frysar med dörrar + öppna kylar med 0,155 luftridå, kylning på tilluft

Tabell 3.3.16 Frysaren antas hålla -18 °C och kylan antas hålla +4°C. Innetemperaturen är 21°C. Uteklimat 25°C och 60%RH. Fukttillskott 1,5 g/kg.

Fall	Tillförd effekt till kylanhet	Tillförd effekt till avfuktning	Total tillförd effekt
Ingen avfuktning 0,5 lpm öppen frys Kyl luftridå= 0,155*	4,3 kW 14,25 kW	- -	18,55 kW
Avfuktning till 40% RH lokalluft 0,5 lpm öppen frys Kyl luftridå= 0,155*	1,83 kW 1,94 kW	4,25 kW	8,02 kW
Avfuktning till 20% RH lokalluft 0,5 lpm öppen frys Kyl luftridå= 0,155*	0,78 kW 0 kW	6,09 kW	6,87 kW

\* infiltrationsgrad



Effektbehovet minskar för samtliga studerade kombinationer av frysar och kylar. Man kan se att om tilluften kyls blir effektbehovet lägre. Detta beror på att en del avfuktning har skett "gratis" vid kylningen av uteluften i ventilationsaggregatet.

Det kan naturligtvis finnas även kylar med dörrar och frysgondoler i butiken, dessa fall studeras inte här men skulle innebära att det är än mer gynnsamt med avfuktning.

För andra värden på COP fås naturligtvis andra resultat. Studien bygger på att ett högre COP kan användas för avfuktning.

Redovisat räkneexempel visar ett sommarfall. Det är viktigt att även undersöka energibehovet för hela året. I ett större projekt skulle därför energistudier utvidgas till att omfatta hela normalår för att bland annat kunna få fram siffror på varaktighet och energibehovet skulle beräknas för ett helt normalår med varierande uteklimat. Det är även lämpligt att i detta sammanhang inkludera och ta höjd för eventuella mer frekvent förekommande värmeböljor och ett varmare klimat.

Vanligt förekommande COP för dagens installationer skulle kunna sättas in och en beräkning huruvida avfuktning är lönsam eller inte göras. Samtidigt om energieffektivisering ska ses i ett större och mer långsiktigt perspektiv kan en annan ansats vara att förutsättningslöst räkna för olika COP. Det sker hela tiden en teknikutveckling och om det skulle visa sig att det kan vara lönsamt för vissa nivåer på COP kan detta användas som underlag för utveckling av nya energieffektiva installationer. Ett större projekt skulle därför kunna ställa upp och variera alla ingående parametrar förutsättningslöst och genom detta angreppssätt identifiera eventuella lönsamma kombinationer.

Rent generellt blir besparingen mindre om kylning sker av tilluften. Man får då en form av "gratis" avfuktning när tilluften sänks till en temperatur som inte kan hålla all vattenånga.

### 3.4 Förslag på modell för optimering och minimering av driftkostnad

#### Problemställning

Detta kapitel redovisar en enkel metod för att bestämma till vilket vatteninnehåll lokalluften i en dagligvaruhandel skall avfuktas till eller inte för att uppnå den lägsta driftkostnaden och undersöka om det går att matematiskt hitta ett optimum. Alla frysdiskar och kyldiskar påverkas av lokalluftens vatteninnehåll samtidigt som de avfuktar lokalluften genom kondensering och eventuell påfrysning. Detta gäller även andra utrymmen som frysrum och kylrum. Metoden går ut på att kvantifiera driftkostnaden per  $m^2$  lokalyta. Detta gör det enklare att jämföra olika fall genom att allt skalas ner till  $m^2$  lokalyta. Det är lätt att lägga till eller ta bort frysdiskar och kyldiskar och konfigurera andra fall. Kravet är att alla ingående frysdiskar och kyldiskar beskrivs på ett enkelt och känt sätt. För en viss butiks yta räknas alltså mängden frys- respektive kyldiskar om till per  $m^2$  lokalyta.

Det finns primära variabler som påverkar en driftkostnadsminimering. De är uteluftens temperatur och vatteninnehåll, lokalluftens temperatur och vatteninnehåll samt lokalens egentliga ventilationsflöde eller uteluftsflöde. Driftkostnadsminimeringen görs med avseende på lokalluftens vatteninnehåll och övriga primära variabler antas vara konstanta. Inneklimatkrav ger gränser för lokalluftens temperatur och luftfuktighet samt uteluftsflödet.

Lokalluftens vatteninnehåll bestäms av uteluftens vatteninnehåll, tilluftens eventuella kylning och avfuktning, kondensering och påfrysning i frys- och kyldiskar samt fukttillskott från personer i lokalen. Om lokalens ventilationssystem kan kyla tilluften innebär detta oftast att även avfuktning sker när uteluften kyls till önskad temperatur lägre än uteluftens daggpunktstemperatur. Detta medför att tilluftens vatteninnehåll är mindre än uteluftens vatteninnehåll.

Personbelastning med ett minsta fukttillskott per person om 40 g/h kan enkelt skalas om till ökning av lokalluftens vatteninnehåll med lokalluftflödet. Fukttillskottet för ventilationsflödet 1 l/s  $m^2$  och en person på 10  $m^2$  blir avrundat 1 g/kg.

Lokaltemperaturen har ansatts till 20°C i samtliga studerade fall.

## Metod för driftkostnadsoptimering och minimering

Metoden går ut på att undersöka vad driftkostnaden blir för alla tillåtna värden för lokalluftens vatteninnehåll. Övriga primära variabler är konstanta. Lokalluftens vatteninnehåll påverkar och bestämmer driftkostnaden för olika frysdiskar och kyldiskar med olika egenskaper samt själva avfuktningen av lokalluften. Driftkostnaden för frysdiskar och kyldiskar ökar med lokalluftens ökande vatteninnehåll. Driftkostnaden för avfuktningen minskar med lokalluftens ökande vatteninnehåll och påverkas av uteluftens vatteninnehåll.

Dessa driftkostnader kan beskrivas som kontinuerliga bitvis linjära konvexa funktioner av lokalluftens vatteninnehåll. All frys- och kylutrustning beskrivs med (1) med en brytpunkt  $x_b$  g/kg och en specifik kostnad för avfuktning i frysen  $k_u$  kr/m<sup>2</sup>(g/kg) för  $x < x_b$ . Avfuktning av lokalluften (kan även vara tilluften) beskrivs med (2) på samma sätt med en brytpunkt  $x_a$  g/kg och en specifik kostnad  $k_a$  kr/m<sup>2</sup>(g/kg) för  $x < x_a$ . Brytpunkten  $x_a$  ges av (3). Brytpunkten anger när det lönar sig att avfukta. För alla vatteninnehåll överstigande  $x_a$  lönar det sig att avfukta. Avfuktning genom all frys- och kylutrustning beräknas på samma sätt som för driftkostnaden, eftersom det antas att det råder proportionalitet dem emellan.

$$k = k_u (x - x_b) \quad x > x_b \quad (\text{kr/m}^2) \quad (1)$$

$$k = k_a (x_a - x) \quad x < x_a \quad (\text{kr/m}^2) \quad (2)$$

$$x_a = x_u - \Delta x_t - \Delta x_u + \Delta x_p \quad (\text{g/kg}) \quad (3)$$

$$\Delta x_u = a_u (x - x_b) \quad x > x_b \quad ((\text{g/kg})/\text{m}^2) \quad (4)$$

Summan av dessa konvexa driftkostnader för flera (1) samtidigt (både kyl och frysar i butiken) och en (2) (lokalluften behöver bara avfuktas "en gång") ger en konvex totalkostnads-funktion med ett minimum, eftersom vissa kostnader är ökande och andra

är minskande med ökande vatteninnehåll för lokalluften. En av de yttre gränserna kan också vara ett minimum. Det kan finnas krav på att lokalluftens vatteninnehåll skall ligga i ett givet intervall av olika skäl. Metoden tar inte ställning till var man avfuktar; i tilluften eller i lokalen, den gäller för båda fallen.

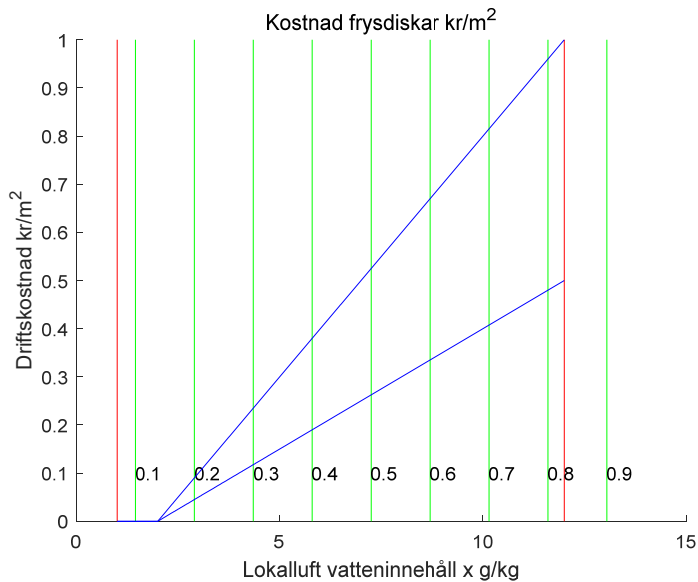
En tillämpning av metoden visas med ett fiktivt fall för att bara visa principen och inte en verklig tillämpning. I ett större projekt kan verkliga siffror för de olika kostnaderna stoppas in.

Den totala driftskostnaden är summan av de ingående delkostnaderna. Ett exempel på detta visas i Figur 3.4.1-4 med två frysdiskfall i Figur 3.4.1, två kyldiskfall i Figur 3.4.2, tre avfuktningsfall i Figur 3.4.3 med olika vatteninnehåll för ventilationsluften samt i Figur 3.4.4 summan av dessa tolv möjliga kombinationer. Olika relativa luftfuktigheter markeras med vertikala gröna linjer. Röda linjer anger gränser för lokalluftens vatteninnehåll. Minimumet i Figur 3.4.4 behöver inte vara entydigt utan två brytpunkter kan ge samma totalkostnad och för alla mellanliggande värden. Samtliga diagram har gröna linjer för absolut relativ luftfuktighet (0,1) för en lokaltemperatur om 20 °C. Arbetsområdet är begränsat till absolut relativ luftfuktighet (0.1,0.8).

Metoden kan sammanfattas med:

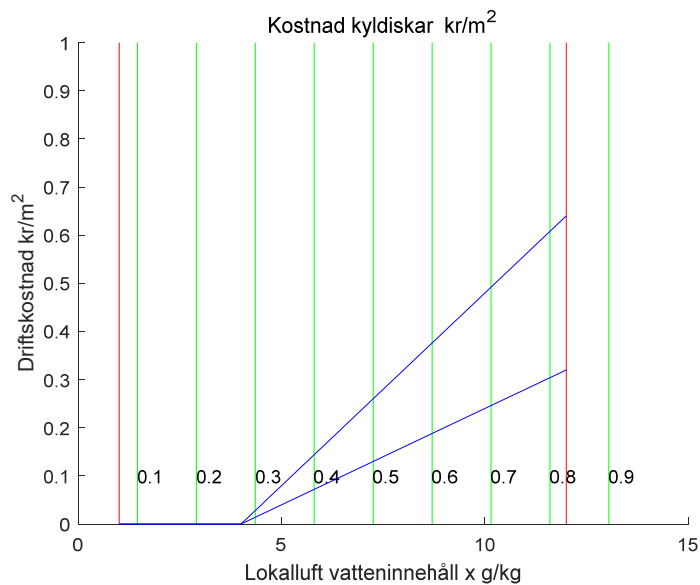
- Alla driftskostnader kan skalas om till kr/m<sup>2</sup> (kWh \* energipris) för aktuell lokalyta. Eftersom driftkostnadsminimeringen skalas om till kr/m<sup>2</sup> lokalyta gör detta det enklare och säkrare samt underlättar jämförelser med andra fall.
- En enhets driftskostnad kan för flera enheter skalas om till en given lokalyta.
- Driftskostnad för utrustning och avfuktning beskrivs som kontinuerliga bitvis linjära funktioner av lokalluftens vatteninnehåll med en brytpunkt och en specifik kostnad kr/m<sup>2</sup>(g/kg).
- Summan av alla delkostnader blir den totala driftskostnaden med minimum i brytpunkt eller en av gränserna för lokalluftens tillåtna vatteninnehåll som i Figur 3.4.8.
- Avfuktningens brytpunkt bestäms av uteluftens vatteninnehåll, kylning av tilluft och lokalluft samt personbelastning.
- Personbelastningen och ventilationsflödet räknas om till fukttillskottet  $\Delta x$  g/kg.
- Uteluftens vatteninnehåll påverkar avfuktningens driftskostnad.
- Totala driftskostnaden har ett minimum i en brytpunkt för en av delfunktionerna eller en av gränserna för lokalluftens tillåtna vatteninnehåll.
- Totaldriftskostnaden kan beskrivas som en funktion av uteluftens och lokalluftens vatteninnehåll som i Figur 3.4.9.

- Avfuktningens driftskostnad beror på lokalluftens och uteluftens vatteninnehåll.
- Övriga driftskostnader är endast beroende av lokalluftens vatteninnehåll.



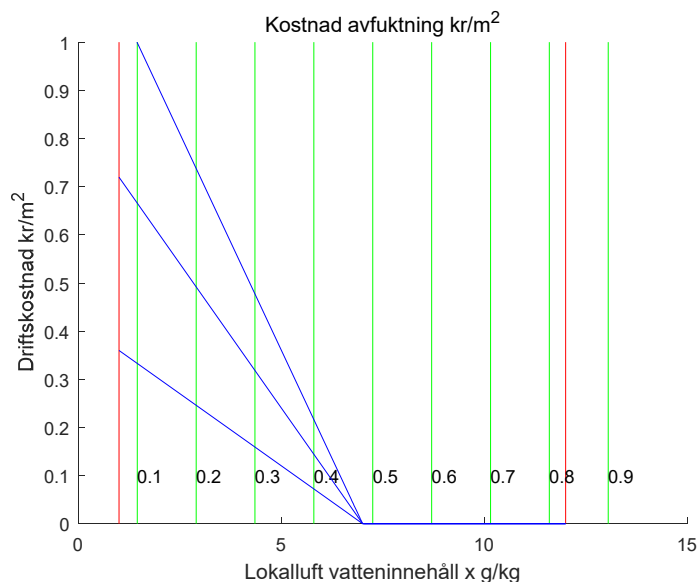
Figur 3.4.1 Driftskostnad för två olika frysdiskar som funktion av lokalluftens vatteninnehåll.

I figur 3.4.1 redovisas kostnaden om all avfuktning sker i frysdiskarna. Två olika frysar studeras, där den övre blåa linjen representerar en större andel frysdiskar i affären jämfört med den undre blåa linjen, dvs den övre visar för ett fall med många frysdiskar och den undre blåa linjen för ett fall med färre frysdiskar på samma lokalyta. Ju mer vatten lokalluften innehåller desto dyrare blir det att undvika påfrysning i frysen.



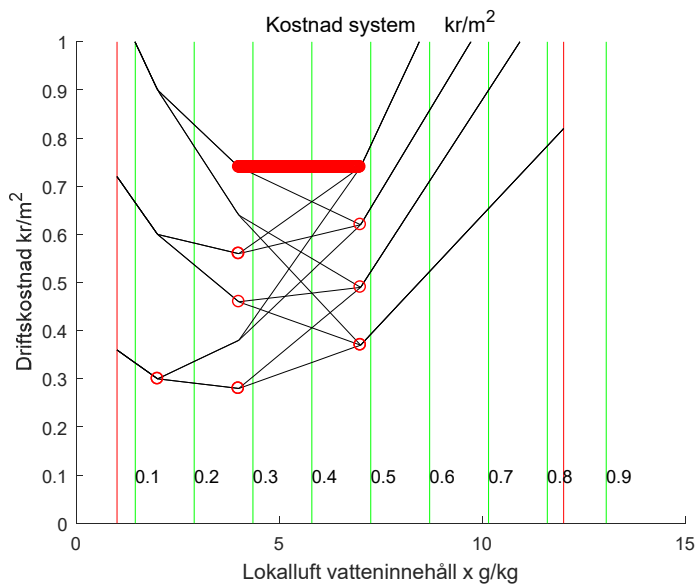
Figur 3.4.2 Driftskostnad för två olika kyldiskar som funktion av lokalluftens vatteninnehåll.

I Figur 3.4.2 redovisas två fall för kyldiskar, den övre blåa linjen även här representerande en större andel kyldiskar i lokalen. De blåa linjerna börjar vid ett högre vatteninnehåll på x-axeln för kyldiskarna i Figur 3.4.2 jämfört med frysdiskarna i Figur 3.4.1. Detta beror på att dagpunktstemperaturen är högre i kyldiskarna eftersom dessa är varmare än frysdiskarna.



Figur 3.4.3 Driftskostnad för tre olika avfuktningfall som funktion av lokalluftens vatteninnehåll.

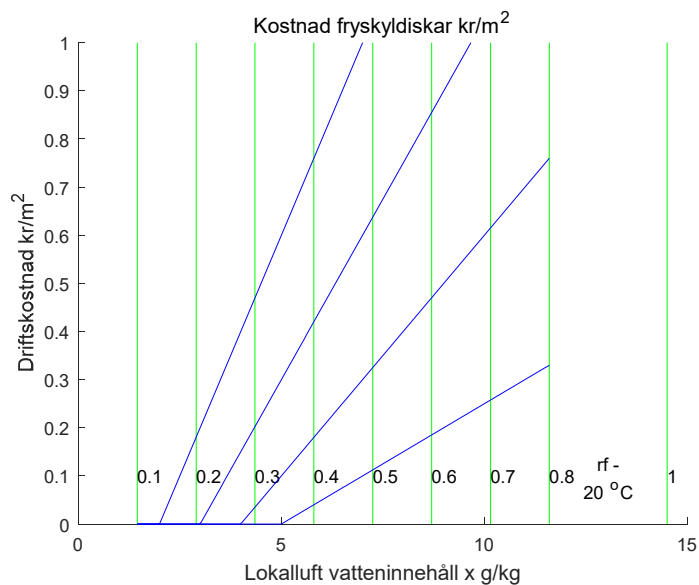
I figur 3.4.3 redovisas kostnad för aktiv avfuktning som sker före lokalluften når frysen. Ju högre vatteninnehåll som förekommer/kan tillåtas i lokalluften desto mindre mängd behöver avfuktas och kostnaden minskar. Olika effektiva enheter redovisas som tre blåa linjer. Den understa blåa linjen återger en enhet med ett högt COP. COP minskar för varje linje uppåt.



Figur 3.4.4 Total driftskostnad som funktion av lokalluftens vatteninnehåll för tolv kombinationer.

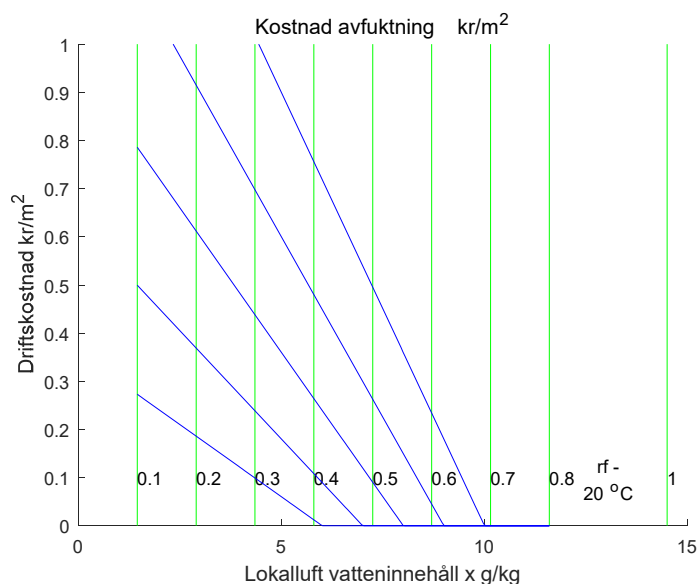
I Figur 3.4.4 redovisas summan av de studerade kombinationerna i tidigare figurer. Kostnad för avfuktning utanför frysen/kylen har adderats med kostnad för avfuktning i frysen/kylen. De röda cirklarna visar minimum. Detta motsvarar vilket vatteninnehåll lokalluften ska styras till för att få lägsta driftkostnad.

I Figur 3.4.5 redovisas en beräkning med fyra fryskyldiskar där den översta linjen motsvarar en hög andel frysar i en lokal och lägre linjer minskande andel frysar på en viss lokalyta.



Figur 3.4.5 Driftskostnad för fyra fryskyldiskar som funktion av lokalluftens vatteninnehåll.

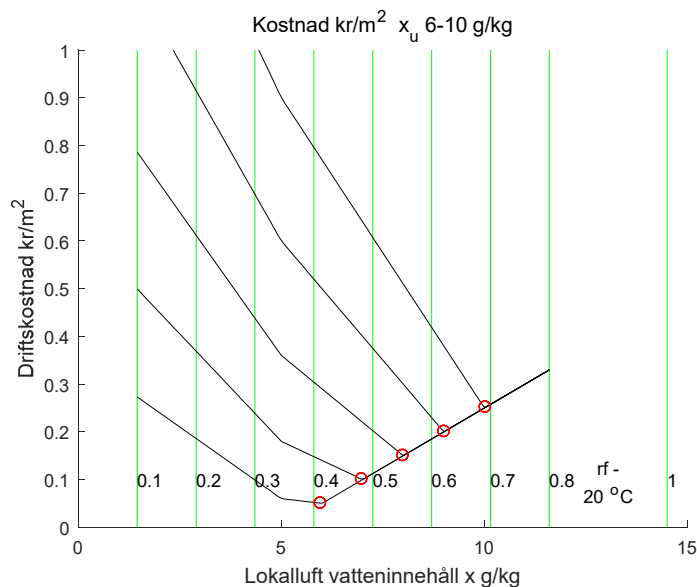
Kostnaden för aktiv avfuktning som sker före lokalluften tillförs frysen beror på vilket uteklimat som råder. I Figur 3.4.6 har därför fem olika uteklimat studerats. Den översta blåa linjen i Figur 3.4.6 redovisar det högsta studerade vatteninnehållet i uteluften: 10 g/kg. Den nedersta blåa återger förhållanden då uteluftens vatteninnehåll är 6 g/kg. Ju mer vatten uteluften innehåller desto mer behöver avfuktas och kostnaden ökar.



Figur 3.4.6 Driftskostnad för avfuktning som funktion av lokalluftens vatteninnehåll.



Kostnaderna i Figur 3.4.5 och 3.4.6 har summerats och redovisas som en totalkostnad i Figur 3.4.7. för alla fem uteklimatfall med fyra fryskyldiskar. Kurvorna visar hur minimet ändras med olika uteklimatfall.



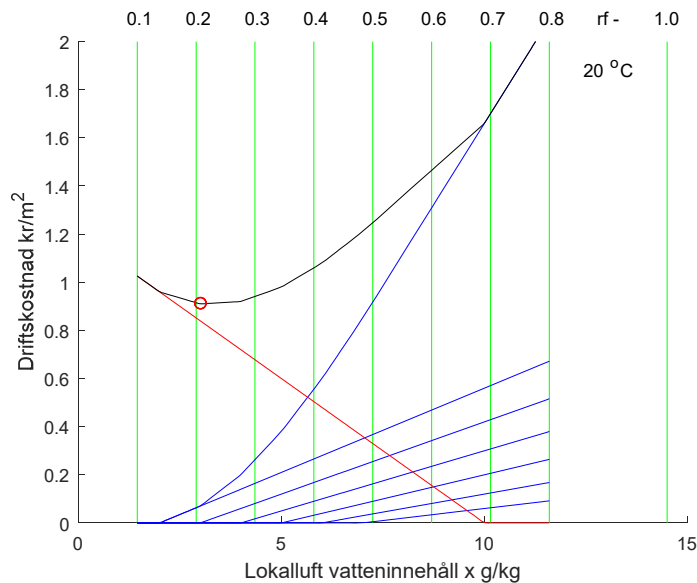
Figur 3.4.7 Total driftskostnad för fem klimatfall som funktion av lokalluftens vatteninnehåll.

### Tillämpning och sammanfattning

Driftskostnaden som funktion av lokalluftens vatteninnehåll redovisas för sex frys- respektive kyldiskar med olika temperaturkrav, ett avfuktningfall för ett uteklimatfall och totalkostnad i Figur 3.4.8. Ju lägre värde den blå linjen har där den startar vid x-axeln desto kallare ska det vara i denna frys/kyl. Den relativa luftfuktigheten anges som tidigare med gröna linjer för området (0.1,0.8) för lokaltemperaturen 20 °C.

De blå linjerna för fryskyldiskar i Figur 3.4.8 visar att det finns skillnader mellan olika utrustning som bestäms av lägsta temperatur på de ytor som kyler. Denna lägsta temperatur har ett mättnadsvatteninnehåll över vilket kondensering och eventuellt påfrysning sker och under motsatsen. Den röda linjen anger aktiv avfuktningens driftskostnad för uteluft med ett vatteninnehåll i uteluften på 10 g/kg. Minimum i Figur

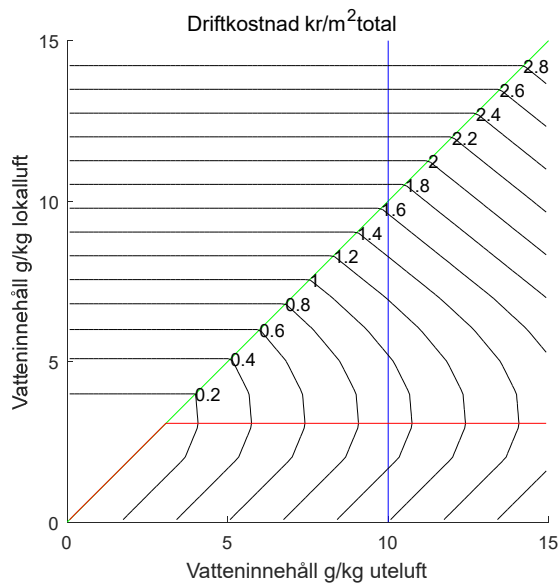
3.4.8 markeras med en röd cirkel och behöver inte vara entydigt. Två brytpunkter kan ge samma totalkostnad och för alla mellanliggande värden.



Figur 3.4.8 Driftskostnad för utrustning, avfuktning och total för lokalluftens vatteninnehåll. Uteluftens vatteninnehåll 10 g/kg.

Totaldriftskostnaden redovisas som funktion av uteluftens och lokalluftens vatteninnehåll i Figur 3.4.9. Isokurvorna visar att minimum (röd linje) gäller för samma lokalluftens vatteninnehåll oberoende av uteluftens vatteninnehåll för denna tillämpning.

Den blå linjen i Figur 3.4.9 för uteluftens vatteninnehåll 10 g/kg är den samma som i Figur 3.4.8. Figur 3.4.9 kan användas till att avläsa driftskostnaden för alla förekommande vatteninnehåll på lokalluft respektive uteluft. Den kan också användas till att hitta vilket lokalluftstillstånd som är bäst att ha vid ett givet uteluftstillstånd för att få lägsta kostnad. Detta avläses på y-axeln där isokurvornas minimum finns, för givet uteluftstillstånd. För alla uteluftstillstånd finns det ett minimum, där den blå linjen tangerar isokurvorna, vilket ger lägsta kostnad. Det kan som nämnts finnas andra begränsningar, på en lägsta möjlig relativ luftfuktighet i lokalen, detta kan läggas in som en begränsning. Det bör påpekas att detta studerats matematiskt och är ett fiktivt exempel. De siffrvärden som anges på x- och y-axeln i exemplet, Figur 3.4.9, kan alltså inte rakt av användas för att hitta lägsta kostnad nu. I ett större projekt är det viktiga steget att få fram funktioner för och beskriva de olika enheterna.



Figur 3.4.9 Driftkostnad total kr/m<sup>2</sup> för vatteninnehåll för uteluft  $x_u$  g/kg och lokalluft  $x_i$  g/kg

Det går alltså att visa matematiskt att det finns ett optimum eller minimum för det aktuella problemet. Detta innebär att detta är relevant och möjligt att studera ur optimeringssynpunkt. I ett större projekt blir den stora uppgiften dels att fylla på med vanligt förekommande prestanda på olika kylmaskiner, energipris, etc. Men angreppssättet bör även vara förutsättningslöst och innehålla andra värden på alla ingående parametrar då en ständig teknisk utveckling kan antas ske. Varierande värden på luftflöden, tilluftstemperaturer, lokalförhållanden bör studeras.

Metoden kan användas på alla typer av butiker. För den specifika butiken får mängden kylar och frysar kvantifieras och sedan kan kostnaderna beräknas.



## 4 Diskussion och sammanfattning

I detta projekt har problemets parametrar kartlagts och relevanta faktorer har identifierats och presenterats.

Hur driften är för livsmedelsaffärsbyggnader med avseende på det beskrivna problemet har kartlagts genom en enkät. Svaren visar bland annat att förutsättningarna skiljer sig bland annat beroende på storlek på butik. Det förekommer ett antal driftsfall; stora livsmedelsbutiker har ofta kyla på tilluften sommartid medans det inte förekommer någon kyla i mindre butiker. Det förekommer både kylar och frysar med eller utan dörrar. Detta innebär att flera driftsfall bör undersökas.

Det har framkommit att det finns mätdata som kan stödja en optimering av driften i en del butiker.

Beräkningsexemplet visar att för de studerade förutsättningarna och fallen sker en effektbesparing om avfuktning genomförs för alla studerade fall för kylar. För frysar blir det en besparing om frysar försedda med dörrar har en genomsnittlig öppning på 1 löpmeter i en 1000 m<sup>2</sup> butik. Om den genomsnittliga öppningen är 0,5 löpmeter ökar effekten. Om kylar och frysar läggs ihop, vilket självklart förekommer i verkliga livsmedelslokaler, blir det en effektbesparing för samtliga fall, även frysfallet med 0,5 löpmeter öppen dörr.

Beräkningarna indikerar att om ett högre COP kan användas centralt kan det därför vara relevant att undersöka under vilka förutsättningar det är lönsamt att avfukta luften och att det finns en effektbesparingspotential.

Den teoretiska modellen visar att det går att studera problemet ur en optimeringssynpunkt och därigenom minimera driftskostnaden.

I ett större projekt varieras lämpligen samtliga parametrar; luftflöden, temperaturer, COP etc.

Ur energisynpunkt kan avfuktning av inneluft vara en energieffektiv åtgärd. I detta sammanhang bör bland annat en nedre hygienisk gräns beaktas. En litteratursammanställning bör genomföras med syfte att undersöka om och vilken nedre luftfuktighetsnivå som inte bör underskridas för att människan inte ska uppleva för torr luft och få hälsobesvär och eventuella negativa hälsopåverkan såsom torra slemhinnor

och hud. Vid mycket låga respektive höga luftfuktighetsnivåer trivs olika typer av föroreningar såsom bakterier och virus.

En av ventilationssystemets uppgifter är att föra bort föroreningar som finns i ineluften. Om system med återluft används kan det finnas risk för att föroreningar återförs till tilluften och försämrar luftkvaliteten. Tidigare har system med återluft används ur energisynpunkt för att spara värmeenergi under uppvärmningssäsongen i andra typer av lokaler; kontor och skolor. Abel och Elmroth redovisar (2013) att "återluft var en vanlig lösning fram till slutet av 1970-talet men att numera förekommer nästan ingen återluftförling i Sverige." "Skälen är att man erfarenhetsmässigt vet att filter inte alltid sköts så att de fungerar, att partikelfilter inte kan fånga gaser samt att återluftförlingen uppfattas som ohygienisk." (Abel, Elmroth, 2013). Möjligheten att frångå återluft i andra byggnader som skolor och kontor har skett tack vare utvecklingen av energieffektiva värmeväxlare.

Eventuell negativ effekt på luftkvaliteten bör också beaktas. En generell reflektion kring ventilation och föroreningar i livsmedelslokaler kan göras. Det är känt att kemiska emissioner avges från alla material, både byggnadsmaterial och inredning. Generellt gäller att avgivningen är hög i början och avklingar efter hand. Arbetsmiljöverket har bland tagit hänsyn till detta på arbetsplatser i sina allmänna råd för utformning av arbetsplatser. "Efter nybyggnad eller invändig renovering bör ventilationen gå kontinuerligt under det första året. Först därefter bör eventuell reduktion (av flödet) göras när lokalerna inte används." (Arbetsplatsens utformning, AFS 2009:2). Eftersom det finns många nya produkter i livsmedelsaffärer precis som i andra affärer borde denna tillförsel av emissioner till lokalluften också ha betydelse och beaktas vid utformningen av ventilationssystemet och dess flöden. Ibland nämns återluft som en åtgärd i butiker för att spara energi och även adressera avfuktningproblemet. Om luften istället skulle avfuktas skulle återluft inte behöva användas med tanke på det och en energieffektiv lösning som samtidigt innebar en bättre luftkvalitet skulle kunna uppnås. Det blir mindre energieffektivt än att både avfukta och köra återluft. Men utifrån ett hälsoperspektiv skulle det kunna vara positivt.

## Referenser

- Abel E, Elmroth A. 2013. Byggnaden som system. Studentlitteratur.
- ASHRAE. 2006 Refrigeration. ASHRAE Handbook. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. ISBN 1-931862-87-7
- Bergholtz M. 2018. IWMAC. Muntlig kommunikation 2018-09-26.
- Blom C. 2003. Energieffektiv butikskyla – Analys av hur luftavfuktning i livsmedelsbutiker påverkar den totala energianvändningen. Examensarbete 2003:3. Installationsteknik, Institutionen för byggnadsteknologi, Chalmers tekniska högskola, Göteborg
- Dahlblom M. 2018. Klimatisering och luftbehov. Föreläsning VBFF01, Avd. för Installationsteknik, LTH, Lunds Universitet
- Fahlén Per. 2000. Butikskyla. SP rapport 2000:03. Energiteknik, SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut
- Nevander L-E, Elmarsson B. 1994/2013. Fukthandboken,. Praktik och teori. Svensk byggtjänst
- Fyhr K, Rosell L, Markusson C. 2013. Energieffektivare ventilation i butiker – återluft. Belivs rapport
- Jensen S, Larsson K, Lindberg U. 2014. Kyldiskar i butik – Referensmätning av temperatur. SP Sveriges Forskningsinstitut, SP Rapport 2014:58.
- Jensen S, Rolfsman L, Lindberg U. 2015. Prioriterade åtgärder i befintliga livsmedelslokaler för ökad energieffektivisering. Förstudie, Belivs. Projektnummer: BF13. SP Sveriges tekniska Forskningsinstitut
- Lane A-L. 2012. Onlinemätningar i butiker – Rapport förstudie. SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitutet, Belivs rapport
- Lane A-L, Eriksson L, Andersson E. 2013. Energieffektiva butiker med ökad kunskap och energiuppföljning, Belivs rapport
- Lindberg U, Salomonsson N, Sundström M, Wendin K. 2018. Consumer perception and behavior in retail foodscape – A study of chilled groceries. Journal of Retailing and Consumer Service 40, 1-7.

Markusson C, Ollas P. 2013. Avfuktning av luft i butiker.

Nordquist B. 2002. Ventilation and Window opening in Schools – Experiment and Analysis. PhD thesis. Installationsteknik, Lunds tekniska högskola, Lunds universitet.

Peter B. 2018. Konceptbutiken som närmar sig noll. Hemsida: Lågan – för energieffektiva byggnader, hämtat 22 maj 2018.

SCB. Statistik. Försäljning (inkl moms) av livsmedel och drycker inom handeln (enligt COICOP), löpande priser, mnkr efter varugrupp och år.

[http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START\\_HA\\_HA0103/Livs/table/tableViewLayout1/?rxid=f45f90b6-7345-4877-ba25-9b43e6c6e299](http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START_HA_HA0103/Livs/table/tableViewLayout1/?rxid=f45f90b6-7345-4877-ba25-9b43e6c6e299).

2018-09-04





## LUNDS UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

Avd. för Installationsteknik

### **Kartläggning av kylning och drift av livsmedelsbutiker**

Vid avdelningen för Installationsteknik, Lund universitet, bedrivs ett forskningsprojekt kring kylning i livsmedelsbutiker med kyl och frysdiskar. Syftet är att undersöka hur detta kan ske på ett energieffektivt sätt. Bifogad enkät är en del av en förstudie som ska kartlägga hur driften i livsmedelsbutiker sker idag och att ta reda på vilka mätdata som finns tillgängliga.

Enkäten skickas ut till Belivs medlemsföretag, till personer som har kännedom om driften i livsmedelsbutiker.

Enkätsvaren kommer att kodas och resultaten presenteras i form av diagram och tabeller där enskilda livsmedelskedjor inte kommer att kunna spåras.

Så vi skulle uppskatta om ni har möjlighet att fylla i bifogad enkät.

**Skicka sedan tillbaka senast den 20 augusti 2018**

Med bifogat svarskuvert alternativt till

Birgitta Nordquist

Avdelningen för Installationsteknik, V-huset, LTH, Lund Universitet

Box 118

221 00 Lund

*Birgitta Nordquist, lektor vid Installationsteknik, ansvarar för studien. Om ni har några frågor kan ni kontakta henne på 046-222 72 73.*

Med vänliga hälsningar

Birgitta Nordquist

Avd. för Installationsteknik

e-post [birgitta.nordquist@hvac.lth.se](mailto:birgitta.nordquist@hvac.lth.se)

# Instruktioner till enkäten

Besvara frågorna på följande sidor genom att markera med kryss i rutorna och skriv fri text på de öppna frågorna.

Skriv gärna fri text i anslutning till kryssfrågorna om ni vill förtydliga eller nämna något.

Enkäten består till mesta delen av kryssfrågor.

Frågorna syftar till att få en uppfattning om en övergripande fördelning mellan olika typer av system. Den exakta fördelningen behöver inte fyllas i utan mer en uppskattningsvis fördelning mellan olika system för ert butiksbestånd.

Butiker kan vara olika stora och vi tänker att svaren ska vara för fördelningen räknat i butiksyta, m<sup>2</sup> golvyta. Några få stora butiker har en större påverkan på energianvändningen är flera små. Så när butiksytor/kundytor nämns i enkäten menas den golvyta som finns.

Skicka sedan tillbaka med post med bifogat svarskuvert, frankeras ej,

**senast den 20 augusti 2018**

alternativt till

Birgitta Nordquist

Avdelningen för Installationsteknik, V-huset, LTH

Box 118

221 00 Lund

Det går även bra att scanna in svaren och maila till

[birgitta.nordquist@hvac.lth.se](mailto:birgitta.nordquist@hvac.lth.se)

Tack för att ni bidrar till att öka kunskapen om hur det ser ut i butiker idag!

Livsmedelskedja:.....

Orter/ Placering i Sverige: .....

1. Avfuktar/torkar ni **lokalluften inne i butiken** aktivt för reducera energibehovet för avfrostning/utfällning i frys- och kyldiskar?

Ja, med (ange vilken/vilka typer, t ex AC-anläggning, sorptionshjul)

.....

.....

Om Ja; avfuktning görs **inne i butiken** i följande andel av våra butiksytor (kundytor)

1-20% av butiksytorerna

20-40%

40-60%

60-80%

80-100%

Nej     Vet ej

## Ventilationssystem

2. Hur ser fördelningen ut av ventilationssystem i butikerna? Vilken typ av ventilationssystem ventilerar butiksytorerna (kundytorerna)?

*Till-och frånluftsventilation  
(FT-ventilation)*

1-20% av butiksytorerna

20-40%

40-60%

60-80%

80-100%

*Frånluftsventilation  
(F-ventilation)*

1-20%

20-40%

40-60%

60-80%

80-100%

*Självdrag  
(S-ventilation)*

1-20%

20-40%

40-60%

60-80%

80-100%

Vet ej

**Om butikerna ventileras med till- och frånluftsventilation:**

3. Kyls ni uteluften i ventilationsaggregatet vid komfortbehov, under exempelvis sommartid?

Ja, tilluften kyls till ca .....°C

när uteluften överstiger ca .....°C

Om Ja, det görs i följande andel av butiksytor (kundytor):

i 1-20% av butiksytor (kundytor)

i 20-40%

i 40-60%

i 60-80%

i 80-100%

Nej     Vet ej

4. Använder ni återluft i till- och frånluftssystemen?

Ja, .....% av tilluftsflödet utgörs av återluft

Om Ja, återluft används under följande månader:

.....

Om Ja; återluft används i följande andel av våra butiksytor (kundytor) som ventileras med FT-ventilation

i 1-20%

i 20-40%

i 40-60%

i 60-80%

i 80-100%

Nej     Vet ej

## Avfuktning

5. Avfuktar/torkar ni uteluften aktivt i **ventilationsaggregatet** vid FT-ventilation (utöver eventuell komfortkylning) för att reducera energibehovet för avfrostning/utfällning i frys- och kyldiskar?

Ja, med (ange vilken/vilka typer, t ex sorption / kylbatteri)

.....

.....

Om Ja; avfuktning görs i följande andel av våra butiksytor

1-20%

20-40%

40-60%

60-80%

80-100%

Nej     Vet ej

## Värmeåtervinning

6. Använder ni någon form av värmeåtervinning i ventilationsaggregatet?

*Ja, regenerativ*

*typ roterande värmeväxlare*

*Ja, rekuperativ*

*typ plattvärmeväxlare,  
luftbatteri*

*Ja, Annat sätt*

.....  
.....

I 1-20% av butiksytor

1-20%

1-20%

20-40%

20-40%

20-40%

40-60%

40-60%

40-60%

60-80%

60-80%

60-80%

80-100%

80-100%

80-100%

Nej     Vet ej

## Frikyla

7. Använder ni någon form av frikyla som hjälp till att kyla frys- och kyldiskar?

Ja, **uteluft** under den kallare perioden av året

Ja med hjälp av **markkyla**

Ja, Annat sätt .....

1-20%

1-20%

1-20%

20-40%

20-40%

20-40%

40-60%

40-60%

40-60%

60-80%

60-80%

60-80%

80-100%

80-100%

80-100%

Nej     Vet ej

## Fjärrvärme

8. Använder ni fjärrvärme till energiförsörjning av butiksytor (kundytor)?

Ja      Om Ja; fjärrvärme används i följande andel av våra butiksytor

i 1-20%

i 20-40%

i 40-60%

i 60-80%

i 80-100%

Nej     Vet ej

## Fjärrkyla

9. Använder ni fjärrkyla till energiförsörjning av butiksytor (kundytor)?

Ja      Om Ja; fjärrkyla används i följande andel av våra butiksytor

i 1-20%

i 20-40%

i 40-60%

i 60-80%

i 80-100%

Nej     Vet ej

10. Skulle det finnas möjlighet att använda fjärrkyla även om det inte används idag, dvs finns ett fjärrkylnät i närheten?

Ja      Om Ja; fjärrkylnät finns i närheten av följande andel av våra butiksytor

i 1-20%

i 20-40%

i 40-60%

i 60-80%

i 80-100%

Nej       Vet ej

### **Frysdiskar**

**(samma frågor kommer längre fram för kyldiskar)**

11. Hur stor andel av **frysdiskarna** kyls uppskattningsvis med

*kylaggregat i själva frysdiskarna*

sk **plug-in**

0-20%

20-40%

40-60%

60-80%

80-100%

*centrala kylaggregat som*

*kylar flera diskar*

0-20%

20-40%

40-60%

60-80%

80-100%

Kyls på annat sätt .....

Vet ej

12. Hur är fördelningen i ålder för kylsystemen för **frysdiskarna** i era butiker

- | <i>0- 5 år</i>                   | <i>5-10 år</i>                   | <i>10-20 år</i>                  | <i>Äldre än 20 år</i>            |
|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 0-20%   | <input type="checkbox"/> 0-20%   | <input type="checkbox"/> 0-20%   | <input type="checkbox"/> 0-20%   |
| <input type="checkbox"/> 20-40%  | <input type="checkbox"/> 20-40%  | <input type="checkbox"/> 20-40%  | <input type="checkbox"/> 20-40%  |
| <input type="checkbox"/> 40-60%  | <input type="checkbox"/> 40-60%  | <input type="checkbox"/> 40-60%  | <input type="checkbox"/> 40-60   |
| <input type="checkbox"/> 60-80%  | <input type="checkbox"/> 60-80%  | <input type="checkbox"/> 60-80%  | <input type="checkbox"/> 60-80%  |
| <input type="checkbox"/> 80-100% | <input type="checkbox"/> 80-100% | <input type="checkbox"/> 80-100% | <input type="checkbox"/> 80-100% |
- Vet ej

13. Är påfrysning ett problem i frysdiskarna?

- Ja       Nej       Vet ej

Om det är ett problem, hur löser ni det? Hur ser ni till att undvika påfrysning i frysdiskarna? .....

14. Hur stor andel av **frysdiskarna** är

- | <i>Vertikala/Stående</i>         | <i>Horisontella /Liggande</i>    |
|----------------------------------|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 0-20%   | <input type="checkbox"/> 0-20%   |
| <input type="checkbox"/> 20-40%  | <input type="checkbox"/> 20-40%  |
| <input type="checkbox"/> 40-60%  | <input type="checkbox"/> 40-60%  |
| <input type="checkbox"/> 60-80%  | <input type="checkbox"/> 60-80%  |
| <input type="checkbox"/> 80-100% | <input type="checkbox"/> 80-100% |

15. Hur stor andel av de **vertikala frysdiskarna** har

- | <i>Dörrar som kan stängas</i>    | <i>Inga dörrar</i>               |
|----------------------------------|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 0-20%   | <input type="checkbox"/> 0-20%   |
| <input type="checkbox"/> 20-40%  | <input type="checkbox"/> 20-40%  |
| <input type="checkbox"/> 40-60%  | <input type="checkbox"/> 40-60%  |
| <input type="checkbox"/> 60-80%  | <input type="checkbox"/> 60-80%  |
| <input type="checkbox"/> 80-100% | <input type="checkbox"/> 80-100% |



16. Hur stor andel av de **horisontella frysdiskarna** har

*Luckor som kan stängas*

*Inga luckor*

0-20%

0-20%

20-40%

20-40%

40-60%

40-60%

60-80%

60-80%

80-100%

80-100%

### **Kyldiskar**

17. Hur stor andel av **kyldiskarna** kyls uppskattningsvis med

*kylaggregat i själva frysdiskarna  
sk **plug-in***

***centrala kylaggregat** som  
kyler flera diskar*

0-20%

0-20%

20-40%

20-40%

40-60%

40-60%

60-80%

60-80%

80-100%

80-100%

Kyls på annat sätt .....

Vet ej

18. Hur är fördelningen i ålder för kylsystemen för **kyldiskarna** i era butiker

*0- 5 år*

*5-10 år*

*10-20 år*

*Äldre än 20 år*

0-20%

0-20%

0-20%

0-20%

20-40%

20-40%

20-40%

20-40%

40-60%

40-60%

40-60%

40-60

60-80%

60-80%

60-80%

60-80%

80-100%

80-100%

80-100%

80-100%

Vet ej

19. Hur stor andel av **kyldiskarna** är

*Vertikala/Stående*

*Horisontella /Liggande*

0-20%

0-20%

20-40%

20-40%

40-60%

40-60%

60-80%

60-80%

80-100%

80-100%

20. Hur stor andel av de **vertikala kyldiskarna** har

*Dörrar som kan stängas*

*Inga dörrar*

0-20%

0-20%

20-40%

20-40%

40-60%

40-60%

60-80%

60-80%

80-100%

80-100%

21. Hur stor andel av de **horisontella kyldiskarna** har

*Luckor som kan stängas*

*Inga luckor*

0-20%

0-20%

20-40%

20-40%

40-60%

40-60%

60-80%

60-80%

80-100%

80-100%

22. Hur värms butiksytor (kundytor)? Med

<i>vattenradiatorer</i>	<i>elradiatorer</i>	<i>luftvärme</i>	<i>Annat sätt</i> .....
<input type="checkbox"/> 0-20%	<input type="checkbox"/> 0-20%	<input type="checkbox"/> 0-20%	<input type="checkbox"/> 0-20%
<input type="checkbox"/> 20-40%	<input type="checkbox"/> 20-40%	<input type="checkbox"/> 20-40%	<input type="checkbox"/> 20-40%
<input type="checkbox"/> 40-60%	<input type="checkbox"/> 40-60%	<input type="checkbox"/> 40-60%	<input type="checkbox"/> 40-60
<input type="checkbox"/> 60-80%	<input type="checkbox"/> 60-80%	<input type="checkbox"/> 60-80%	<input type="checkbox"/> 60-80%
<input type="checkbox"/> 80-100%	<input type="checkbox"/> 80-100%	<input type="checkbox"/> 80-100%	<input type="checkbox"/> 80-100%

Vet ej

23. Görs natt-täckning av kyl-och frysmöbler i butiksytor (kundytor)?

Ja      Om Ja; natt-täckning görs i följande andel av våra butiksytor

- i 0-20%
- i 20-40%
- i 40-60%
- i 60-80%
- i 80-100%

Nej       Vet ej

### **Energianvändning - mätning**

24. Mäts uppvärmnings-energianvändningen?

Ja      Om Ja; i följande andel av våra butiksytor (kundytor)

- i 1-20%
- i 20-40%
- i 40-60%
- i 60-80%
- i 80-100%

Nej       Vet ej

25. Mäts elanvändningen?

Ja      Om Ja; i följande andel av våra butiksytor (kundytor)

i 1-20%

i 20-40%

i 40-60%

i 60-80%

i 80-100%

Nej       Vet ej

**Butiken**

26. Vilka temperaturer eftersträvar ni att hålla i butikslokalerna

*Vintertid*                      *vår, höst*                      *sommartid?*

Vinter ..... °C      Vår, höst ..... °C      Sommar ..... °C

Vet ej                       Vet ej                       Vet ej

27. Hur ser fördelningen ut av butiksstorlekar (golvyta) i er livsmedelskedja?

*1-100 m<sup>2</sup>*                      *101-500 m<sup>2</sup>*                      *501-1000 m<sup>2</sup>*                      *> 1000 m<sup>2</sup>*

0-20%                       0-20%                       0-20%                       0-20%

20-40%                       20-40%                       20-40%                       20-40%

40-60%                       40-60%                       40-60%                       40-60%

60-80%                       60-80%                       60-80%                       60-80%

80-100%                       80-100%                       80-100%                       80-100%

28. Hur är entréerna utformade? Hur ser fördelningen ut för era butiksytor?

*Luftsluss med två steg av dörrar*

- 0-20%
- 20-40%
- 40-60%
- 60-80%
- 80-100%

*Roterande luftsluss*

- 0-20%
- 20-40%
- 40-60%
- 60-80%
- 80-100%

*Enkel dörr*

- 0-20%
- 20-40%
- 40-60
- 60-80%
- 80-100%

29. Görs LCC-beräkningar vid investeringsbedömningar av utbyte eller installation av nya enheter?

Ja      Om Ja; LCC görs i följande andel av investeringsbedömningarna

- i 1-20%
- i 20-40%
- i 40-60%
- i 60-80%
- i 80-100%

Nej       Vet ej

30. Planerar ni att bygga ut någon butik inom en snar framtid?

Ja       Nej       Vet ej

31. Planerar ni att byta ut de befintliga kylsystemen i någon butik inom en snar framtid?

Ja       Nej       Vet ej

32. En fördjupad undersökning kan komma att genomföras. Detta kan omfatta mätningar av bland temperaturer, relativ luftfuktighet och energianvändning. Olika driftsätt kan också studeras. Möjliga demonstrationsprojekt kan också ingå. Skulle ni ha intresse av att även vara med i en fördjupad studie av detta som utförs av Lunds Universitet?

Ja       Nej       Vet ej

33. Skulle ni vara intresserade av att vara en testanläggning och testa olika sätt att kyla?

Ja       Nej       Vet ej

34. Övrigt som ni vill framföra i sammanhanget

.....

.....

.....

.....

1. Avfuktar/torkar ni <b>lokalluften inne i butiken</b> aktivt för reducera energibehovet för avfrostning/utfällning		A	B	C-större	D - mindre	E
<input type="checkbox"/> Ja, med (ange vilken/vilka typer, t ex AC-anläggning, sorptionshjul)	Ja			butiker	butiker	
.....	med					
<b>Om Ja; avfuktning görs <b>inne i butiken</b> i följande andel av våra butiksytor (kundytor)</b>						
	<input type="checkbox"/> 1-20% av butiksytorna					
	<input type="checkbox"/> 20-40%					
	<input type="checkbox"/> 40-60%					
	<input type="checkbox"/> 60-80%					
	<input type="checkbox"/> 80-100%					
	<input type="checkbox"/> Nej	1	1	1	1	1
	<input type="checkbox"/> Vet ej					
<b>Ventilationssystem</b>						
2. Hur ser fördelningen ut av ventilationssystem i butikerna? Vilken typ av ventilationssystem ventilerar butiksytorna (kundytorna)?						
<b>Till- och frånluftsventilation (FT-ventilation)</b>						
	<input type="checkbox"/> 1-20% av butiksytorna					
	<input type="checkbox"/> 20-40%					
	<input type="checkbox"/> 40-60%					
	<input type="checkbox"/> 60-80%					
	<input type="checkbox"/> 80-100%	1	1	1	1	1
<b>Frånluftsventilation (F-ventilation)</b>						
	<input type="checkbox"/> 1-20% av butiksytorna			1	1	
	<input type="checkbox"/> 20-40%					
	<input type="checkbox"/> 40-60%					
	<input type="checkbox"/> 60-80%					
	<input type="checkbox"/> 80-100%					
<b>Självdrag (S-ventilation)</b>						
	<input type="checkbox"/> 1-20% av butiksytorna					
	<input type="checkbox"/> 20-40%					
	<input type="checkbox"/> 40-60%					
	<input type="checkbox"/> 60-80%					
	<input type="checkbox"/> 80-100%					
	<input type="checkbox"/> Nej					
	<input type="checkbox"/> Vet ej					
<b>Om butikerna ventileras med till- och frånluftsventilation:</b>						
3. Kylar ni uteluften i ventilationsaggregatet vid komfortbehov, under exempelvis sommartid?						
<input type="checkbox"/> Ja, tilluften kyls till ca .....	.....°C					
		15	17	17	kylar ej	kyls,
när uteluften överstiger ca .....	.....°C					
		25	17	22	kylar ej	temperatur
Om Ja, det görs i följande andel av butiksytor (kundytorna):						
	<input type="checkbox"/> 1-20% av butiksytorna					
	<input type="checkbox"/> 20-40%					
	<input type="checkbox"/> 40-60%					
	<input type="checkbox"/> 60-80%			1		
	<input type="checkbox"/> 80-100%	1				1
	<input type="checkbox"/> Nej					1
	<input type="checkbox"/> Vet ej					
4. Använder ni återluft i till- och frånluftssystemen?						
<input type="checkbox"/> Ja, .....	.....% av tilluftsflödet utgörs av återluft	100	100	60-80		ca 80-100
Om Ja, återluft används under följande månader:						
.....	.....	Alla	Alla	Året om		
Om Ja; återluft används i följande andel av våra butiksytor (kundytorna):						
	<input type="checkbox"/> i 1-20%					
	<input type="checkbox"/> i 20-40%					1
	<input type="checkbox"/> i 40-60%					
	<input type="checkbox"/> i 60-80%			1		
	<input type="checkbox"/> i 80-100%	1	1			
	<input type="checkbox"/> Nej					1
	<input type="checkbox"/> Vet ej					
<b>Avfuktning</b>						
5. Avfuktar/torkar ni uteluften aktivt i <b>ventilationsaggregatet</b> vid FT-ventilation (utöver eventuell komfortkylning) för att reducera energibehovet för avfrostning/utfällning i frys- och kyldiskar?						
<input type="checkbox"/> Ja, med (ange vilken/vilka typer, t ex sorption / kylbatteri)	.....					
.....	.....					
Om Ja; avfuktning görs i följande andel av våra butiksytor						
	<input type="checkbox"/> i 1-20%					
	<input type="checkbox"/> i 20-40%					
	<input type="checkbox"/> i 40-60%					
	<input type="checkbox"/> i 60-80%					
	<input type="checkbox"/> i 80-100%					
	<input type="checkbox"/> Nej	1	1	1	1	1
	<input type="checkbox"/> Vet ej					
<b>Värmeåtervinning</b>						
6. Använder ni någon form av värmeåtervinning i ventilationsaggregatet?						
<i>Ja, regenerativ typ roterande värmeväxlare</i>						
	<input type="checkbox"/> 1-20% av butiksytorna					1
	<input type="checkbox"/> 20-40%				1	
	<input type="checkbox"/> 40-60%					
	<input type="checkbox"/> 60-80%		1	1		
	<input type="checkbox"/> 80-100%	1				
<i>Ja, rekuperativ, typ plattvärmeväxlare, luftbatter</i>						
	<input type="checkbox"/> 1-20% av butiksytorna		1			
	<input type="checkbox"/> 20-40%			1	1	1
	<input type="checkbox"/> 40-60%					





	<input type="checkbox"/> Vet ej					
12. Hur är fördelningen i ålder för kylsystemen för frysdiskarna i era butiker						
0- 5 år	<input type="checkbox"/> 0-20%			1	1	
	<input type="checkbox"/> 20-40%	1				1
	<input type="checkbox"/> 40-60%		1			
	<input type="checkbox"/> 60-80%					
	<input type="checkbox"/> 80-100%					
	<input type="checkbox"/> 80-100%					
5-10 år	<input type="checkbox"/> 0-20%					1
	<input type="checkbox"/> 20-40%	1	1	1		
	<input type="checkbox"/> 40-60%					1
	<input type="checkbox"/> 60-80%					
	<input type="checkbox"/> 80-100%					
10-20 år	<input type="checkbox"/> 0-20%		1			
	<input type="checkbox"/> 20-40%	1				1
	<input type="checkbox"/> 40-60%				1	
	<input type="checkbox"/> 60-80%			1		
	<input type="checkbox"/> 80-100%					
Äldre än 20 år	<input type="checkbox"/> 0-20%			1		1
	<input type="checkbox"/> 20-40%				1	
	<input type="checkbox"/> 40-60%					
	<input type="checkbox"/> 60-80%					
	<input type="checkbox"/> 80-100%					
	<input type="checkbox"/> Vet ej					
13. Är påfrysning ett problem i frysdiskarna?	<input type="checkbox"/> Ja			1	1	
	<input type="checkbox"/> Nej	1	1			1
	<input type="checkbox"/> Vet ej					
Om det är ett problem, hur löser ni det? Hur ser ni till att undvika påfrysning i frysdiskarna? .....						
* Parameterinställning avfrosthingssekvenser, köra återluft samt AC (indirekt avfuktning)				*	**	
**Parameterinställning regulatorer för avfrosthingsintervaller						
14. Hur stor andel av frysdiskarna är						
Vertikala/Stående	<input type="checkbox"/> 0-20%		1			1
	<input type="checkbox"/> 20-40%	1		1	1	
	<input type="checkbox"/> 40-60%					
	<input type="checkbox"/> 60-80%					
	<input type="checkbox"/> 80-100%					
Horisontella /Liggande	<input type="checkbox"/> 0-20%					
	<input type="checkbox"/> 20-40%					
	<input type="checkbox"/> 40-60%					
	<input type="checkbox"/> 60-80%	1		1	1	1
	<input type="checkbox"/> 80-100%		1			
15. Hur stor andel av de vertikala frysdiskarna har						
Dörrar som kan stängas	<input type="checkbox"/> 0-20%					
	<input type="checkbox"/> 20-40%					
	<input type="checkbox"/> 40-60%					
	<input type="checkbox"/> 60-80%					
	<input type="checkbox"/> 80-100%	1	1	1	1	1
Inga dörrar	<input type="checkbox"/> 0-20%		1	1	1	
	<input type="checkbox"/> 20-40%					
	<input type="checkbox"/> 40-60%					
	<input type="checkbox"/> 60-80%					
	<input type="checkbox"/> 80-100%					
16. Hur stor andel av de horisontella frysdiskarna har						
Luckor som kan stängas	<input type="checkbox"/> 0-20%					
	<input type="checkbox"/> 20-40%					
	<input type="checkbox"/> 40-60%				1	
	<input type="checkbox"/> 60-80%			1		
	<input type="checkbox"/> 80-100%	1	1			1
Inga luckor	<input type="checkbox"/> 0-20%		1	1		
	<input type="checkbox"/> 20-40%				1	
	<input type="checkbox"/> 40-60%					
	<input type="checkbox"/> 60-80%					
	<input type="checkbox"/> 80-100%					
17. Hur stor andel av kyldiskarna kyls uppskattningsvis med						
kylaggregat i själva kyldiskarna sk plug-in	<input type="checkbox"/> 0-20% av butiksytor	1	1	1		1
	<input type="checkbox"/> 20-40%				1	
	<input type="checkbox"/> 40-60%					
	<input type="checkbox"/> 60-80%					
	<input type="checkbox"/> 80-100%					
centrala kylaggregat som kylar flera diskar	<input type="checkbox"/> 1-20% av butiksytor					
	<input type="checkbox"/> 20-40%					
	<input type="checkbox"/> 40-60%					
	<input type="checkbox"/> 60-80%				1	1
	<input type="checkbox"/> 80-100%	1	1	1		
Kyls på annat sätt						
.....						
	<input type="checkbox"/> Vet ej					
18. Hur är fördelningen i ålder för kylsystemen för kyldiskarna i era butiker						

0- 5 år	<input type="checkbox"/> 0-20%			1	1		
	<input type="checkbox"/> 20-40%	1					1
	<input type="checkbox"/> 40-60%		1				
	<input type="checkbox"/> 60-80%						
	<input type="checkbox"/> 80-100%						
5-10 år	<input type="checkbox"/> 0-20%					1	
	<input type="checkbox"/> 20-40%	1	1				1
	<input type="checkbox"/> 40-60%			1			
	<input type="checkbox"/> 60-80%						
	<input type="checkbox"/> 80-100%						
10-20 år	<input type="checkbox"/> 0-20%		1				
	<input type="checkbox"/> 20-40%	1		1	1	1	1
	<input type="checkbox"/> 40-60%						
	<input type="checkbox"/> 60-80%						
	<input type="checkbox"/> 80-100%						
Äldre än 20 år	<input type="checkbox"/> 0-20%			1			1
	<input type="checkbox"/> 20-40%					1	
	<input type="checkbox"/> 40-60%						
	<input type="checkbox"/> 60-80%						
	<input type="checkbox"/> 80-100%						
	<input type="checkbox"/> Vet ej						
19. Hur stor andel av kyldiskarna är							
Vertikala/Stående	<input type="checkbox"/> 0-20%						
	<input type="checkbox"/> 20-40%						1
	<input type="checkbox"/> 40-60%						
	<input type="checkbox"/> 60-80%	1				1	
	<input type="checkbox"/> 80-100%		1	1			
Horisontella /Liggande	<input type="checkbox"/> 0-20%		1	1			
	<input type="checkbox"/> 20-40%	1				1	
	<input type="checkbox"/> 40-60%						1
	<input type="checkbox"/> 60-80%						
	<input type="checkbox"/> 80-100%						
20. Hur stor andel av de vertikala kyldiskarna har							
Dörrar som kan stängas	<input type="checkbox"/> 0-20%				1	1	
	<input type="checkbox"/> 20-40%						
	<input type="checkbox"/> 40-60%						
	<input type="checkbox"/> 60-80%	1					
	<input type="checkbox"/> 80-100%		1				1
Inga dörrar	<input type="checkbox"/> 0-20%		1				
	<input type="checkbox"/> 20-40%	1					
	<input type="checkbox"/> 40-60%			1		1	
	<input type="checkbox"/> 60-80%						
	<input type="checkbox"/> 80-100%						
21. Hur stor andel av de horisontella kyldiskarna har							
Luckor som kan stängas	<input type="checkbox"/> 0-20%					1	
	<input type="checkbox"/> 20-40%						
	<input type="checkbox"/> 40-60%	1					
	<input type="checkbox"/> 60-80%						
	<input type="checkbox"/> 80-100%		1	1			1
Inga luckor	<input type="checkbox"/> 0-20%		1				
	<input type="checkbox"/> 20-40%	1					
	<input type="checkbox"/> 40-60%						
	<input type="checkbox"/> 60-80%						
	<input type="checkbox"/> 80-100%						1
22. Hur värms butiksytor (kundytorna)? Med							
vattenradiatorer	<input type="checkbox"/> 0-20%		1				
	<input type="checkbox"/> 20-40%						
	<input type="checkbox"/> 40-60%						
	<input type="checkbox"/> 60-80%						
	<input type="checkbox"/> 80-100%						
elradiatorer	<input type="checkbox"/> 0-20%						
	<input type="checkbox"/> 20-40%						
	<input type="checkbox"/> 40-60%						
	<input type="checkbox"/> 60-80%						
	<input type="checkbox"/> 80-100%						
Luftvärme	<input type="checkbox"/> 0-20%						
	<input type="checkbox"/> 20-40%						
	<input type="checkbox"/> 40-60%						
	<input type="checkbox"/> 60-80%						
	<input type="checkbox"/> 80-100%	1	1	1	1	1	1
Annat sätt	.....				golvvärme	golvvärme	
	<input type="checkbox"/> 0-20%				1	1	
	<input type="checkbox"/> 20-40%						
	<input type="checkbox"/> 40-60%						
	<input type="checkbox"/> 60-80%						
	<input type="checkbox"/> 80-100%						
<input type="checkbox"/> Vet ej							
23. Görs natt-täckning av kyl-och frysmöbler i butiksytor (kundytorna)?							
Om Ja; natt-täckning görs i följande andel av våra butiksytor	<input type="checkbox"/> Ja	1	1	1	1	1	1
	<input type="checkbox"/> 0-20%						
	<input type="checkbox"/> 20-40%						

	<input type="checkbox"/> 40-60%					
	<input type="checkbox"/> 60-80%					
	<input type="checkbox"/> 80-100%	1	1			
	<input type="checkbox"/> Nej					
	<input type="checkbox"/> Vet ej					
<b>Energianvändning - mätning</b>						
24. Mäts uppvärmnings-energianvändningen?	<input type="checkbox"/> Ja	1	1	1	1	
Om Ja; i följande andel av våra butiksytor (kundytor)	<input type="checkbox"/> 0-20%					
	<input type="checkbox"/> 20-40%				1	
	<input type="checkbox"/> 40-60%			1		
	<input type="checkbox"/> 60-80%	1				
	<input type="checkbox"/> 80-100%		1			
	<input type="checkbox"/> Nej					1
	<input type="checkbox"/> Vet ej					(ligger på fastighetsägaren)
25. Mäts elanvändningen?	<input type="checkbox"/> Ja	1	1	1	1	1
Om Ja; i följande andel av våra butiksytor (kundytor)	<input type="checkbox"/> 0-20%					
	<input type="checkbox"/> 20-40%			1	1	
	<input type="checkbox"/> 40-60%					
	<input type="checkbox"/> 60-80%					
	<input type="checkbox"/> 80-100%	1	1			1
	<input type="checkbox"/> Nej					
	<input type="checkbox"/> Vet ej					
<b>Butiken</b>						
26. Vilka temperaturer eftersträvar ni att hålla i butikslokalerna						Min 18,
Vintertid	Vinter ..... °C	20	21	20	18	max 25C
	<input type="checkbox"/> Vet ej					
Vår, host	Vår, höst ..... °C	21	21	20	18	Kylzon
	<input type="checkbox"/> Vet ej					min 16,
sommartid?	Sommär ..... °C	21	21	22	22	max 20C
	<input type="checkbox"/> Vet ej					
<b>27. Hur ser fördelningen ut av butiksstorlekar (golvyta) i er livsmedelskedja?</b>						
1-100 m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/> 0-20%			1	1	
	<input type="checkbox"/> 20-40%					
	<input type="checkbox"/> 40-60%					
	<input type="checkbox"/> 60-80%					
	<input type="checkbox"/> 80-100%					
101-500 m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/> 0-20%			1		1
	<input type="checkbox"/> 20-40%					
	<input type="checkbox"/> 40-60%				1	
	<input type="checkbox"/> 60-80%					
	<input type="checkbox"/> 80-100%					
501-1000 m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/> 0-20%			1		
	<input type="checkbox"/> 20-40%		1			1
	<input type="checkbox"/> 40-60%				1	
	<input type="checkbox"/> 60-80%					
	<input type="checkbox"/> 80-100%					
> 1000 m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/> 0-20%				1	
	<input type="checkbox"/> 20-40%					
	<input type="checkbox"/> 40-60%					1
	<input type="checkbox"/> 60-80%		1	1		
	<input type="checkbox"/> 80-100%	1				
<b>28. Hur är entréerna utformade? Hur ser fördelningen ut för era butiksytor?</b>						
Luftsluss med två steg av dörrar	<input type="checkbox"/> 0-20%					
	<input type="checkbox"/> 20-40%					
	<input type="checkbox"/> 40-60%	1				
	<input type="checkbox"/> 60-80%				1	1
	<input type="checkbox"/> 80-100%			1	1	
Roterande luftsluss	<input type="checkbox"/> 0-20%					
	<input type="checkbox"/> 20-40%	1		1	1	1
	<input type="checkbox"/> 40-60%					
	<input type="checkbox"/> 60-80%					
	<input type="checkbox"/> 80-100%					
Enkel dörr	<input type="checkbox"/> 0-20%				1	1
	<input type="checkbox"/> 20-40%					
	<input type="checkbox"/> 40-60%					
	<input type="checkbox"/> 60-80%					
	<input type="checkbox"/> 80-100%					
<b>29. Görs LCC-beräkningar vid investeringsbedömningar av utbyte eller installation av nya enheter?</b>						
Om Ja; LCC görs i följande andel av investeringsbedömningarna	<input type="checkbox"/> Ja		1			1
	<input type="checkbox"/> 0-20%					
	<input type="checkbox"/> 20-40%					1
	<input type="checkbox"/> 40-60%		1			
	<input type="checkbox"/> 60-80%					
	<input type="checkbox"/> 80-100%					
	<input type="checkbox"/> Nej	1		1	1	
	<input type="checkbox"/> Vet ej					

30. Planerar ni att bygga ut någon butik inom en snar framtid?	<input type="checkbox"/> Ja			1	1	1
	<input type="checkbox"/> Nej		1			
	<input type="checkbox"/> Vet ej	1				
31. Planerar ni att byta ut de befintliga kylsystemen i någon butik inom en snar framtid?	<input type="checkbox"/> Ja	1	1	1	1	1
	<input type="checkbox"/> Nej					
	<input type="checkbox"/> Vet ej					
32. En fördjupad undersökning kan komma att genomföras. Detta kan omfatta mätningar av bland temperaturer, relativ luftfuktighet och Olika driftsätt kan också studeras. Möjliga demonstrationsprojekt kan också in Skulle ni ha intresse av att även vara med i en fördjupad studie av detta som utförs av Lunds Universitet?	<input type="checkbox"/> Ja	1	1	1	1	1
	<input type="checkbox"/> Nej					
	<input type="checkbox"/> Vet ej					
33. Skulle ni vara intresserade av att vara en testanläggning och testa olika s	<input type="checkbox"/> Ja			1	1	1
	<input type="checkbox"/> Nej	1				
	<input type="checkbox"/> Vet ej		1			1
34. Övrigt som ni vill framföra i sammanhanget						inget

.....  
tänk på att butiker har stor grad av ofrivillig ventilation