

VENTILATION I LIVSMEDELSBUTIKER

OM RIKTLINJER OCH UTVECKLINGSBEHOV

SLUTRAPPORT 2022-03-08



UTFÖRT AV

Maria Haegermark
Pauline Ekoff
Josep Termens
CIT Energy Management

GRANSKAT AV

Per-Erik Nilsson
CIT Energy Management

RELIVS - RESURSEFFEKTIV LIVSMEDELSHANTERING

Resurseffektiv livsmedelshantering, Relivs, är sedan 2019 ett av Beloks Fördjupningsområde. Nätverket har dock funnits sedan 2011, först som ett program och sedan som ett innovationskluster, då under namnet BeLivs. Nätverket är en mötesplats för samarbeten mellan Energimyndigheten, näringslivet, offentliga aktörer, akademien och utrustningsleverantörer.

Livsmedelshandeln hade en total energianvändning för uppvärmning, varmvatten och komfortkyla om 633 GWh år 2019. Motsvarande energianvändning för restauranger var samma år 277 GWh. Energinvändningen per kvadratmeter (2019) i livsmedelslokaler var 141 kWh/m² och i restauranger 144 kWh/m². Energinvändning för driftel var 2019 totalt 319 GWh i livsmedelsbutiker och 190 GWh i restauranger. I denna statistik (från Energimyndigheten) ingår inte verksamhetsenergi, vilken i livsmedelslokaler normalt är betydande. När energieffektiviserande aktiviteter genomförs i livsmedelslokaler är det viktigt att se över möjligheterna till reduktion av både den energi som ingår i fastighetsenergin och verksamhetsenergin. Utveckling av samverkansmöjligheter mellan den som driver verksamheten och den som äger byggnaden, är därför viktig.

Fördjupningsområdet Storkök har varit verksamt sedan 2016 och har legat direkt under Belok som ett eget område. Inom Storkök har fokus varit på upphandling, utrustning, beteende och projektering samt demonstrationsprojekt. Nyckelaktörer inom gruppen är leverantörer, beställare, storkökspersonal och konsulter.

Under 2020 slogs Beloks två Fördjupningsområden Relivs och Storkök samman till ett område. Detta gjordes för att få mer driv i de båda Fördjupningsområdena men även för att det finns tydliga kopplingar mellan dem. Fördjupningsområdet Relivs är så vittomfattande att det hanteras som ett eget nätverk under paraplynätverket Belok.

Relivs finansieras av Energimyndigheten.

Alla förstudierapporter görs tillgängliga via www.relivs.se. Frågor kopplat till denna rapport hänvisas till info@relivs.se

SAMMANFATTNING

Aktörer i branschen har lyft att det finns energi att spara i livsmedelsbutiker genom optimering av ventilationssystem och menar att större hänsyn bör tas till särskilda förutsättningar i dessa lokaler. Förstudien syftar därför till att öka kunskapen om ventilation i livsmedelsbutiker, och om möjligheter att sänka energianvändningen och förbättra inomhusmiljön genom förändringar i utformning och drift av dessa system. Syftet är också att beskriva vilka riktlinjer för ventilation som används vid projektering idag, samt att identifiera eventuella kunskapsluckor och utvecklingsbehov. I förstudien har regelverk och riktlinjer setts över och erfarenheter har samlats in genom kontakt med representanter för butiksägare, fastighetsägare, leverantörer av entrélösningar, OVK-kontrollanter och projektörer.

Energianvändningen i livsmedelsbutiker är generellt hög, med en stor andel verksamhetsel. I butikerna används framförallt stora mängder energi till livsmedelskyla och belysning, men även ventilation och uppvärmning kan stå för en betydande del. Åtgärder kopplat till ventilationen som kan ge en energibesparing är exempelvis behovsstyrning, återluft, värmeåtervinning från frånluft respektive kylsystemet, samt minskat luftflöde genom entréer.

Regler och allmänna råd kring ventilation ges ut av Boverket, Arbetsmiljöverket och Folkhälsomyndigheten. Merparten av myndigheternas krav är i form av funktionskrav, och det är upp till anläggningsinnehavare, arbetsgivare, byggherre, osv. att se till att dessa uppfylls genom lämplig utformning och drift av byggnaden och dess system. Till hjälp vid projektering och upphandling har handböcker med riktlinjer tagits fram. Handboken Minimikrav på luftväxling används ofta för bestämning av lämpliga luftflöden. Riktvärdena för livsmedelsbutiker har dock inte uppdaterats på länge, utan bygger på en tidigare utgåva.

Tillgänglig information om ventilation i livsmedelsbutiker är begränsad. En inventering av handelslokaler genomförd 2009 inom Energimyndighetens STIL2-studie visade att de allra flesta ventilationsaggregaten var av typen FTX, varav merparten med ett konstant luftflöde. Endast en mindre andel (20%) var FTX med variabelt flöde. Svar från respondenter i denna förstudie tyder på att system med både konstant och variabelt flöde är vanligt förekommande i livsmedelsbutiker idag. Ett variabelt flöde uppges styras efter temperatur- och/eller koldioxidnivå. Vidare uppges att ventilationen alltid eller ofta används för att värma respektive kyla lokalen, samt att det är vanligt med värmeåtervinning från kyl- och frysdiskar för värming av tilluft i luftbehandlingsaggregatet. Aktiv avfuktning förekommer dock sällan.

När det gäller erfarenheter av problem i livsmedelsbutiker lyfts främst förekomst av höga temperaturer, men det ges även exempel på problem med drag, hög fukthalt och kondensbildning, och låga temperaturer. Erfarenheter och synpunkter har också delgetts vad gäller utmaningar och problem kopplat till drift och underhåll, och det påpekas att eftersatt underhåll kan ha en stor negativ inverkan på både inneklimat och energianvändning. Utifrån utvecklingsbehov som har identifierats i förstudien föreslås fortsatt arbete inom tre områden: (i) kunskapshöjning hos fastighetsägare och butiksägare, (ii) granskning och eventuell utveckling av vägledning vid projektering, och (iii) projekt för ökade kunskaper kring effekten av olika ventilationslösningar. Behov och förslag beskrivs mer detaljerat i rapporten.

INNEHÅLL

1.	Inledning	6
1.1	Bakgrund.....	6
1.2	Syfte	6
1.3	Mål och frågeställningar.....	6
1.4	Genomförande	7
2.	Energi i livsmedelsbutiker	9
2.1	Energianvändning	9
2.2	Energieffektivisering.....	11
3.	Ventilation i livsmedelsbutiker	16
3.1	Krav och riktlinjer	16
3.2	Utformning och drift.....	23
3.3	Ofrivillig lufttillförsel via butikens entré.....	24
4.	Intervju- och enkätstudie om ventilation.....	28
4.1	Nuläge	28
4.2	Problem och utvecklingsbehov	32
5.	Slutsatser och fortsättning	36
6.	Referenslista.....	38
	Bilaga 1 Enkätfrågor.....	42

1. INLEDNING

1.1 Bakgrund

Livsmedelsbutikers utformning och verksamhet skiljer sig på flera sätt från andra typer av lokaler, vilket också påverkar förutsättningarna för energianvändning och klimathållning. Livsmedelsbutiker har ofta stora ytor med högt i tak, och de som vistas i lokalerna är dels personal som arbetar hela arbetspass, dels besökare som är där under en kortare period. Vidare finns ett stort antal kyl- och frysdiskar och -skåp, vilka använder mycket el och både påverkas av och påverkar luftens temperatur och fuktighet. Det finns också en infiltration av uteluft genom entrédörrar som öppnas när kunderna kommer in i och lämnar butiken, vilket gör det svårt att kontrollera den verkliga luftomsättningen.

För en god inommiljö och effektiv användning av energi behöver en byggnads specifika förutsättningar beaktas vid utformning och drift av de tekniska systemen, däribland system för ventilation och luftbehandling. Aktörer i branschen har lyft fram att utformning och dimensionering av ventilation i livsmedelsbutiker tycks baseras på samma riktlinjer som för andra typer av lokaler, utan hänsyn till skilda förutsättningar. Med detta ses en risk att energianvändningen för ventilation och uppvärmning blir onödigt hög och det tros finnas utrymme för energibesparing genom optimering både vid projektering och i drift.

Mot denna bakgrund finns det anledning att undersöka hur ventilationssystem i livsmedelsbutiker utformas och styrs idag, samt att se över de riktlinjer som används vid projektering och eventuellt behov av att uppdatera dessa eller ta fram kompletterande underlag.

1.2 Syfte

Förstudien syftar till att öka kunskapen om ventilation i livsmedelsbutiker, samt möjligheter att sänka energianvändningen och förbättra inomhusmiljön genom förändringar i utformning och drift av dessa system.

Syftet är också att beskriva vilka riktlinjer som används vid projektering av ventilations-system idag, samt att identifiera eventuella kunskapsluckor och utvecklingsbehov gällande ventilation i livsmedelsbutiker ur energi- och inomhusmiljöperspektiv.

1.3 Mål och frågeställningar

Målet är att ta fram ett underlag med sammanställning av regler, rekommendationer och praxis för kravställning, projektering och drift av ventilationssystemet i livsmedelsbutiker, samt att ge förslag på fortsatta insatser inom området.

Förstudiens ska besvara följande frågeställningar:

- Hur ser utformning och styrning av ventilationssystem i livsmedelsbutiker ut idag? Vilka systemlösningar finns för luftbehandling och distribution? Vilka skillnader finns mellan olika butikskedjor?
- Vad finns det för regelverk kring ventilation i livsmedelsbutiker?
- Vilka riktvärden används idag vid projektering för dimensionering av uteluftsflöden, m.m.?
- Hur mycket energi används i livsmedelsbutiker? Hur stor andel används i ventilationen? Vilken energieffektiviseringspotential finns?
- Är det möjligt att mäta/uppskatta det ofrivilliga ventilationsflödet i butiker? Vilken påverkan har det på energianvändningen?
- Hur ser rådighet och gränsdragning ut mellan butik och fastighetsägare? Hur fungerar samarbetet mellan dessa? Vem ansvarar för drift och underhåll? Hur debiteras energianvändning för ventilation och luftbehandling?
- Vilken specifik kunskap om livsmedelsbutiker finns och vilken saknas hos projektörer och andra aktörer?

1.4 Genomförande

En litteraturstudie har genomförts med fokus på:

- Lagar, föreskrifter och riktlinjer avseende luftkvalitet och ventilation som är relevanta för livsmedelsbutiker
- Energianvändning, inneklimat och utformning av ventilationssystem i livsmedelsbutiker
- Ventilationslösningar avsedda att bidra till minskad energianvändning i butiker och livsmedelsbutiker
- Ofrivillig ventilation genom entré i livsmedelsbutiker

För att besvara frågeställningarna enligt 1.3 planerades ursprungligen genomförande av en intervjustudie med representanter från butiksägare, fastighetsägare, projektörer och förvaltare. Detta för att få en bild av deras erfarenheter av ventilation i livsmedelsbutiker och synpunkter kring tolkning och tillämpning av olika krav och riktlinjer samt möjligheter till energi- besparing. Då det har varit svårt att få in synpunkter från butiks- och fastighetsägare överlag och även att boka intervjuer med projektörer har genomförandet till viss del avvikit från ursprunglig plan.

Butiks- och fastighetsägare i nätverket Relivs kontaktades initialt med förfrågan om intervju, och därefter skickades även en kortare enkät ut med e-post till denna grupp. Svar erhöles endast från två personer.

En enkät med frågor om utformningen av ventilationssystem i livsmedelsbutiker, vanliga problem och eventuella utvecklingsbehov skickades ut till 135 personer på drygt 60 olika konsultkontor verksamma inom projektering och besiktning. Enkätfrågorna återfinns i Bilaga 1. Svar erhöles från nio personer från minst sex olika företag. Av respondenterna uppgav sig sju ha erfarenhet av utformning av ventilationssystem i livsmedelsbutiker från de senaste 3 åren. Respondenternas yrkesroller:

- 4 projektörer
- 1 projektör och besiktning
- 1 energikonsult
- 1 installationssamordnare
- 3 projektledare

Därtill kontaktades en handfull personer inom projektering eller OVK direkt med förfrågan om intervju, varpå två intervjuer genomfördes. Intervjuer har även genomförts med leverantörer av luftridåer och karuselldörrar.

Följande personer har medverkat i intervjuer:

- Anders Fredriksson, Senior Projektledare FM, Lidl
- Torbjörn Knutsson, Ordförande FunkiS (Funktionskontrollanterna Sverige)
- Patrik Holmquist, sakkunnig VVS WSP
- Martin Ekman, Frico
- Johannes Westergård, Boon Edam
- Martin Andersson, Assa Abloy

2. ENERGI I LIVSMEDELSBUTIKER

2.1 Energianvändning

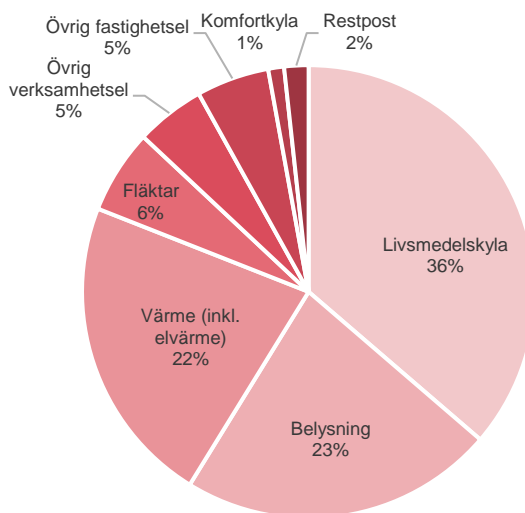
2.1.1 Nationell statistik

I lokaler för livsmedelshandel användes under 2020 totalt 618 GWh för uppvärmning, tappvarmvatten och komfortkyla och 325 GWh för driftel enligt Energimyndighetens nationella statistik [1]. I livsmedelshandeln används också stora mängder el för verksamheten. Enligt en rapport om energi i det svenska lokalbyggnadsbeståndet [2] uppgår verksamhetsenergin i livsmedelslokaler till omkring 60% av totala energi-användningen.



Bild licensieras enligt [CC BY-NC-ND](#)

Energianvändningen per kvadratmeter i lokaler för livsmedelshandel är generellt hög, även om det kan variera kraftigt mellan enskilda butiker. I en rapport om energianvändning i handelslokaler från Energimyndighetens projektet STIL2 (2010) [3] presenteras statistik utifrån en inventering av 94 byggnader (totalt nära 1 milj. m² A_{temp}), varav 38 med övervägande andel livsmedelshandel. Här uppges den slutliga energianvändningen i livsmedelsbutiker i Sverige vara cirka 400 kWh/m² A_{temp}, år (normalårskorrigerat och viktat till nationell nivå), vilket är ca 50% högre än motsvarande värde för gallerior och ca 120% högre än övrig handel.



Figur 1 Fördelning av slutlig energianvändning i lokaler för livsmedelshandel baserat på uppgifter i STIL2 (2010) [1].

En stor del av elanvändningen går till butikernas kylsystem. Enligt STIL2-rapporten är detta den enskilt största posten för energianvändning i livsmedelsbutiker (Figur 1), på 145 kWh/m² A_{temp}, år (motsvarande 45% av total elanvändning), följt av belysning på 90 kWh/m² och fläktar på 24 kWh/m² [3]. Specifik energianvändning för belysning i livsmedelsbutiker är i STIL2 liknande motsvarande värde för gallerior, men högre än för övriga handelslokaler och

flera gånger högre än i lokaltyperna kontor [4], skolor [5] och vårdlokaler [6]. Livsmedelsbutiker har långa öppettider och detta återspeglas i den årliga drifttiden för fläktarna, vilken i STIL2 är så mycket som 5747 h/år. Den specifika elanvändningen för fläktar i livsmedelsbutiker är enligt STIL2 trots detta i samma storleksordning som för andra handelslokaler [3] liksom för kontor [4], skolor [5] och vårdlokaler [6].

Likt andra lokalfastigheter var fjärrvärme den vanligaste uppvärmningsformen i handelslokaler vid utförande av STIL-studien. I livsmedelsbutiker var den genomsnittliga fjärrvärmeanvändningen (viktat till nationell nivå) $57 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$, år, medan energi för uppvärmning med pellets/briketter uppgick till $14 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$, år och elvärme (i form av direktverkande el, elpanna, elbatteri i ventilation, elvarmvattenberedare och värmepumpar) till $12 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$, år. El till komfortkyla var endast $4 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$, år.

STIL-studien har nu har några år på nacken och nyare detaljerad statistik för livsmedelsbutiker saknas och efterfrågas. För ett par år sedan (2020) genomfördes en förstudie inom Belok med syfte att utreda vilka nyckeltal som är meningsfulla och används och/eller efterfrågas för livsmedelsbutiker och storkök [7]. Baserat på en litteraturstudie och intervjuer med representanter för företag som driver livsmedelsbutiker konstateras att det vore värdefullt att definiera gemensamma nyckeltal, att standardisera datainsamling och att införa en rutin för sammanställning och publicering av statistik. I slutsatserna finns också förslag om att ta fram nya schablonnyckeltal baserat på ett stort statistiskt underlag, likt STIL2. Detta då det under intervjuerna nämnts att STIL2 endast kan användas för jämförelse av nyckeltal i äldre fastigheter.

2.1.2 De stora butikskedjorna

De fem stora aktörerna inom dagligvaruhandeln i Sverige idag är kedjorna ICA, Coop, Axfood, Bergendahls och Lidl. Av kedjornas totala försäljning under 2020 stod ICA för drygt hälften, och Axfood och Coop för knappt 20% vardera [8]. Antalet ICA-butiker (inkl. handlarägda butiker) i Sverige var 1 266 stycken i slutet av 2020 [9]. Vid samma tid hade Axfood fanns inom Axfood-koncernen 310 egenägda butiker och drygt 600 handlarägda butiker knutna till Axfood genom avtal [10]. Coop har cirka 800 butiker, vilka ägs av deras 3,7 miljoner medlemmar och drivs av 28 konsumentföreningar samt i bolaget Coop Butiker & Stormarknader [11].

Sett till den egna verksamheten har butikskedjorna en klimatpåverkan från användning av el, värme och köldmedia i butiker, lager och kontor samt från transporter. I det följande redogörs för energianvändningen i fastigheterna hos de tre största kedjorna.

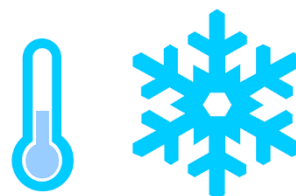
ICA

Energianvändning i butik och apotek var i Sverige totalt cirka 844 GWh under 2020 och i lager och kontor cirka 80 GWh [9]. Genomsnittlig energianvändning i butik och apotek var samma år 348 kWh/m^2 .

Axfood

Den totala energiförbrukningen i Axfoodkoncernen uppgick 2020 till 342 GWh [10]. Av detta var knappt 234 GWh köpt el inom detaljhandel (inkl. huvudkontor), medan inköpt värme inom detaljhandel enbart uppgick till 0,4 GWh. I års- och hållbarhetsredovisningen uppges att verksamheten kräver mycket el för kylning, belysning och ventilation och att den specifika energianvändningen i butikerna 2020 var 318 kWh/m².

I en rapport från IVA (Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien) om energieffektivisering av Sveriges tjänstesektor [12] uppges att över 50 procent av energianvändningen i Axfoods egenägda butiker uppstår till följd av kylning av produkter, och att detta är en växande trend.



Coop

Inom Coop-gruppen var elanvändningen för butiksdrift 2020 totalt 434 GWh.

2.2 Energieffektivisering

Som tidigare nämnts används merparten av energin i livsmedelsbutiker till kylar och frysar och belysning, men även en betydande del för ventilation och uppvärmning. Inom dessa områden finns många gånger även en stor besparingspotential. Exempel på energieffektiviserande åtgärder i livsmedelsbutiker kan vara:

- Dörrar och lock på kylar och frysar (genom komplettering eller byte till nya kylar och frysar)
- Värmeåtervinning från kylsystemet
- Energieffektiv belysning
- Optimering av drifttider för belysning och ventilation
- Värmeåtervinning ventilation
- Behovsstyrning ventilation
- Återluft /recirkulation av luft
- Nyttja nattkyla sommartid genom att låta ventilationen vara i drift under natten
- Nya entrélösningar för minskad infiltration
- Varvtalsreglering av kylmaskiner och fläktar

Olika studier som rör energieffektivisering och/eller inneklimat i livsmedelsbutiker tas upp i avsnitt 2.2.1. Därefter ges exempel på hur de stora butikskedjorna arbetar med energieffektivisering och på åtgärder som har genomförts i enskilda butiker.

2.2.1 Studier

El till livsmedelskyla

Ett flertal studier har genomförts med fokus på möjligheter att minska elanvändningen till kylar och frysar i livsmedelsbutiker. Dels handlar det om val och drift av kylsystem, dels om att minska inverkan av omgivningens klimat genom att förse kyl- och frysdiskar med dörrar.

I en rapport från 2018 [13] ges förslag på hur energieffektiva kylsystem i livsmedelsbutiker ska konstrueras och optimeras. En av slutsatserna i rapporten är att det inte är tillräckligt att välja energieffektiva ecodesignklassade komponenter och kyldiskar, utan att även optimal dimensionering är avgörande för en bra energiprestanda. Förutsättningar bör också skapas för behovsstyrning av kylsystemet.

Axell et al. (2004) [14] poängterar vikten av att energieffektiviserande åtgärder inte sker på bekostnad av systemets prestanda. Vid effektivisering av kylsystemet i en livsmedelsbutik får det termiska klimatet för varor, personal och kunder inte försämrats, utan skall bibehållas eller förbättras. Resultatet av fältmätningar av Axell et al. i tre olika butiker visar att så är fullt möjligt. Den butik i studien som hade högst elanvändning uppvisade också en sämre termisk komfort för personal och kunder samt en sämre temperaturkvalitet i matvarorna [14]. När kyl- och frysdiskar täcktes när butiken var stängd, vilket innebar att kylan hölls inne i diskarna, så sågs både en minskad elanvändning och minskad utkylningen av butiken.

I flera projekt har effekten av dörrinstallation på kyldiskar studerats [15], [16], [17], [18]. Förutom att det jämfört med öppna kylar krävs mindre el för att hålla önskad temperatur i kylarna, har dörrar och lock även andra fördelar:

- Med dörrar blir temperaturerna i diskar och skåp jämnare, vilket är gynnsamt för matvarorna.
- Det finns också en minskad risk för kondensation på kylbatterierna i kyldiskarna, med minskat (eller eliminerat) avfrostningsbehov och lägre energianvändning som följd.
- Kylläckaget till omgivande luft minskar, vilket ger ett minskat uppvärmningsbehov i lokalen.

I ett av dessa projekt [18] undersöktes effekten av dörrinstallation på kyldiskar som enda åtgärd för att uppnå bättre termisk komfort och lägre energianvändning. I den studerade butiken resulterade detta i att kyleffektbehov dagtid minskade med ca 41 % och elbehovet i kylanläggningen minskade med ca 16 %. Det hade också en positiv påverkan på inneklimatet.

Värmeåtervinning från kylsystemet

Det finns också mycket energi att spara genom värmeåtervinning från butikernas kylsystem. Istället för att kyla bort värmen till uteluften används då returvärmerna från kylmaskiner till uppvärmning av lokal och/eller tappvarmvatten.

Lindberg et al. (2018) [19] konstaterar att det finns en stor potential till ökad energieffektivisering genom att fastighetsägaren och hyresgästen samverkar för att ta tillvara på

kylmaskinernas överskottsvärme. De menar också att tekniken som möjliggör tillvaratagandet redan finns tillgänglig, men att det finns avtalsmässiga och administrativa hinder och att kunskapen om möjligheterna behöver spridas. I en förstudie från 2020 beskrivs olika alternativ för att ta till vara på överskottsvärmen från kylmaskinerna och olika samverkansmodeller [20]. I rapporten ges flera goda exempel på sådan samverkan, och även ett exempel med samverkan mellan butik och energibolag.

Återluft

Genom att återföra en del av frånluften till lokalen kan besparingar i uppvärmning och komfortkyla erhållas. Återluft beskrivs närmare i avsnitt 3.2.

Enkla åtgärder med kort återbetalningstid

Energikontoret i Örebro län (ÖNET) genomförde år 2000 energiinventeringar med identifiering av åtgärder i 12 livsmedelsbutiker [21]. Energianvändningen i dessa butiker varierade stort, med ett genomsnitt på 482 kWh/m², år. Huvuddelen av energianvändningen gick även här till livsmedelskyla och belysning, varpå inventeringarna framförallt inriktades på dessa områden. Rapporten visar på en rad mindre åtgärder som butikerna kan genomföra med små investeringar och kort återbetalningstid. En åtgärd som föreslogs för ventilationen var att sommartid utnyttja nattkyla genom att låta fläktarna vara i drift även på natten.

Hinder för energieffektivisering

Även om det finns butiker som själva äger fastigheten som butiken ligger i, är det vanligare att butiken är hyresgäst hos en annan fastighetsägare. I en rapport om incitamentsbaserade hyresavtal i livsmedelsbutiker [22] beskrivs att förutsättningarna och incitamenten för butiksägare respektive fastighetsägare att genomföra energieffektiviserande åtgärder i hög grad påverkas av ägandeform och utformning av hyresavtal. Exempelvis har en fastighetsägare vid kallhyra liten drivkraft att sänka energianvändningen för uppvärmning, eftersom hyresgästen står för sina egna värmekostnader. Det är därför viktigt att åtgärder som involverar och påverkar fastighetsägaren tas med vid nyteckning av hyresavtal [22].

Något som särskilt tas upp i rapporten är hinder för att nyttja överskottsvärmen från kylsystemet för livsmedelskyla. Oavsett varm- eller kallhyra ägs och förvaltas byggnadens tekniska system vanligen av fastighetsägaren, medan kylsystemet för livsmedelskyla hör till verksamheten och ägs av butiken [22].

I ÖNETs projekt [21] identifierades genom dialog med butiksägarna olika hinder för att arbeta med energieffektivisering i butikerna:

- Butiksföreståndaren betalar för energikostnaderna, men ansvarar ej för driften av fastigheten.
- Elabonnemanget omfattar flera butiker (i exempelvis ett köpcentrum) och de enskilda butikernas elanvändning kan ej särredovisas.
- Värme betalas enligt schablon eller ingår i hyran.
- Det kan vara svårt att hitta tid för att hämta in kunskap och information.
-

2.2.2 Butikernas energiarbete

Nedan beskrivs hur en av de stora aktörerna arbetar med att följa upp energianvändningen och genomförande av energieffektiviserande åtgärder och därefter ges exempel på energieffektiviserande åtgärder i enskilda butiker

Axfood-koncernen

I Axfoods årsredovisning för 2020 [10] beskrivs att energianvändningen mäts och följs upp med hjälp av ett gemensamt styrsystem som är kopplat till koncernens butiker och lager. Vidare uppges att etableringsansvariga för respektive butikskedja är involverade i styrningen och driften och att det är de som är ytterst ansvariga för att följa upp användning av både energi och köldmedia i butik.



Exempel på effektiviseringsarbete i koncernens butiker under 2020 är installationer av nya lock och dörrar till kylar samt byten till LED-lampor. Enligt årsredovisningen har butikerna idag även ofta system för att ta till vara på överskottsvärme från kylaggregaten, vilket innebär att energi för uppvärmning inte behöver köpas in, och det finns mål om att tillämpa detta i fler butiker och lager. I koncernen finns även butiker som säljer överskottsvärme från kylaggregaten till fjärrvärmenätet. [10]

Exempel från enskilda butiker:

Willys Hemma i Täby: 2020 lät butiken installera ett kyl- och frysaggregat med koldioxid som köldmedium för betjäning av fyra kylrum, ett frysrum samt kyl- och frysdiskar . Överskottsvärmen från kylproduktionen kopplades till ventilation och uppvärmning av fastigheten [23].

Coop Forum i Karlstad: Konsum Värmland inledde 2000 ett projekt med energieffektiviserande åtgärder i Coop Forum i Karlstad inom ramen för det lokala investeringsprogrammet (LIP) [24]. I projektet ingick byte av belysningsarmaturer, installation av ett nytt systemundertak, nya entrélösningar samt CO₂-styrning på ventilationen.” Följande besparing erhöles med respektive åtgärd:

- Belysning 674,6 MWh/år
- Entrénurror 218,7 MWh/år
- CO₂-styrning 900 MWh/år

ICA Nära, Boxholm: Energibesparingar genom åtgärdande av kallras, minskat oönskat luftflöde mellan luftsluss vid entrén och varumottagningen på lagret, tillvaratagande av returvärme från kylmaskiner för uppvärmning av lokalen, samt löpande byte till frysar och kylar med lock och dörrar [25].

ICA Nära, Väröbacka: Överskottsvärme från butikens kylsystem går förutom ICA-butiken till fastighetens övriga butiker och åtta lägenheter i fastigheten [26].

ICA Knalleland i Borås har använts som testanläggning av SP (idag RISE) för olika projekt. Innan projektet påbörjades stod kylarna för 50% av energianvändningen i hela butiken, men genom en rad åtgärder i butikens kylsystem kunde energianvändningen minskas med 80% [27]. Åtgärderna innefattade bland annat:

- Byte till frekvensstyrda kylkompressorer
- Större och mer effektiva kylbatterier
- Värmeåtervinning från kylmaskinerna, vilka används tillsammans med en värmepump för uppvärmning av butiken.

ICA Maxi Sundsvall: Nya kyl- och frysdiskar som drivs av ett transkritiskt koldioxidkylsystem¹ med värmeåtervinning till ventilation och tappvarmvatten [28].

I en hållbarhetsfolder från 2016 ger ICA Fastigheter flera exempel på butiker som genomfört energieffektiviserande åtgärder och ger även råd om hur butiker kan minska sin energianvändning [25]. Dessa rekommenderas att i ett första steg se över sin energiförbrukning samt att utbilda och engagera medarbetarna.

¹ Koldioxid har en avsevärt lägre klimatpåverkan än syntetiska köldmedier, men på grund av en låg kritisk temperatur (gränsen för när köldmediet kan kondensera) krävs ofta ett högre arbetstryck än i ”vanliga” (subkritiska) kylsystem. Kylsystem med koldioxid som köldmedium är därför ofta transkritiska, vilket innebär att processens högtryck ligger ovanför den kritiska punkten. Energinvändningen i transkritiska system påverkas i hög grad av omgivningstemperaturen, med en högre effektivitet vid låga temperaturer.

3. VENTILATION I LIVSMEDELSBUTIKER

Kapitlet inleds med en inblick i myndighetskrav och rekommendationer som berör ventilation i livsmedelsbutiker. Därefter beskrivs vanlig utformning och rutiner för drift av ventilations-system utifrån statistik och annan litteratur. Olika aspekter kring frivillig ventilation genom butikernas entréer och produkter för minskad infiltration tas upp i avsnitt 3.3.

I kapitlet ges några exempel på produkter avsedda att minska energianvändningen i butiker. Viktigt att påpeka är att det även finns andra lösningar och fabrikat.

3.1 Krav och riktlinjer

Regler och allmänna råd kring ventilation ges ut av Boverket, Arbetsmiljöverket och Folkhälsomyndigheten. Avsnitten nedan lyfter fram valda delar i dessa regelverk som berör livsmedelsbutiker. Kapitlet fokuserar på krav och råd som syftar till säkerställande av god luftkvalitet. Regler och råd gällande ventilation med avseende på exempelvis brand- och brandgasskydd och buller tas ej upp här.

Merparten av myndigheternas krav är i form av funktionskrav, och det är upp till anläggnings-innehavare, arbetsgivare, byggherre, projektör osv. att se till att dessa uppfylls genom lämplig utformning och drift av byggnaden och dess system. Endast i ett fåtal fall förekommer detaljerade krav i siffror. Till hjälp vid projektering och upphandling har handböcker med riktlinjer tagits fram. Vanligen använda vägledningarna tas upp i avsnitt 3.1.4.

3.1.1 Byggreglerna

Utformning av ventilationssystem

Vid ny- och ombyggnad ska byggherren se till att åtgärder genomförs i enlighet med plan- och bygglagen med föreskrifter.

Enligt plan- och bygglagen, **PBL 8 kap. 4 §** ska ett byggnadsverk ha de tekniska egenskaper som är väsentliga i fråga om bland annat skydd med hänsyn till hygien, hälsa och miljön. Detta förtydligas med egenskapskrav i plan- och byggförordningen, **PBF 3 kap. 9 §**. Utdrag från PBF 3 kap:

9 § För att uppfylla det krav på skydd med hänsyn till hygien, hälsa och miljö som anges i 8 kap. 4 § första stycket 3 plan- och bygglagen (2010:900) ska ett byggnadsverk vara projekterat och utfört på ett sådant sätt att det inte medför en oacceptabel risk för användarnas eller grannarnas hygien eller hälsa, särskilt inte som följd av

- 1. utsläpp av giftig gas,*
- 2. förekomst av farliga partiklar eller gaser i luften,*
- 3. farlig strålning,*
- 4. förorening eller förgiftning av vatten eller mark,*
- 5. bristfällig hantering av avloppsvatten, rök eller fast eller flytande avfall, eller*
- 6. förekomst av fukt i delar av byggnadsverket eller på ytor inom byggnadsverket.*

Boverket ger ut föreskrifter och allmänna råd till bestämmelserna i PBL och PBF. Föreskrifter och allmänna råd till 3 kap. 9 § PBF (ovan) finns bland annat i Boverkets byggregler, BBR [29] avsnitt 6 Hygien, hälsa och miljö, där avsnitt 6.2 handlar om luft och ventilation.

I **BBR 6:21** ställs allmänt krav på att: *”Byggnader och deras installationer ska utformas så att de kan ge förutsättningar för en god luftkvalitet i rum där människor vistas mer än tillfälligt. Kraven på inneluftens kvalitet ska bestämmas utifrån rummets avsedda användning. Luften får inte innehålla föroreningar i en koncentration som medför negativa hälsoeffekter eller besvärande lukt.”*

I det tillhörande rådet hänvisas även till regler från Arbetsmiljöverket och Folkhälsomyndigheten (se avsnitt 2.2 respektive 2.3 nedan).

Enligt avsnitt **BBR 6:25 Ventilation** ska ”Ventilationssystem ska utformas så att erforderligt uteluftsflöde kan tillföras byggnaden. Ventilationssystem ska också kunna föra bort hälsofarliga ämnen, fukt, besvärande lukt, utsöndringsprodukter från personer och byggmaterial samt föroreningar från verksamheter i byggnaden i den utsträckning sådana olägenheter inte förs bort på annat sätt.” och i det allmänna rådet tillhörande, uppges att det vid projektering av ventilationsflöden bör tas hänsyn till påverkan av personbelastning, verksamhet, fuktillskott, materialemmissioner samt emissioner från mark och vatten.

Byggreglerna ställer således en hel del krav på luftkvalitet och ventilation, men det mesta (liksom inom andra områden) är funktionskrav och många av de mer specifika kraven fokuserar på bostäder. I **BBR 6:251** ges dock ett konkret krav med riktvärde för luftflöden som gäller alla rum där människor vistas mer än tillfälligt. Här står att: ”Ventilationssystem ska utformas för ett lägsta uteluftsflöde motsvarande 0,35 l/s per m² golvarea.” I samma avsnitt står det även att ”För andra byggnader än bostäder får ventilationssystemet utformas så att reduktion av tilluftsflödet, i flera steg, steglöst eller som intermitterent drift, är möjlig när ingen vistas i byggnaden.” Det senare så länge reduktionen inte ger upphov till hälsorisker eller skador på byggnaden eller dess installationer. Avsnitt **6:2525** tar upp återluft, med de allmänna kraven att ”Återluft till rum ska ha så god luftkvalitet att negativa hälsoeffekter undviks och besvärande lukt inte sprids. Återföring av frånluft från kök, hygienrum eller liknande utrymmen får inte ske.” Till kravet hör ett allmänt råd som säger att återluftsflödet bör kunna stängas av vid behov.

BBR 6:251
Uteluftsflöde 0,35 l/s.m²

Kommentar: I BBR ges exempel på rum avsedda för människor att vistas i mer än tillfälligt: utrymmen för daglig samvaro, matlagning, sömn och vila, men detta blir mest tydligt för rum i bostäder, medan det kan tyckas mer osäkert vad som gäller olika typer av lokaler. Merparten av människorna i en livsmedelsbutik är endast där tillfälligt, men å andra sidan är det en arbetsplats, med lång vistelsetid, för de anställda. I det följande kommer att förutsättas att

livsmedelsbutiker är att betrakta som rum där människor vistas mer än tillfälligt, med hänsyn till de som arbetar där.

Exempel på ytterligare krav avseende inneklimat och ventilation i BBR:

- I BBR 6:254 uppges att ventilationsinstallationer ska vara placerade och utformade så att de är åtkomliga för underhåll och rensning.
- Relevant för ämnet är även regler om termisk komfort med avseende på drag, vilka hittas i BBR 6:42.

Funktionskontroll

I Plan- och byggförordningen 5 kap. 1 § ställs även krav på att en byggnads ägare ser till att funktionen hos ventilationssystemet kontrolleras innan systemet tas i bruk och på regelbundna kontroller. (En- och tvåbostadshus omfattas inte av det senare). Det finns i efterföljande paragrafer även krav på vad som skall ingå i respektive besiktning, krav gällande besiktningsprotokoll och -intyg, samt krav på ägaren att vidta åtgärder vid ej godkänd besiktning.

I Boverkets föreskrifter och allmänna råd (2011:16) för OVK (obligatorisk ventilationskontroll) [30] preciseras vilka byggnader som är helt eller delvis undantagna från bestämmelserna om funktionskontroll och vilka intervaller som gäller för återkommande besiktning av ventilationssystem. I ett allmänt råd till 3 § om återkommande besiktning uppges att butikslokaler (bland andra) bör hänföras till kategori 1 eller 2 beroende på typ av ventilationssystem, vilket innebär ett besiktningsintervall på 3 år för byggnader med FT- och FTX-ventilation, respektive 6 år för byggnader med F-, FX- och S-ventilation. I föreskriften finns även regler avseende certifiering av sakkunniga funktionskontrollanter.

Generella rekommendationer om tillämpning av föreskrifterna i PBF 5 kap. 2–6 §§ ges i Boverkets allmänna råd (2012:7) om funktionskontroll av ventilationssystem, OVKAR [31].

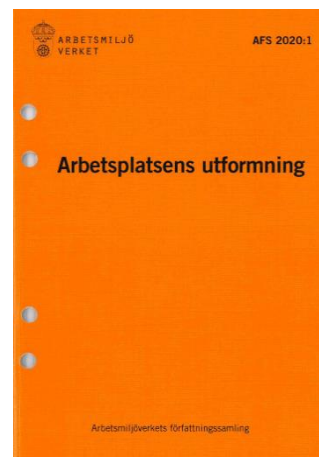
På Boverkets hemsida finns en sammanställning av lagar och regler kring OVK, vilken kan fungera som en guide: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/lov--byggnad/tillsyn/exempel-pa-tillsynsomraden/ovk/>

3.1.2 Arbetsmiljöverket

Livsmedelsbutiker är en arbetsplats, och således ska föreskrifter från Arbetsmiljöverket följas. I föreskrifterna om arbetsplatsens utformning AFS 2020:1 (gällande från 1 januari 2021) finns regler avseende luftkvalitet samt utformning, underhåll och kontroll av ventilationssystem. Ytterst är det arbetsgivaren som har ansvar för ventilationen i arbetsmiljön, men även hyresvärdar, fastighetsägare och de som bygger och projekterar arbetslokaler har ett ansvar [32].

I 110 § respektive 111 § (AFS 2020:1) ställs krav på en tillfredsställande luftkvalitet på arbetsplatser under den tid som arbete pågår samt på att det finns ventilationssystem som bidrar till ett bra inomhusklimat. Vidare ska luftföringen ordnas så att föroreningar inte sprids mellan olika lokaler. Enligt ett tillhörande allmänt råd bör luftutbyteseffektiviteten vara minst 40 procent.

Kraven kring luftkvalitet och uteluft (112 § AFS 2020:1) har ändrats sedan AFS 2009:2 (som slutade gälla den 31 december 2020) (se jämförelse i Tabell 1). Tidigare stod det angivet att i lokaler med personer som största föroreningskälla ska en koldioxidhalt under 1000 ppm eftersträvas, men detta finns inte med i AFS 2020:1. Däremot så har det gällande kravet på uteluftsflöde tillkommit ett minimivärde i AFS 2020:1. Tidigare (AFS 2009:2) stod det enbart att uteluft ska tillföras ”i tillräcklig mängd”, medan detta förtydligats i AFS 2020:1. Enligt 112 § AFS 2020:1 ska ventilationssystemet kunna tillföra ett uteluftsflöde på minst 7 liter per sekund och person vid stillasittande arbete i lokaler där personer vistas mer än tillfälligt. Till detta ska läggas minst 0,35 liter per sekund och m² golvyta.



AFS 2020:1
Uteluftsflöde 0,35 l/s.m² + 7 l/s.person
(vid stillasittande arbete)

Kommentar: För livsmedelsbutiker kan man eventuellt fråga sig om det räcker att upprätthålla ovanstående uteluftsflöde enbart i kassaområdet (där personalen sitter still en längre tid), eller om detta bör tillämpas på hela butiken. Med tanke på att butikspersonalen arbetar och rör sig i hela butiken, förutsätts det senare. En annan fråga är vilken personbelastning man bör räkna med.

Tabell 1 Jämförelse mellan Arbetsplatsens utformning AFS 2009:2 och 2020:1 avseende luftkvalitet och uteluft. Väsentliga skillnader fetmarkerade.

Arbetsplatsens utformning AFS 2009:2	Arbetsplatsens utformning AFS 2020:1
<p>16 § Lokaler som innehåller arbetsplatser eller personalutrymmen ska vara så ordnade och ha sådana ventilationssystem för luftväxling och uppfångande av luftföroreningar som alstras i lokalerna, att luftkvaliteten i vistelsezonen är tillfredsställande. Luftväxlingen ska ordnas så att spridning av luftföroreningar begränsas.</p> <p>I lokaler där luftföroreningar huvudsakligen uppkommer genom personbelastning kan koldioxidhalten användas som en indikator på om luftkvaliteten är tillfredsställande. I sådana lokaler ska en koldioxidhalt under 1 000 ppm (miljondelar) eftersträvas.</p> <p>17 § Uteluft ska tillföras arbetslokaler och personalutrymmen i tillräcklig mängd.</p>	<p>110 § Under den tid som arbete pågår ska arbetsplatser inomhus ha en tillfredsställande luftkvalitet i vistelsezonen. Luften ska, så långt som möjligt, vara fri från föroreningar som kan vara skadliga för hälsan eller ge besvärande lukt.</p> <p>111 § Arbetsplatser inomhus ska ha ventilationssystem som bidrar till att skapa ett bra inomhusklimat. De ska på ett effektivt sätt kunna</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. tillföra tillräcklig mängd uteluft, och 2. bortföra de luftföroreningar som inte tas om hand på annat sätt. <p>Luftföringen ska ordnas så att föroreningar inte sprids mellan olika lokaler.</p> <p>112 § Arbetsplatser inomhus ska, under den tid som arbete pågår, normalt kunna förses med</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. minst 7 liter uteluft per sekund och person, och 2. med ett tillägg av minst 0,35 liter per sekund och m² golvyta.

I föreskrifterna Arbetsplatsens utformning AFS 2020:1 finns även regler avseende återluft, och även här har förändringar gjorts mot AFS 2009:2 (se Tabell 2). Kortfattat innebär förändringen att användning av återluft inte längre behöver föregås av en utredning, utan det är tillräckligt att säkerställa tillfredsställande luftkvalitet i lokalen. Det krävs heller inte rening av frånluften så länge den inte tas från luftförorenande processer eller dylikt.

Tabell 2 Jämförelse mellan krav avseende återluft i Arbetsplatsens utformning AFS 2009:2 respektive 2020:1. Väsentliga skillnader fetmarkerade.

Arbetsplatsens utformning AFS 2009:2	Arbetsplatsens utformning AFS 2020:1
<p>21 § Ventilationssystem med återluft får installeras endast om en särskild utredning har visat att de är lämpliga. Återluftsföring ska normalt kunna stängas av helt.</p>	<p>116 § Frånluft får endast återföras som återluft om luftkvaliteten i vistelsezonen kan hållas tillfredsställande. Återluftsföring ska normalt kunna stängas av helt.</p>

Arbetsplatsens utformning AFS 2009:2	Arbetsplatsens utformning AFS 2020:1
22 § Frånluft som återförs till arbetslokaler eller personalutrymmen som återluft eller cirkulationsluft ska renas så att dess halt av luftföroreningar är väsentligt lägre än de hygieniska gränsvärdena där sådana finns. ...	121 § Frånluft från en luftföroreande process, hantering eller dylikt, får inte återföras som återluft eller cirkulationsluft, om den inte renas så att dess halt av luftföroreningar är väsentligt lägre än de hygieniska gränsvärdena som anges i Arbetsmiljöverkets föreskrifter om hygieniska gränsvärden.

3.1.3 Folkhälsomyndigheten

Folkhälsomyndighetens allmänna råd om ventilation FoHMFS 2014:18 ger vägledning om ventilation i bostäder och lokaler för allmänna ändamål där människor vistas mer än tillfälligt. I dessa allmänna råd ges rekommendationer för tillämpning av de paragrafer i miljöbalken (1998:808) som berör olägenheter för människors hälsa (9 kap. 3 § och 26 kap. 22 §) vad gäller ventilation och luftkvalitet. Folkhälsomyndigheten ger även kompletterande vägledning om ventilation på sin webbsida [33].

I de allmänna råden (FoHMFS 2014:18) ges vägledande riktvärden att använda vid bedömning av om bristande luftkvalitet i bostäder och lokaler för allmänna ändamål innebär olägenhet för människors hälsa. Riktvärden för uteluftsflöde anges enbart för bostäder, skolor och lokaler för barnomsorg, och ett riktvärde för luftomsättning endast för bostäder. Ett riktvärde avseende luftfuktighet ges dock för bostäder och lokaler för allmänna ändamål där människor vistas stadigvarande. Riktvärde för luftflöde i skolor följs av en rekommendation avseende koldioxidhalt: ”Om koldioxidhalten i ett rum vid normal användning regelmässigt överstiger 1 000 parts per million (ppm), bör detta ses som en indikation på att ventilationen inte är tillfredsställande.” På Folkhälsomyndighetens hemsida uppges att värden över 1000 ppm även är en indikation på för låga uteluftsflöden (och behov av ytterligare kontroller) i allmänna lokaler, men också att koldioxidhalt fungerar bäst som indikator i stora lokaler med många personer eller i små rum.

I förarbetena till miljöbalken ges exempel på lokaler för allmänna ändamål, samlingslokaler, lokaler för vård och omsorg, undervisning och hygienisk behandling, idrottsanläggningar, badanläggningar och hotell (se prop. 1997/98:45). Listan är dock inte uttömmande och det finns till författarnas kännedom ingen vägledning om huruvida livsmedelsbutiker bör räknas hit, och därmed följa Folkhälsomyndighetens allmänna råd. Vägledning ges däremot avseende gallerior och köpcentrum. I domen MÖD 2017:51 står följande: ”Mark- och miljööverdomstolen har konstaterat att gallerian är en lokal för allmänt ändamål enligt 9 kap. 9 § miljöbalken.” Vidare skriver Folkhälsomyndighetens på sin webbsida om luftkvalitet att ”Gallerior och köpcentrum är lokaler som allmänheten har tillträde till och de besöks av många människor. I en allmän lokal ska luftkvaliteten vara god.” [34].

Ytterligare dokument från Folkhälsomyndigheten som berör luftkvalitet och ventilation:

- Folkhälsomyndighetens allmänna råd om temperatur inomhus (FoHMFS 2014:17)

- Folkhälsomyndighetens allmänna råd om fukt och mikroorganismer (FoHMFS 2014:14)

3.1.4 Handböcker och vägledningar

Minimikrav på luftväxling

Minimikrav på luftväxling är en handbok som tolkar funktionskrav i Boverkets byggregler, Arbetsmiljöverkets föreskrifter, Folkhälsomyndighetens allmänna råd och andra dokument, och utifrån dessa anger lämpliga luftflöden.

Den senaste utgåvan (Utg. 12) från 2021 är enligt Svensk Byggtjänst framförallt föranledd av de skärpta kraven från Arbetsmiljöverket på uteluftsflöden då arbete pågår i AFS 2020:1 (se avsnitt 3.1.2). Riktvärden för livsmedelsbutiker har dock inte uppdaterats, utan bygger (liksom tidigare utgåva) på Minimikrav på luftväxling utgåva 10 som i sin tur har AFS 2013:3 (Arbetsmiljöverkets föreskrifter om ändring i Arbetsmiljöverkets föreskrifter (AFS 2009:2)), som källhänvisning. De minimikrav som anges för luftväxling i livsmedelsbutiker är 3,5 l/s,m² eller 10,45 l/s,p.



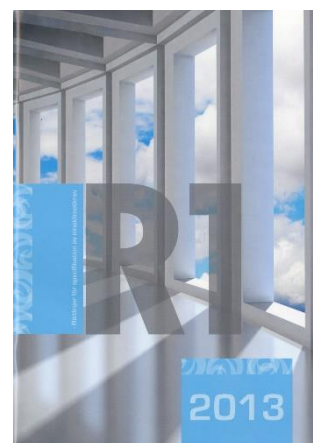
R1 - Riktlinjer för specifikation av inneklimatkrav

Detta är ett dokument som kan användas som referenshandling vid projektering och upphandling av inneklimatsystem eller som hjälp vid bedömning av inneklimat i befintliga byggnader.

Riktlinjerna är framförallt avsedda att utgöra ett hjälpmedel vid formulering av verksamhetsknutna krav på inomhusklimatet och fungera som underlag för samverkan mellan beställare och den konsult som ska ansvara för projektering av byggnadens installationer. I dokumentet redovisas också metoder för genomförande och utvärdering av mätningar för verifiering av ställda inneklimatkrav.

De områden som behandlas i riktlinjerna är termiskt klimat, luftkvalitet, ljud och ljus. Inom termiskt klimat och luftkvalitet ges råd beträffande:

- Temperaturer och temperaturgradienter
- Dragrisk
- Koldioxidkoncentration
- Föroreningskoncentrationer (radon, kolmonoxid, kvävedioxid, ozon, formaldehyd och luftburna partiklar)



Dokumentet innehåller inga specifika riktlinjer för livsmedelsbutiker. Vad gäller operativ temperatur ges dock specifika målvärden för affärslokaler.

Byggvägledning 7 Ventilation

Byggvägledning 7 Ventilation [35] är en handbok i anslutning till Boverkets byggregler, med senaste utgåva från 2015. Det finns även en hänvisning till handboken från Boverkets webbsida om ventilation [36].

3.2 Utformning och drift

Tillgången på statistik och annan dokumentation om ventilation i livsmedelsbutiker är begränsad. Studier inom området handlar framförallt om tillämpning av återluft. I övrigt omnämns ventilation i en del studier som huvudsakligen fokuserar på andra områden, såsom livsmedelskyla, men där nyttan av att samordna butikernas tekniska system framhålls.

Typ av ventilationssystem

En källa till information är Energimyndighetens STIL2-studie om handelslokaler från 2010 [3]. Enligt denna hade 76% av handelslokalerna FTX-aggregat med konstant flöde (CAV), 20% FTX med varierande flöde och 4% från- och tilluftsaggregat utan värmväxlare. Drifttider och elanvändning för fläktar har tidigare återgetts i kapitlet om energianvändning (avsnitt 2.1.1).

Återluft

I livsmedelsbutiker distribueras värme och kyla vanligen med ventilationen, vilket normalt kräver större luftmängder än erforderligt hygienflöde. Myndigheternas krav på uteluftsflöde (se 3.1) ska alltid uppfyllas, men det ventilationsflöde som utöver detta behövs för att värma och/eller kyla lokalen får enligt myndighetskraven vara i form av återluft – det vill säga återförd frånluft. Som nämnts ovan (3.1.2) får frånluft enligt AFS 2020:1 återföras som återluft om luftkvaliteten i vistelsezonen kan hållas tillfredsställande, med tillägget att återluftsföringen normalt ska kunna stängas av helt. Återluft tas även upp i BBR (se 3.1.1), där det uppges att återluft till rum ska ha så god luftkvalitet att negativa hälsoeffekter undviks och besvärande lukt inte sprids.

Inom BeLivs har en förstudie samt en mätstudie om återluft i butiker genomförts [37], [38]. I förstudien beräknades energibesparingspotentialen för att värma och kyla luft i luftbehandlingsaggregatet utifrån mätdata för en befintlig butik. Jämfört med ventilation med 100% uteluft erhöles med återluft i det här fallet en energibesparing på 61 % [37]. Även resultat från mätstudien visade på en stor energibesparingspotential genom att använda återluft. Med 100% återluft erhöles en besparing på 68 % för värme och 92 % för komfortkyla. Mätningar av VOC, formaldehyd, kvävedioxid och koldioxid i en av butikerna visade att en god luftkvalitet uppnåddes både med och utan återluft [38]. Mätresultaten tydde samtidigt på att ett visst uteluftsflöde trots 100% återluft. Detta uteluftsflöde tros ha tillförts butiken genom entrédörrar eller dylikt (ofrivillig ventilation). Författarna påpekar dock att resultatet ska tolkas med försiktighet eftersom mätningar genomförts i ett litet antal butiker under en begränsad period. De lägger även till att i en byggnad med tätare klimatskal och effektivare luftslussar än mätobjektet, så kommer den ofrivilliga butiken bli mindre och ett större uteluftsflöde via ventilationen kan vara nödvändig för en acceptabel luftkvalitet.

Samverkan och samordning mellan system

Axell et al. (2003) [14] påtalar vikten av samordning av de tekniska systemen i en livsmedelsbutik och menar att det framförallt finns behov av samverkan mellan systemen för butikskyla och systemen för värme- och ventilation [14]. Energianvändningen för kyl- och frysdiskar beror bland annat av omgivningsklimatet, vilket i sin tur bestäms av utomhusklimatet och hur butikens system för värme, ventilation och eventuell komfortkyla är utformat [14].

Jensen et al. (2014) [18] föreslog efter sin studie om dörrinstallation på kyldiskar bland annat fortsatt arbete för att ”visa hur energieffektiva system i livsmedelsbutiker och en ökad kunskap om hur systemen (värme-, ventilations-, luftkonditionerings- och livsmedelskyla-systemen) fungerar och samverkar även leder till en förbättrad termisk komfort och en förbättrad temperaturkvalitet hos matvarorna.

Klimathållning och ventilation i en butik kräver tillförsel av energi, men många gånger går energieffektivisering och en förbättring av inneklimatet hand i hand. I livsmedelsbutiker skulle åtgärder med både minskad energianvändning och bättre komfort exempelvis kunna vara:

- Åtgärdande av problem med kallras eller drag.
- Tillförsel av luft med lämplig temperatur och flöde på rätt ställen.
- Optimering av flöden efter behov.

Avfuktning

I en förstudie från 2013 [39] intervjuades tillverkare och butikägare om avfuktning av butiksluft som ett sätt att minska energianvändningen i livsmedelsbutiker. I förstudien konstateras dock att det inte fanns behov av ett fortsättningsprojekt för vidare utredning. Dels ansågs andra åtgärder – dörrar på kyldiskar och användning av återluft – ha större energibesparingspotential, dels ansågs isbildning på kylbatteriet i kyl- och frysdiskar inte längre vara något större problem tack vare att allt fler diskar utrustades med dörrar.

Drift och underhåll

Uppgifter om hur ventilationssystem i livsmedelsbutiker, eller butiker i allmänhet, styrs och underhålls i praktiken har inte hittats, förutom för enstaka fall.

3.3 Ofrivillig lufttillförsel via butikens entré

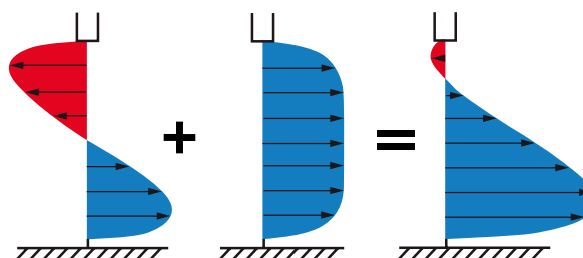
I detta kapitel beskrivs påverkan av ofrivillig infiltration via livsmedelsbutikernas entréer, baserat på intervjuer och material från leverantörer. Kapitlet fokuserar på butikens huvudentré och inte lastportar eller dylikt, vilka anses ha en mycket mindre betydelse för den ofrivilliga ventilationen.

3.3.1 Luftflöde via dörröppningar

Mängden luft som kan komma in i en lokal via en entré avgörs av:

- *Infiltration i stängt läge:* läckage via dörrens otätheter avgörs huvudsakligen av typen av dörr och tätningslister (se nästa avsnitt).
- *Infiltration i öppet läge:* infiltration genom en öppen dörr eller port avgörs i sin tur av tre olika faktorer:
- Temperaturdifferens mellan inne och ute: En temperaturdifferens mellan inne- och uteluft ger upphov till ett dubbelriktat flöde. När temperaturen i butiken är högre än utomhusluften strömmar utgående luft från lokalen genom övre halvan av dörren, medan ingående uteluft strömmar till lokalen genom den nedre halvan.
- Tryckskillnad mellan inne och ute: om det finns ett över- eller undertryck i lokalen uppstår ett enkelriktat flöde.
- Vindlast: luftflödet blir enkelriktat och skapar ett flöde i öppningen. Infiltration på grund av vinden minskar ju längre tid som dörren står öppen och avtar slutligen.

Den totala infiltrationen i öppet läge är summan av dessa tre komponenter, vilket visas i Figur 2. I praktiken dock påverkas flöden och riktning av byggnadens utformning, öppningstider och den avklingande effekt som sker när krafterna utjämnas i öppningen efter tid.



Figur 2 Teoretiskt totalt luftflöde genom en öppen dörr är summan av dubbelriktat flöde (temperaturdifferens) och enkelriktat flöde (tryckskillnad och vindlast). Källa: Frico

Det finns ett antal formler och modeller för att beräkna luftflöden genom en öppen dörr, men alla dessa ger endast en momentan bild under ideala förutsättningar (dvs luftflöden under exakt de sekunder som dörren står helt öppen, utan hinder eller passerande kunder). Det saknas mätdata om infiltration i verkliga förhållanden, när dörrarna öppnas och stängs hundratals eller tusentals gånger per dygn med förbipasserande kunder, varierande tryck- och temperaturförhållanden och vindlast.

3.3.2 Typer av entréer och komponenter

De mest förekommande typer av entréer i livsmedelsbutiker är luftslussar med skjutdörrar och luftridåer, karusell dörrar med/utan luftridå eller kombination av dessa två system.

Luftridåer

Luftridåers syfte är att skapa en luftbarriär mellan kallt och varmt, det vill säga mellan kall utomhusluft och varm inomhusluft under den kalla delen av året och tvärtom under den varma delen av året.

Det finns ingen etablerad standard för att mäta luftridåernas effektivitet utan bara en standard för mätning av kastlängd. Luftridåer är tänkta framförallt för att motverka infiltration på grund av temperaturdifferens men i synnerhet att minimera värmeförluster i form av läckage av den uppvärmda rumsluften. Luftridå har en begränsad effektivitet mot vind och undertryck i lokalen varför en bra entrélösning, en tät byggnad och väl balanserad ventilation alltid ska eftersträvas.

Enligt leverantören Frico kan luftridåer minska upp till ca 80% av den infiltration som orsakas av temperaturskillnaden mellan två rum. Här avses primärt dörröppning mellan kyl- eller frysrum och lager där inga vindlaster eller andra över- eller undertryck föreligger. I realiteten blir verkningsgraden i en entré i snitt cirka 50 % enligt Frico vid korrekt val av luftridå. Val av vertikala eller horisontella ridåer (Figur 3/Figur 2) styrs av de praktiska förutsättningarna i butiken (plats, dörrrens mått, mm).



Figur 3 Exempel på horisontell respektive vertikala luftridåer i butik. Källa: www.frico.net

Luftridån kan med fördel styras av bland annat en utomhustemperaturgivare så att den startar när temperaturen ute ligger under cirka 18 grader respektive över cirka 23 grader. Ju fler mätpunkter luftridån registrerar i dess närhet desto bättre förhåller den sig till sin omgivning och inte minst sin energianvändning. Dörrposition, utetemperatur, rumstemperatur, uppmätta temperaturer vid insug och utblås samt värmevattnets returtemperatur är avgörande för hur luftridån arbetar. Allt för att undvika värmeförluster eller onödig övervärme från luftridån.

Luftslussar med skjuddörrar

Luftslussar (vindfång) utformas så att luftgenomströmning blockeras med två stängda dörrar. I livsmedelsbutiker är det vanligast att ha automatiska skjuddörrar, som kompletteras med luftridåer. Vid hög passerfrekvens då ytter- och innerdörr samtidigt står öppna ökar värmeförluster och infiltration. Vid vindutsatta entréer kan öppningarna i slussen byggas i 90-grader vinkel vilket gör att vindlaster begränsas. För att begränsa öppningstider ska alltid riktningsskännande radar användas på dörrautomatiken.

Karuselldörrar

Enligt två intervjuade leverantörer av karuselldörrar, Boon Edam och Assa Abloy, blir det allt vanligare att större livsmedelsbutiker och köpcentrum installerar karuselldörrar, medan mindre butiker inte har plats och har mindre luftslussar istället. På sistone förekommer även

projekt med en kombination av vindfång och karusell, dvs. dubbla skjutdörrar, luftridåridå och karusell, vilket är den mest effektiva lösningen för att minimera infiltration.

Modern styrning av karuselldörrar görs med hjälp av riktningskännande radar så att karusellen inte snurrar när personen går ifrån dörren.

Karuselldörrar kan ha två till fyra blad eller vingar. Tre blad är vanligast. Det förekommer en del läckage mellan blad och golv eller dörrkarm, som minimeras med borstlistor och lameller.



Figur 4 Exempel på karuselldörr med tre blad. Källa: www.boonedam.com respektive www.assaabloyentrance.se

Det finns inte tillgängliga mätdata för att jämföra infiltration genom luftslussar och karuselldörrar. Leverantörerna pekar på att karuselldörrar är effektivare fast det är svårt att kvantifiera. Karuselldörrar är dyrare i inköp än luftslussar men sparar i princip mer energi i form av minskad infiltration, därför kan det vara intressant att göra en LCC-beräkning för karuselldörren vid beställning.

Det är viktigt att notera att alla karuseller måste ha en sidodörr för personer med funktionsnedsättning. Den dörren kan ha en stor betydelse för infiltration om den används ofta. Det är av största vikt att utrusta dörrautomatiken med s.k. tillslagsfördröjning för att på så sätt minimera användandet av sidodörrens dörrautomatik, samt att utrusta sidodörren med en luftridå.

I förstudien ”Prioriterade åtgärder i befintliga livsmedelslokaler för ökad energieffektivisering” [40] påtalas att fläktar och filter i luftridåer bör hållas rena för att gå så effektivt som möjligt och förhindra värmeläckage.

4. INTERVJU- OCH ENKÄTSTUDIE OM VENTILATION

I det följande sammanfattas erfarenheter och synpunkter kring utvecklingsbehov som har framhållits i enkäter och intervjuer.

Underlaget i form av antal intervjuer och enkätsvar är begränsat, varför innehållet i detta kapitel inte ska ses som en generell bild av branschen. Det visar dock på exempel från verkligheten och delger synpunkter och förslag ur olika perspektiv. I flera frågor är även svaren så entydiga att de kan anses ge indikationer om utvecklingsbehov.

4.1 Nuläge

Flera respondenter påpekar att ventilationslösningarna kan variera beroende på om det är en nybyggd butik eller en äldre, och skillnader finns också beroende på om butiken äger sina lokaler eller är hyresgäst.

4.1.1 Dimensionering av luftflöden

Detta avsnitt baseras framförallt på enkätsvar, med några kompletterande kommentarer från intervjupersoner.

För dimensionering av luftflöden uppger merparten av respondenterna till enkäten att schablon eller minimikrav baserat på antal personer som vistas i lokalen används. Av dessa uppger några även användning av minimikrav baserat på golvyta. Detta kan antas gälla för dimensionering av erforderligt uteluftsflöde. I övrigt uppges ventilationsflödet som tillförs butiken bestämmas utifrån beräknat värmebehov, och eventuellt kylbehov.

Tillägg i kommentarer i enkät:

- En respondent förtydligar att det totala ventilationsflödet (inklusive återluft), dimensioneras efter lokalens kyl- och/eller värmebehov inklusive utkylning från kyl- och frysmöbler, medan uteluftsflödet väljs efter personbelastning. Kan inte beställaren/verksamheten uppge personbelastning krävs att personantal uppskattas genom schablon. I vissa fall, men inte alltid tittar man även på att uteluftsdelen motsvarar ca 30% av det totala flödet.
- En annan lägger till att olika schabloner används beroende på vilket utrymme i butiken det gäller. Samma person och en till meddelar att de utgår ifrån handboken Minimikrav på luftväxling Utg 11 (se även nedan).
- Tre personer anger att de dimensionerar uteluftsflödet enligt $7 \text{ l/s, person} + 0,35 \text{ l/s, m}^2$.
- En av dessa respondenter skriver också att man i många anläggningar tillåter att det "låga" (i förhållande till cirkulationsflödet) uteluftsflöde regleras mot CO₂ halten. Personen har även varit med om att man startar uteluftsdelen intermittent om CO₂ halten ökar i butiken.

På frågan om vad som vanligen bestämmer erforderligt uteluftsflöde valde sju av åtta respondenter alternativet *Föreningar från människor (med koldioxid som indikator)*. Den sista personen valde istället alternativet *Andra föreningar (från kyl- och frysboxar, varor, osv.)*. En person kommenterade ”Även temperatur”.

Åtta av åtta svarade också att *en koldioxidhalt under 1000 ppm eftersträvas*, varav sju i hela lokalen och en med tillägget ”Ja, för största delen men inte i t.ex. förråd, korridorer och liknande.” En annan kommenterade att: ”Själva börvärdet behöver ställas lägre för att få funktion men <1000 ppm är det som eftersträvas”.

Även intervjupersonerna instämmer i att riktvärdet 1000 ppm eftersträvas i livsmedelsbutiker, men tycker att man bör ifrågasätta om det verkligen behövs. En av dem menar att en låg koldioxidhalt är viktigt att säkerställa i kassorna, men att 1000 ppm inte bör behöva vara ett riktvärde för resten av butiken. En annan tror att schablonerna för uteluftsflöden i livsmedelsbutiker är högre än vad som behövs för att hålla sig under givna riktvärden.

Underlag som används för vägledning av projektering enligt respondenterna (i sjunkande ordning):

- Minimikrav på luftväxling
- R1 Riktlinjer för specifikation av inneklimatekrav
- Byggvägledning 7 Ventilation
- AFS 2009:2
- Livsmedelskedjans erfarenheter

4.1.2 Systemutformning och principer

Även detta avsnitt baseras framförallt på enkätsvar, med några kompletterande kommentarer från intervjupersoner.

Värme, kyla, avfuktning, värmeåtervinning och återluft

I enkäten uppgav de allra flesta att ventilationen alltid eller ofta används för att värma respektive kyla lokalen. Vidare erhöles svar om att aktiv avfuktning i luftbehandlingsaggregatet sällan (merparten) eller aldrig tillämpas. Återvinning av värme från kyl- och frysdiskar används enligt respondenterna ofta eller alltid för värmning av tilluft i luftbehandlingsaggregatet. En kommentar till detta var att man även försöker placera frånluften vid kyl- och frysdiskar. Gällande inblandning av återluft i tilluften så var svaren mer spridda – från sällan till alltid.

Samma bild som ovan erhålls från intervjuer. Gällande avfuktning uppger representanterna för butiksägare att de inte har några separata avfuktare av luften i systemen, men att passiv avfuktning sker i ventilationen via kylbatterier. Inte heller övriga intervjupersoner känner till livsmedelsbutiker med avfuktning. Intervjupersonernas kommentarer kring återluft redogörs för i avsnitt 4.1.3 om energibesparande lösningar.

Flödesreglering

När det gäller vilken typ av flödesreglering som är vanligast i livsmedelsbutiker erhöles spridda svar i enkäten. Hälften av de åtta som svarade på frågan uppgav *CAV med reducerad ventilation utanför verksamhetstider* som vanligast, medan två svarade *Variabelt flöde med enkel behovsstyrning (VAV)*², en *Konstant flöde* och en *Variabelt flöde med avancerad behovsstyrning (DCV)*³. En av respondenterna utvecklade sitt svar med kommentaren: ”CAV med variabelt uteluftsflöde, dagtid. Temperaturen regleras ofta via zoner (LV+LK) t.ex. kassalinje, övrig butik osv. med rumstemperaturreglering där min - max ställs på inblåsningstemperaturen”. I enkätsvaren uppgavs ett variabelt flöde styras efter temperatur- och/eller koldioxidnivå.

En av intervjupersonerna har erfarenhet av att man vid användning av variabelt flöde i butik går mycket på koldioxidhalt, men tycker att man borde styra mer på temperatur. Respondenten menar att det krävs väldigt mycket för att man ska komma upp i 1000 ppm i en livsmedelsbutik och att en sådan styrning därför inte ger ett bra inneklimat. Detta jämfört med en styrning på rumstemperatur som innebär att även värmelaster i form av belysning, kylar m.m. tas i beaktning.

Distribution av luft

På enkätfrågan om val av distributionsprincip i livsmedelsbutiker svarade samtliga omblandande ventilation, och några även deplacerande. Gällande det senare kommenterades att omblandande ventilation används i första hand, men det kan finnas delar av lokaler där det passar bättre med deplacerande.

Vad gäller tillförsel av luft, så svarade sju av åtta att det vanligen är tilluft i både lager och butik, medan en svarade enbart butik. Här lade en person till att det ofta även finns andra delar där luft tillförs; kontor, beredning, personalytor m.m. Hälften av de åtta svarande angav att tilluft vanligen distribueras *Jämnt i hela butiken*, medan en fjärdedel istället svarade *Med högre tilluftsflöde vid kassorna*. En person valde alternativet *Annat* och kommenterade: ”Skulle säga att tilluften delas ut ganska jämnt i butiken, kanske lite mer vid kassorna. Dock ej vid kyl/frysdiskar längre så som man gjorde förr.”

På frågan om i vilka delar av butiken som ventilationsluft vanligen bortförs (placering av frånluft) svarade sex stycken *I lager och butik*. En angav *Enbart lager, med överluft från butik*. Den sista som valde att svara på denna fråga valde alternativet *Annat* och kommenterade ”Helst lågt vid kyl/frysdiskar men har nog sett alla varianter”.

I en intervju lyfts problematiken med att ventiler lokaler med högt i tak, så som stora hallar, lager, eller i det här fallet – livsmedelsbutiker. För flexibilitet vad gäller inredning och verksamhet i butiken tillförs luften högt vid tak, men respondenten påpekar att detta är egentligen inte ett effektivt sätt att ventileras, eftersom det är närmare golvet som man vill uppnå en god luftkvalitet (för personal och kunder). Det gör det också svårt att få luften att nå

² Variabelt flöde med enkel behovsstyrning (VAV): Luftflödet kan variera över drifttiden och anpassas efter t.ex. temperatur eller luftkvalitet (källa: www.swegon.com)

³ Variabelt flöde med avancerad behovsstyrning (DCV): Luftflöden och temperatur anpassas beroende på behov och närvarostatus i lokalerna (källa: <https://www.swegon.com>)

ner utan drag som följd. Andra lösningar skulle alltså vara att föredra ur ett ventilation- och energiperspektiv, men tillförsel vid tak är mer flexibelt när det gäller möjligheten till möblering, och ommöblering, i butiken.

En annan respondent ger exempel på fall där övertempererad luft tillförd i butiker med väldigt höga takhöjder aldrig når ner till vistelsezonen.

Styrning från beställaren

På frågan om hur mycket beställaren påverkar utformning av ventilationen och val av lösningar erhålls de korta svaren att projektören ska veta vad beställaren vill ha, och att beställaren möjligen ställer krav på drag och temperatur.

4.1.3 Lösningar för energibesparing

I intervjuerna förespråkas återluft som en självklar lösning för energibesparing. Att det inte alltid används tror en av respondenterna beror på fördomar från äldre återluftssystem med tveksam funktion. Vidare menar personen att så länge återluft tas och återförs till samma butik så är det en bra lösning, men att det är olämpligt att blanda in olika butiker eller att återföra luft från delar med högre föroreningsgrad eller lukter, exempelvis från charkdelen i livsmedelsbutik. En respondent menar att återluft normalt används till butiksytan, medan personalutrymmen betjänas av ett annat aggregat. En annan påpekade att det viktigaste är att frånluften filtreras innan den återförs. Det rekommenderas också att inte stänga ventilationen på nätterna, men att kanske gå över på ren återluft nattetid. Vikten av rätt flöden understryks.

I enkäten lyfts återvinning från kylmaskiner fram som en lösning för minskad energi-användning, vilket uppges ha tillämpats i Coop-butiker. Att ta vara på kylan i butikerna berättar även en av intervjupersonerna att man har arbetat mycket med det senaste.

4.1.4 Ofrivillig ventilation

Med ofrivillig ventilation avses den luft som kommer in genom entréer och lastportar. I intervjuerna framkom att det är väldigt svårt att få en uppfattning om hur stort det ofrivilliga ventilationsflödet är. Ett par av respondenterna menar dock att det är mycket uteluft som kommer in i butikerna via entréer och att det i sin tur borde innebära att andelen återluft skulle kunna vara högre än den är idag. En av respondenterna lyfte fram ett exempel där ventilationen gått sönder och varit avstängd under två veckors tid utan att det inverkad på de anställdas välmående.

Den ofrivilliga ventilationen är dock i grunden inget att eftersträva. Den obehandlade uteluften har allt som oftast fel temperatur och innebär alltså bara extra luft som ska värmas eller kylas. Den generella slutsatsen från enkätsvaren är att ofrivillig ventilation ofta tas i beaktning vid projektering av värme, men att det inte är lika vanligt vid projektering av ventilation och kyla. Tre olika kommentarer formulerades angående att det ofta tas i beaktning vid projektering av värme genom att man ofta använder ridåvärmare, varav en även nämnde att man har ”karuseller” med ridåvärmare.

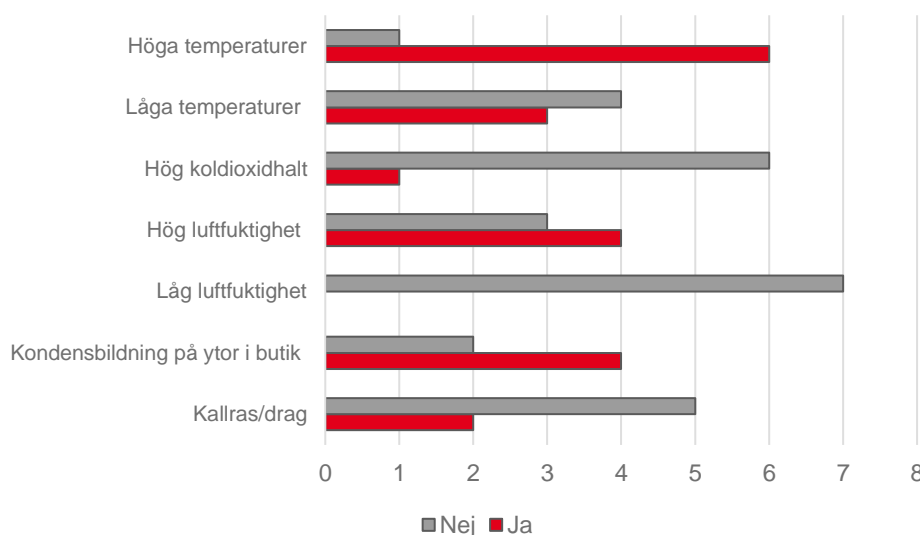
Sätt att minska den ofrivilliga ventilationen lyfts i intervjuerna. En av representanterna för butiksägare berättar att de försöker de skapa ett övertryck i butikerna för att minska den ofrivilliga ventilationen. En annan respondent påpekar att man måste ha ett vindfång för att hålla ner den ofrivilliga ventilationen, och att det behöver vara stort om det handlar om mycket folk som passerar. Utformningen är också viktig – det bör helst inte vara rakt. Som ett dåligt exempel gällande ofrivillig ventilation beskriver personen fortsatt att i värsta fall är lastintaget placerat på motsatt sida av entrén, vilket ger ett jättedrag.

4.2 Problem och utvecklingsbehov

I intervjuer och enkätsvar har både erfarenheter av problem och synpunkter kring utvecklingsbehov lyfts fram.

Utmaningar och problem

Enkätsvar på frågan om problem eller utmaning avseende olika aspekter erhöles enligt Figur 5. Höga temperaturer är enligt respondenterna det vanligaste problemet, men även problem med hög luftfuktighet och kondensbildning på ytor i butik uppges förekomma enligt några av respondenterna. Tre personer markerar låga temperaturer som ett förekommande problem, medan två andra kommenterar att det inte är ett problem då det finns mycket belysning och utrustning som avger värme. I en annan kommentar nämns problem med fel på inblåsningen vid något tillfälle och att de då inte fick ner luften till golv. En respondent har erfarenhet av hög koldioxidhalt, men detta utvecklas ej.



Figur 5 Svar på enkätfrågan "Har du erfarenhet av problem eller utmaningar i livsmedelsbutiker med avseende på...?"

Kommentarer från intervjuer:

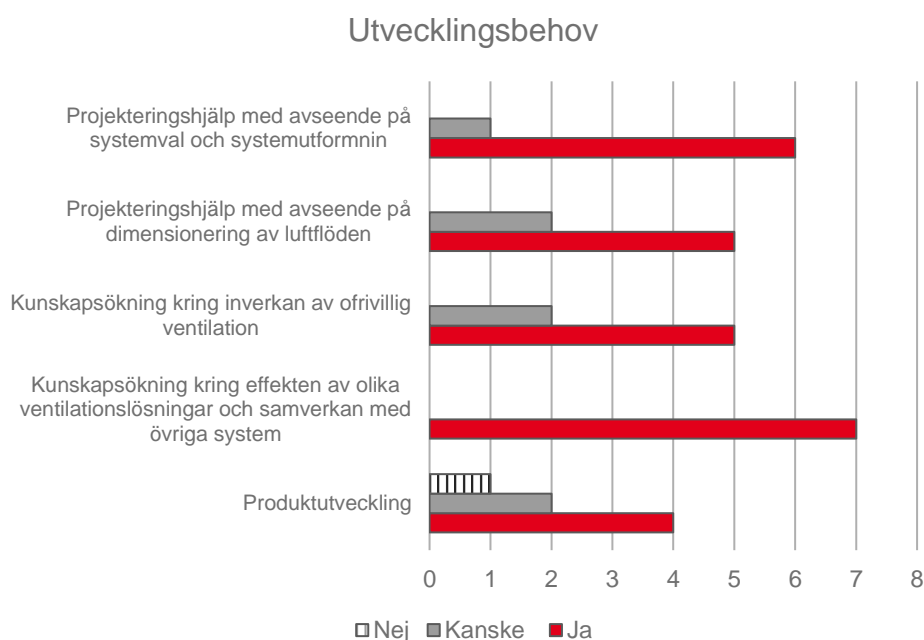
- **Hög fukthalt** är (idag) inte något stort problem och inte något som man normalt tittar på för livsmedelsbutiker. Eventuellt kunde problem med hög fukthalt förekomma förr, med öppna och sämre kyldiskar än idag.
- **Höga värmelaster** kunde vara en utmaning förr när det var betydligt högre värmeavgivning från belysning, men är ett mindre problem nu med LED.
- **Låga temperaturer:** Temperaturen vid kassorna kan upplevas låg av de som arbetar där.
- **För mycket luft:** Att man utformar och dimensionerar systemet för en luftväxling för hela rummet medför att man överventilerar butiken. Vidare föreslås att man ser över och minimerar ventilation i lager och kylrum.
- **Kallras:** Det krävs en hastighet på luften för att få ner den till vistelsezon, vilket ger ett visst drag.

Flera erfarenheter och synpunkter har också delgetts vad gäller utmaningar och problem kopplat till drift och underhåll:

- **Hinder för underhåll:** Placeringen av apparater och komponenter måste vara genomtänkt så att de är lätt åtkomliga för underhåll, men ofta är så inte fallet. Exempel: Spjällmotorer som måste bytas kan till vara helt omöjligt att komma åt, eller att det finns inte utrymme för att kunna rengöra ett värmebatteri. Respondenten understryker att sådant måste planeras tidigt och att samordning behövs mellan el, ventilation och rör.
- **Eftersatt underhåll:** Ridåvärmarna behöver rengöras för att vara effektiva, men det är ofta ingen som rengör dem, vilket slösar stora mängder energi och pengar.
- **Brister i uppföljningen:** Faktiskt uteluftsflöde samt läckage i värmeväxlaren bör kontrolleras. Det är också viktigt att regelbundet komma ut och titta på plats för att upptäcka fel och underhållsbehov, men detta görs tyvärr inte alltid med dagens uppkopplade system. Att följa systemen på distans är inte tillräckligt.
- **Styrssystem:** Fastighetsägare bör tänka på att inte binda upp sig till ett särskilt fabrikat eller inbyggda styrsystem, då detta kan bli kostsamt när något sedan behöver bytas. Det innebär också ett problem för fastighetsdriften om fastighetsskötaren inte har möjlighet att göra egna felsökningar. Vidare anses styrsystemen behöva bli mer användarvänliga.
- **Komplicerade system:** I tidigare studier har vinsterna med att samordna de tekniska systemen lyfts fram, men en av respondenterna menar att det kan medföra andra problem, såsom svårigheter att identifiera och åtgärda fel. Respondenten menar att man av den anledningen inte bör göra systemen för tekniskt komplicerade och ifrågasätter om det är rätt väg att integrera allt (värme, kyla och ventilation).

Utvecklingsbehov

Utvecklingsbehov identifierade i enkäten visas i Figur 6. För en mer effektiv användning av energi kopplad till ventilation i livsmedelsbutiker anses det sammanfattningsvis finnas ett behov av kunskapsökning och vägledning inom flera områden, och några respondenter lyfter även fram ett behov av produktutveckling.



Figur 6 Svar på enkätfrågan "För energieffektiva livsmedelsbutiker behövs..."

I intervjuer framkom att det behövs en kunskapshöjning hos fastighetsägare när det gäller ventilation i livsmedelsbutiker och att livsmedelskedjorna samtidigt skulle behöva bli bättre på att ställa krav. Vidare lyfts att samarbetet mellan fastighetsägare och hyresgäst skulle kunna bli bättre, där livsmedelskedjorna som hyresgäst känner att de inte har möjlighet att påverka eller har kontroll på ventilationssystemen. Ett par av intervjupersonerna menar att även kunskapsnivån hos projektörer kan behöva höjas, medan en annan är av uppfattningen att det inte skall behövas.

Vidare framkom i intervjuerna att det finns mycket som kan bli bättre vad gäller **drift- och underhålls**arbetet, och även i **planering-** och projekteringskedet för underlättande (eller ens möjliggörande) av underhåll (se "Utmaningar och problem" ovan). I samband med detta understryks också vikten av en **helhetssyn**, och att man inte ska fokusera enbart på systemlösningar och dimensionering. Exempelvis leder eftersatt underhåll till hög energianvändning och höga kostnader, och flöden behöver kunna kontrolleras för säkerställande av att systemet fungerar som avsett.

Utöver kunskapshöjande insatser och ett ökat fokus på driften, gavs förslag till frågeställningar att titta närmare på:

- **Luftdistribution:** Ett förslag om att undersöka olika lösningar för luftdistribution i livsmedelsbutiker (och andra butiker med högt i tak) för att på ett effektivt sätt få

ner luften till vistelsezonen, med bibehållen komfort. Här ingår lämplig placering av till- och frånluftsdon, liksom tilluftstemperatur och lufthastighet. Detta skulle kunna studeras i en modell av butik och/eller med mätningar.

- **Indelning i klimatzoner:** Ett annat förslag (eller kopplat till föregående) handlar om att undersöka potentiella fördelar med att dela in butiken i klimatzoner. Innebär det ett behov av andra typer av don eller temperaturer?
- **Erforderligt uteluftsflöde:** Att undersöka vilket uteluftsflöde (med ventilationen) som krävs för säkerställande av god inomhusmiljö för personal och kunder, samt inverkan av ofrivillig ventilation. Detta med bakgrund av att det finns en uppfattning om att livsmedelsbutiker ofta överventileras.
- **Smarta styrningar på återluft** för att säkerställa att man får in tillräckligt med uteluft.
- **Samordnad styrning** av tekniska system i butiken (ex ventilation, livsmedelskyla, återluft, värme, komfortkyla)

5. SLUTSATSER OCH FORTSÄTTNING

Livsmedelsbutiker har generellt en hög energianvändning, även om det kan variera stort mellan enskilda butiker. Framförallt är det en elintensiv verksamhet, där merparten av elen används för livsmedelskyla och belysning, men även ventilation och uppvärmning kan stå för en betydande del av energianvändningen. Tidigare studier om energieffektiviserande åtgärder i livsmedelsbutiker har framförallt fokuserat på installation av dörrar och lock på kylar och frysar, värmeåtervinning från kylsystemet för livsmedelskyla samt återluft. Andra exempel på åtgärder som kan minska energianvändningen kopplat till ventilationen är optimering av drifttider, behovsstyrning, samt entrélösningar som minskar infiltrationen.

Regler och allmänna råd kring ventilation ges ut av Boverket, Arbetsmiljöverket och Folkhälsomyndigheten. Merparten av myndigheternas krav är i form av funktionskrav, och i och med AFS 2020:1 har också en tidigare riktlinje för koldioxidhalt försvunnit. Det är upp till anläggningsinnehavare, arbetsgivare, byggherre, osv. att se till att funktionskraven uppfylls genom lämplig utformning och drift av byggnaden och dess system. Till hjälp vid projektering och upphandling har handböcker med riktlinjer tagits fram. Handboken Minimikrav på luftväxling används ofta för bestämning av lämpliga luftflöden. Riktvärdena för livsmedelsbutiker har dock inte uppdaterats på länge, utan bygger på en tidigare utgåva, som i sin tur har AFS 2013:3 som källhänvisning.

Tillgänglig information om ventilation i livsmedelsbutiker är begränsad. En inventering av handelslokaler genomförd 2009 inom Energimyndighetens STIL2-studie visade att de allra flesta ventilationsaggregaten var av typen FTX, varav merparten med ett konstant luftflöde. Endast en mindre andel (20%) var FXT med variabelt flöde. Svar från respondenter i denna förstudie tyder på att system med både konstant och variabelt flöde är vanligt förekommande i livsmedelsbutiker idag. Ett variabelt flöde uppges styras efter temperatur- och/eller koldioxidnivå. Vidare uppgav merparten av respondenterna att ventilationen alltid eller ofta används för att värma liksom kyla lokalen, samt att det är vanligt med återvinning av värme från kyl- och frysdiskar för värmning av tilluft i luftbehandlingsaggregatet. Aktiv avfuktning i luftbehandlingsaggregatet förekommer dock sällan.

När det gäller erfarenheter av problem eller utmaningar i livsmedelsbutiker lyfts främst förekomst av höga temperaturer, men det ges även exempel på problem med drag, hög fukthalt och kondensbildning, och låga temperaturer. Erfarenheter och synpunkter har också delgetts vad gäller utmaningar och problem kopplat till drift och underhåll, och det påpekas att eftersatt underhåll kan ha en stor negativ inverkan på både inneklimate och energianvändning.

Förslag till fortsatt arbete:

I förstudien har utvecklingsbehov inom flera områden identifierats och fortsatt arbete föreslås inom följande områden:

- *Insatser för kunskapshöjning hos fastighetsägare och butiksägare.* I intervjuer framkom att det behövs en kunskapshöjning hos fastighetsägare när det gäller ventilation i livsmedelsbutiker, att livsmedelskedjorna skulle behöva bli bättre

på att ställa krav, samt att samarbetet mellan fastighetsägare och hyresgäst kan bli bättre. Det finns även behov av att i högre grad säkerställa att systemen fungerar som avsett och att erforderligt underhåll möjliggörs och utförs.

- *Vägledning vid projektering:* De riktvärden som finns för livsmedelsbutiker i Minimikrav för luftväxling bör ses över och kompletterande guidning övervägas. Projekteringshjälp efterfrågas avseende systemval, systemutformning och dimensionering av flöden.
- *Projekt för ökade kunskaper kring erforderliga uteluftsflöden samt effekten av olika ventilationslösningar.* Merparten av respondenterna i förstudien ser ett behov av kunskapsökning vad gäller effekten av olika ventilationslösningar ur ett energi- och inomhusmiljöperspektiv och samverkan mellan tekniska system. Flera ser även behov av kunskapsökning kring erforderliga uteluftsflöden och inverkan av ofrivillig ventilation genom entréer. Respondenternas förslag till områden att fokusera på (hämtat från avsnitt 4.2):
 - *Luftdistribution:* Ett förslag om att undersöka olika lösningar för luftdistribution i livsmedelsbutiker (och andra butiker med högt i tak) för att på ett effektivt sätt få ner luften till vistelsezonen, med bibehållen komfort. Här ingår lämplig placering av till- och frånluftsdon, liksom tilluftstemperatur och lufthastighet. Detta skulle kunna studeras i en modell av butik och/eller med mätningar.
 - *Indelning i klimatzoner:* Ett annat förslag (eller kopplat till föregående) handlar om att undersöka potentiella fördelar med att dela in butiken i klimatzoner. Innebär det ett behov av andra typer av don eller temperaturer?
 - *Erforderligt uteluftsflöde:* Att undersöka vilket uteluftsflöde (med ventilationen) som krävs för säkerställande av god inomhusmiljö för personal och kunder, samt inverkan av ofrivillig ventilation. Detta med bakgrund av att det finns en uppfattning om att livsmedelsbutiker ofta överventileras.
 - *Smarta styrningar på återluft* för att säkerställa att man får in tillräckligt med uteluft.
 - *Samordnad styrning av tekniska system* i butiken (ex ventilation, livsmedelskyla, återluft, värme, komfortkyla)

6. REFERENSLISTA

- [1] Energimyndigheten, "Energistatistik för lokaler," 11 05 2021. [Online]. Available: <https://www.energimyndigheten.se/statistik/den-officiella-statistiken/statistikprodukter/energistatistik-for-lokaler/>. [Använd 18 02 2022].
- [2] P.-E. Nilsson, "Det svenska lokalbyggnadsbeståndet: Energiaspekter – tekniska och ekonomiska potentialer," Rapport beställd av: Utredningen om Energisparlån (N 2016:02), 2017.
- [3] "Energianvändning i handelslokaler Förbättrad statistik för lokaler, STIL 2 ER 2010:17".
- [4] Energimyndigheten, "Förbättrad energistatistik för lokaler – "Stegvis STIL" Rapport för år 1. Inventeringar av kontor och förvaltningsbyggnader. ER 2007:34," Statens energimyndighet, 2007.
- [5] Energimyndigheten, "Energianvändning & innemiljö i skolor och förskolor – Förbättrad statistik i lokaler, STIL2. ER 2007:11," Statens energimyndighet, 2007.
- [6] Energimyndigheten, "Energianvändning i vårdlokaler. Förbättrad statistik för lokaler, STIL 2. ER 2008:09," Statens Energimyndighet, Eskilstuna, 2008.
- [7] H. Lantz, "Nyckeltal i livsmedelsbutiker och storkök," Belok, 2020.
- [8] DLF, "Dagligvarukartan 2021," [Online]. Available: <https://www.dlf.se/rapporter/dagligvarukartan-2021/>.
- [9] I. gruppen, "ICA gruppen Årsredovisning 2020".
- [10] "Axfood års- och hållbarhetsredovisning 2020," [Online]. Available: <https://www.axfood.se/globalassets/startsidea/investerare/rapporter-och-presentationer/2020/axfood-ars--och-hallbarhetsredovisning-2020.pdf>.
- [11] "Om Coop," [Online]. Available: <https://www.coop.se/Globala-sidor/om-coop/>.
- [12] Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien (IVA), "Energieffektivisering av Sveriges energisektor - Hinder och möjligheter att nå en halverad energianvändning till 2050," 2013. [Online]. Available: <https://www.iva.se/globalassets/rapporter/ett-energieffektivt-samhalle/energieffektivisering-rapport61.pdf>.
- [13] P. Tiljander, M. Lindahl, M. Larsson och L. Rolfman, "Utformning av kylsystem för butiker utifrån bästa tillgängliga teknik," Belivs, 2018.

- [14] M. Axell, U. Lindberg och P. Lidbom, ”Energieffektivisering i livsmedelsbutiker med målsättning att förbättra klimatet för kunder, varor och personal - En fältstudie i tre butiker,” SP Rapport 2003:12, Borås, 2003.
- [15] U. Lindberg, M. Axell, P. Fahlén och N. Fransson, ”Supermarkets, indoor climate and energy efficiency - field measurements before and after installation of doors on refrigerated cases,” i *Conference Proceedings, 12th International Refrigeration and Air Conditioning Conference*, Purdue, USA 2008, 2008.
- [16] U. Lindberg, M. Axell och P. Fahlén, ”Vertical display cabinets without and with doors – A comparison of measurement in a laboratory and in a supermarket,” i *Conference IIR, Sustainability and the Cold Chain*, Cambridge, 2010, 2010.
- [17] L. Rolfman, C. Markusson, M. Borgqvist och P. Karlsson, ”Dörrar på öppna kyldiskar och anpassning av kylsystem i butik,” BeLivs, 2014.
- [18] S. Jensen, U. Lindberg, L. Rolfman, P. Lidbom och D. Månsson, ”Dörrar på kyldiskar för minskad energianvändning och bättre inneklimat,” SP Rapport 2014:59 rev 2015-03-16, Borås, 2014.
- [19] U. Lindberg, H. Swartz och L. Rolfman, ”BF21 – Energi från hyresgästens kylsystem används i fastighetsägarens värmesystem – ett bidrag till ökad energieffektivisering,” 2018.
- [20] J. Termens, ”Samverkan för värmeutvinning från livsmedelsbutiker,” Relivs, 2020.
- [21] ÖNET, ”Energianvändning i livsmedelsbutiker,” 2000.
- [22] L. Rolfman, ”Incitamentbaserade hyresavtal livsmedelslokal / fastighetsägare, BF06,” BeLivs, 2013.
- [23] ”Slussen,” 03 12 2020. [Online]. Available: <https://www.slussen.biz/Home/MainOrganizationPage/12366?orgid=5165&type=News>. [Använd 02 02 2022].
- [24] Naturvårdsverket, ”Goda exempel energieffektivisering, LIP – lokala investeringsprogram: Coop forum i karlstad sparar energi,” 2008.
- [25] I. Fastigheter, ”Hållbarhetsfolder ICA Fastigheter,” 2016. [Online]. Available: <https://www.icafastigheter.se/globalassets/hallbarhet/hallbarhetsfolder-ica-fastigheter-2016.pdf>. [Använd 12 01 2022].
- [26] Tesab, ”Tesab,” 04 09 2020. [Online]. Available: <https://www.tesab.se/rm-kylteknik/nyheter/2020/09/04/overskottsvaermen-fraan-ica-naera-butiken-vaermer-hela-fastigheten/>. [Använd 15 02 2022].

- [27] Energimyndigheten, "Guide för genomförande av energieffektiva åtgärder, ET 2017:11," Statens energimyndighet, 2017.
- [28] Testab, "Referenser ICA Maxi Sundsvall," [Online]. Available: <https://www.tesab.se/abak/referenser/ica-maxi-stormarknad-sundsvall/>. [Använd 15 02 2022].
- [29] *Boverkets byggregler (2011:6) – föreskrifter och allmänna råd, BBR. BFS 2011:6 med ändringar till och med BFS 2020:4.*
- [30] *Boverkets föreskrifter och allmänna råd (2011:16) om funktionskontroll av ventilationssystem och certifiering av sakkunniga funktionskontrollanter, OVK. BFS 2011:16 OVK1, med ändringar t.o.m. BFS 2017:10 OVK3.*
- [31] *Boverkets allmänna råd (2012: 7) om funktionskontroll av ventilationssystem. BFS 2012:7 OVKAR 1.*
- [32] "Arbetsmiljöverket - Ansvar för ventilation," [Online]. Available: <https://www.av.se/inomhusmiljo/luft-och-ventilation/ansvar-for-ventilation/>. [Använd 18 09 2021].
- [33] Folkhälsomyndigheten, "Ventilation," [Online]. Available: <https://www.folkhalsomyndigheten.se/livsvillkor-levnadsvanor/miljohalsa-och-halsoskydd/tillsynsvagledning-halsoskydd/kompletterande-vagledning-om-ventilation/>. [Använd 31 december 2021].
- [34] Folkhälsomyndigheten, "Luftkvalitet," [Online]. Available: <https://www.folkhalsomyndigheten.se/livsvillkor-levnadsvanor/miljohalsa-och-halsoskydd/tillsynsvagledning-halsoskydd/luftkvalitet/>.
- [35] H. Severinsson, "Ventilation. Byggvägledning 7 - En handbok i anslutning till Boverkets byggregler, utgåva 5.," Svensk Byggtjänst. ISBN 978-91-7333-706-9, 2015.
- [36] Boverket, "Ventilation," [Online]. Available: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/regler-om-byggande/boverkets-byggregler/ventilation/>. [Använd 23 januari 2022].
- [37] C. Markusson, "Energieffektiv ventilation i butiker - återluft," Belivs förstudie, 2012.
- [38] K. Fyhr, L. Rosell och C. Markusson, "Energieffektivare ventilation i butiker - återluft," Belivs, SP , 2013.
- [39] C. Markusson och P. Ollas, "Avfuktning av luft i butiker, BF08," BeLivs.

- [40] S. Jensen, L. Rolfman och U. Lindberg, "Prioriterade åtgärder i befintliga livsmedelslokaler för ökad energieffektivisering," Belivs-förstudie, 2015.
- [41] "<https://www.munters.com/sv/industries/retail/>," [Online].
- [42] "Enervent - Matbutik," [Online]. Available: <https://www.enervent.se/kohdetarina/matbutik/>.
- [43] M. Axell, "Vertical display cabinets in supermarkets - Energy efficiency and the influence of air flows," Doktorsavhandling vid Chalmers tekniska högskola, Göteborg, 2002.
- [44] C. Markusson, "BeLivs Förstudie 03 Energieffektiv ventilation i butiker – återluft," 2012.
- [45] Folkhälsomyndigheten, "Ventilation," [Online]. Available: <https://www.folkhalsomyndigheten.se/livsvillkor-levnadsvanor/miljohalsa-och-halsoskydd/tillsynsvagledning-halsoskydd/kompletterande-vagledning-om-ventilation/>. [Använd 2021].
- [46] "<https://www.icafastigheter.se/globalassets/hallbarhet/hallbarhetsfolder-ica-fastigheter-2016.pdf>," [Online].
- [47] M. Lööf, "Utvärdering och jämförelse av CO2-kylsystem i en livsmedelsbutik," Examensarbete vid Uppsala Universitet, 2019.
- [48] S. Jensen, L. Rolfman och U. Lindberg, "Prioriterade åtgärder i befintliga livsmedelslokaler för ökad energieffektivisering, BF 13," BeLivs, 2015.

BILAGA 1 ENKÄTFRÅGOR

Enkät: Ventilation i livsmedelsbutiker

1. Godkännande enligt GDPR
2. Namn (frivilligt)
3. Företag (frivilligt)
4. Yrkesroll (projektör, projektledare, etc.)
5. Har du erfarenhet av utformning av ventilationssystem i livsmedelsbutiker?
 - a Ja, från de senaste 3 åren
 - b Ja, men längre än 3 år sedan sist
 - c Nej

UTFORMNING AV VENTILATIONSSYSTEM

Frågorna avser i första hand vad som är vanligast vid projektering av livsmedelsbutiker idag. Kommentera gärna om detta har förändrats över tid, och om du ser för-/nackdelar med olika metoder och systemval (för aktuell tillämpning).

6. Vad dimensioneras ventilationsflödet i livsmedelsbutiker vanligen utifrån? (flera val möjliga)
 - a Schablon eller minkrav baserat på golvyta
 - b Schablon eller minkrav baserat på antal personer som vistas i lokalen
 - c Beräknat erforderligt uteluftsflöde
 - d Beräknat kylbehov
 - e Beräknat värmebehov
 - f Annat
 - g Vet ejKommentar:
7. Om ni använder schabloner eller minkrav, vilka värden används? (Ange med enhet)
Svar:
8. Vad bestämmer vanligen erforderligt uteluftsflöde?
 - a Föroreningar från människor (med koldioxid som indikator)
 - b Andra föroreningar (från kyl- och frysboxar, varor, osv.)
 - c Annat (ange i kommentar)Kommentar:
9. Eftersträvas en koldioxidhalt under 1000 ppm i hela lokalen?
 - a Ja
 - b Nej

c Vet ej

Kommentar:

10. Vilket/vilka underlag använder ni för vägledning vid projektering av ventilationssystem för livsmedelsbutiker?

a Minimikrav på luftväxling

b R1 Riktlinjer för specifikation av inneklimatekrav

c Byggvägledning 7 Ventilation

d Annat (ange i kommentar)

e Vet ej

Kommentar:

11. Hur ofta tillämpas följande i livsmedelsbutiker? Utveckla gärna i kommentarsfältet.

a Ventilationsluften används för att värma lokalen

b Ventilationsluften används för att kyla lokalen (komfortkyla)

c Aktiv avfuktning i luftbehandlingsaggregatet

d Inblandning av återluft i tilluften

e Återvinning av värme från kyl- och frysdiskar för värmning av tilluft i luftbehandlingsaggregatet

12. Vilken distributionsprincip väljs vanligen för livsmedelsbutiker?

a Omblandande

b Deplacerande

c Varierad spridningsbild vid olika årstider och driftsförhållanden

d Vet ej

Kommentar:

13. I vilka delar lokalen tillförs vanligen ventilationsluft (tilluft)?

a I lager och butik.

b Enbart butik.

c Annat (ange i kommentar)

Kommentar:

14. I butiksdelen distribueras tilluften vanligen ...

a Jämnt i hela butiken.

b Med högre tilluftsflöde vid kassorna

c Annat (ange i kommentar)

Kommentar:

15. I vilka delar av butiken bortförs vanligen ventilationsluft (frånluft)?

a I lager och butik.

- b Enbart lager, med överluft från butik.
- c Annat (ange i kommentar)

Kommentar:

16 Vilken typ av flödesreglering är vanligast?

- a Konstant flöde (CAV)
- b CAV med reducerad ventilation utanför verksamhetstider
- c Variabelt flöde med enkel behovsstyrning (VAV)
- d Variabelt flöde (och ev. tilluftstemperatur) med avancerad behovsstyrning (DCV)

Kommentar:

17 Vilka parametrar styrs ventilationsflöde (och ev. tilluftstemperatur) efter?

18 Tar ni hänsyn till ofrivillig ventilation (via entré och lastportar) vid projektering av...? *Svarsalternativ: ja, ibland, nej, vet ej*

- a Ventilation
- b Värme
- c Kyla

Kommentar:

19 Känner du till ventilationslösningar eller -produkter specifikt framtagna för minskad energianvändning och/eller komfort i livsmedelsbutiker?

- a Ja (ange i kommentar)
- b Nej

Kommentar:

20 Om du gett exempel på ventilationslösningar i föregående fråga: Har du medverkat i projekt där dessa använts? Utveckla gärna!

UTVECKLINGSBEHOV

21 Har du erfarenhet av problem eller utmaningar i livsmedelsbutiker med avseende på...? *Svarsalternativ: ja, nej*

- a. höga temperaturer
- b. låga temperaturer
- c. hög koldioxidhalt
- d. hög luftfuktighet
- e. låg luftfuktighet
- f. kondensbildning på ytor i butik
- g. kallras
- h. drag
- i. annat

Kommentar till respektive punkt:

- 22 För energieffektiva livsmedelsbutiker behövs... Utveckla gärna i kommentarsfältet.
- a. Produktutveckling
 - b. Kunskapsökning kring effekten av olika ventilationslösningar och samverkan med övriga system
 - c. Kunskapsökning kring inverkan av ofrivillig ventilation (hur detta påverkar luftkvalitet, komfort, kyl/värmebehov)
 - d. Projekteringshjälp med avseende på dimensionering av luftflöden
 - e. Projekteringshjälp med avseende på systemval och systemutformning
- Kommentar: