

VÄRMEÅTER

med värmepump från livsm



I en befintlig livsmedelsbutik, ICA City Sparköp i Knalleland Borås, kyls värmen från livsmedelskylsystemet till utomhusluften via kylmedelskylare. Värmning av lokaler och tappvatten sker med fjärrvärme. Istället kan värmen från butikens kylsystem värmeåtervinnas och användas för uppvärmning av lokaler och/eller värmning av tappvarmvatten, för att minska energibehovet energikostnader för livsmedelsbutiken. I detta BeLivs-projekt planeras en värmepumpinstallation installeras, som använder värmen från livsmedelskylsystemet som värmekälla.

L ROLFSMAN, C MARKUSSON, M BORGQVIST, J BJÖRKMAN, K BÄCKSTRÖM
SP SVERIGES TEKNISKA FORSKNINGSSINSTITUT

■ Syftet med projektet var att utföra en demonstrationsanläggning för att energieffektivisera en existerande livsmedelsbutik i två delar. Första delen var att utföra en rad olika energieffektiviseringsåtgärder i ett av butikens kylsystem, för att sänka kylbehovet samt behovet av köpt el för att driva systemet. Andra delen var att energieffektivisera butiken genom att återvinna värmen som frigörs från det ombyggda kylsystemet för uppvärmningen av lokalen och tappvarmvatten. Andra delen beskrivs i denna artikel.

Energieffektiviseringspotential

Värmeåtervinningsens energieffektiviseringspotential beror på hur mycket de energieffektiviserande åtgärderna, som utförs på den kalla sidan (det ombyggda kylsystemet), sänker kylbehovet. Minskat kylbehov innebär mindre värme från kylsystemet och därmed mindre att värme återvinna. Användandet av en värmepump för värmning av tappvarmvatten och lokal, kommer innebära minskad mängd köpt energi i form av fjärrvärme för butiken. Om det senare visar sig att värmemängden från det ombyggda kylsystemet är för liten för att täcka hela fjärrvärmebehovet, är det möjligt att även förse värmepumpen med värme från andra maskinrum. Livsmedelsbutiken har totalt fyra maskinrum för kylda och frysta livsmedel som lagras i butiken. Installation av en värmepumpsanläggning innebär ett ökat behov av inköpt elenergi för att driva värmepumpsanläggningen, men ett minskat behov av inköpt fjärrvärme. Historiskt sätt är butikens fjärrvärmebehov för att värma lokalen och tappvatten ca 600 MWh/år. Detta efter att ventilationen ändrats till full återluft styrd via CO₂-givare i lokalen.

I butiken har de öppna kyldiskarna för den ombyggda kylkretsen försetts med dörrar för att sänka kylbehovet. Som ett steg i projektet anpassades kylanläggningen till det nya kylbehovet. Detta gjordes genom att införa flytande förångning, flytande kondensering, frekvensstyrning av kylmedelskylarens fläktar och de två on/off-styrda kylmaskinerna byttes ut mot fyra nya och mer energieffektiva kylmaskiner, varav två var varvtalstyrda. Detta sänkte kylbehovet i butiken med ca 50 % och elbehovet till kylsystemet med 75%.

Livsmedelsbutikens energieffektivitet kan ökas ytterligare genom att ta till vara på värmen från livsmedelskylsystemet. Det finns principiellt två sätt att genomföra värmeåtervinning, vad man väljer beror på det mottagande värmesystemet i butiken. I butikslokaler distribueras värme för lokaluppvärmning oftast med ventilationsluften. Det enklaste sättet att genomföra värmeåtervinning är att höja kondensortrycket i kylsystemet tillräckligt högt för att direkt växla värmen till mottagande värmesystem. Detta förutsätter stora värmeväxlare i ventilationssystemet för att

VINNING

edelkylsystem i butik

kunna hålla nere framledningstemperaturen och kondenseringstrycket. Kondenseringstrycket avgör kondenserings-temperatur i kylsystemets kondensator. För att värmeväxla kondensatorvärmens från kylsystemet till det luftburna lokaluppvärmningssystemet krävs en kondenseringstemperatur på 35 - 40°C eller motsvarande mätningstryck på köldmediets mätningsskurva. När värme behövs för värmning av lokal eller tappvarmvatten, kommer kylsystemet med denna värmeåtervinningsmetod alltid att arbeta med förhöjd kondensering oberoende av aktuellt värmebehov. Förhöjd kondensering innebär försämrade effektivitet hos kylaggregaten, eftersom de måste arbeta upp en större tryckstegring mellan förångaren och kondensorn. Kondenseringstrycket får heller inte överstiga det högst tillåtna trycket för kylaggregaten.

Det andra sättet att återvinna värmen från kylsystemet är att använda en värmepump. Värmepumpen höjer temperaturen på den värmemängden som frigörs från kylsystemets kondensator, till den framledningstemperatur som befintliga värmeväxlare i butikens värmesystem behöver. Kondenseringstrycket i kylsystemet kan då hållas lågt. Med metoden att använda värmepumpar för att få önskad framledningstemperatur kan både tappvarmvatten värmas och värmeväxlare som är anpassade för uppvärmning av fossila bränslen eller med fjärrvärme användas. I många system finns dessutom både radiatorer, areotemperar och ridåvärmeväxlare, som är konstruerade för en högre framledningstemperatur. I ett så kallat land som Sverige, är att höja kondenseringstrycket för att kunna använda värmen från kylsystemet egentligen detsamma som att införa elvärme via elmotorer för överskottstrycket.

Av dessa två metoder har flera beräkningar visat att det billigaste är att höja kondenseringstrycket i kylsystemet framför att göra investeringen i en värmepump. Förutsättningen för dessa beräkningar var att alla värmeväxlare var utförda för lågtemperaturlösning och att tappvatten inte värms till användningstemperatur, utan värms eller eftervärms med annat uppvärmningssystem.

Ytterligare en metod att återvinna värmen från kylsystemet är att utnyttja transkritiskt CO₂-system om ett sådant finns installerat i butiken. Vad som gäller med CO₂-system jämfört med andra möjliga system för befintliga butiker i Sverige, återstår att visa i något objektivt jämförande demonstrationsprojekt.

I befintliga lokaler där fossila bränslen eller fjärrvärme har använts för uppvärmning är värmeväxlare anpassade för stora temperaturdifferenser mellan framledningstemperatur till värmeväxlaren och omgivande inneluft. De beräkningar som redovisats, dels Vattenfalls studie inom Uppdrag 2000 som sedan även har benämnts STIL 1 och dels

från KTH utgår från stora värmeväxlare. Båda dessa beräkningar visar att med ett behov av 30 - 35°C för uppvärmning av luft i ventilationssystemet är det mer ekonomiskt att arbeta med förhöjd kondensering i livsmedelskylsystemet. I detta demonstrationsprojekt består livsmedelsbutikens befintliga system för uppvärmning av lokalen av flera olika värmeväxlare anpassade för fjärrvärme och en högttemperatursystemlösning. Därför har värmepumpar, (som använder kondensatorvärmens i kylsystemet som värmekälla) installerats för att höja temperaturen på den nödvändiga energimängd som behövs för lokaluppvärmning i butiken. Dessutom gör värmepumpinstallationen det möjligt att försörja byggnaden med dess behov av varmt tappvatten.

Beskrivning av byggnaden och dess tekniska system

Den aktuella byggnaden i demonstrationsprojektet är gammal och har ett dåligt klimatskal. Dessutom finns det i byggnaden en inglasad (växthuslikande) lokal för försäljning av växter. Denna lokal har ett sämre ventilationssystem än resten av byggnaden och har ren frånluft (där fläktarna sitter i väggen) utan värmeåtervinning av ventilationsluften. Därmed har byggnaden ett relativt stort värmebehov. Butiken har även ett relativt stort behov av tappvarmvatten, eftersom butiken har ett bageri, köttavdelning och ett kök för att producera färdigrätter i sin verksamhet. Tappvarmvattenbehovet ligger på omkring 4 - 5 m³/dygn. Lokalen och tappvatten värms med fjärrvärme och värmeväxlare är anpassade för en högttemperaturlösning. Uppvärmning av byggnaden sker främst genom att värma tilluften i ventilationssystemet, men butiken har även radiatorer, areotemperar och uppvärmda luftridåer installerade. Det högsta värmeeffektbehovet i butiken för lokaluppvärmning och värmning av tappvarmvatten ligger på ca 160 kW. Butiksytan har en area på ca 3000 m².

Genomförande

En värmepumpsanläggning installerades i butiken i Borås, med syfte att värma både butiksbyggnaden och tappvarmvatten. Mätutrustning installerades på värmepumpsanläggningen för att kunna mäta utfallet av installationen. Värmepumpsaggregaten som valdes i projektet var av standardutförande med On/off-reglering, och av typen vätska/vatten. Värmepumpsanläggningen ska kunna värma 60-gradigt vatten till de värmeväxlare som behöver denna temperatur vid maximal last och till beredning av tappvarmvatten. Det medförde att aggregat med köldmedium R134a valdes för att uppfylla detta krav.

Värmeåtervinning, tappvattenvärmning och lokaluppvärmning

Det är endast det ombyggda kylsystemet som hittills är kopplat till värmepumpansläggningen. Butiken har fyra olika maskinrum för livsmedelskyla. Ett maskinrum har redan värmeåtervinning, där metoden är att höja kondenseringsstycket för att kunna nyttiggöra värmen från kylsystemet. Det ombyggda kylsystemet (som har energieffektiviserats genom en rad åtgärder) är kopplat till ett annat maskinrum. Det finns alltså i butiken ytterligare två maskinrum för livsmedelskyla att koppla till värmepumpansläggning, om ytterligare värme behövs.

Värmepumpen projekterades för att täcka hela butiksklokalens behov av lokaluppvärmning och tappvarmvatten. Butiken har ett varmvattenbehov på 4-5 m³ varmvatten per dygn, där behovet är ganska jämt fördelat under butikens öppettider. Värmepumpen ackumulerar 60°C varmvatten i två standardiserade tappvarmvattenberedare med en total volym av 1500 liter. Värmepumpen prioriterar att värma tappvarmvatten och värmer byggnaden då tappvarmvärmning är tillgodosedd. Två standardiserade ackumulatortankar för lokaluppvärmning med en total volym av 1500 liter kopplades till värmepumpen.

Om värme från kylsystemet inte räcker för att tillgodose butikens behov av uppvärmning av lokal och tappvarmvatten, kommer fjärrvärmen gå in för att täcka upp behovet.

Eleffekt

Butiken har sommartid problem med abonnerad eleffekt, då behovet av eleffekt kan överstiga den abonnerade maxeffekten. Det är kostsamt att överstiga den abonnerade maxeffekt som står i kontraktet med elleverantören. Den nya värmepumpen kommer nästan att kunna ackumulera

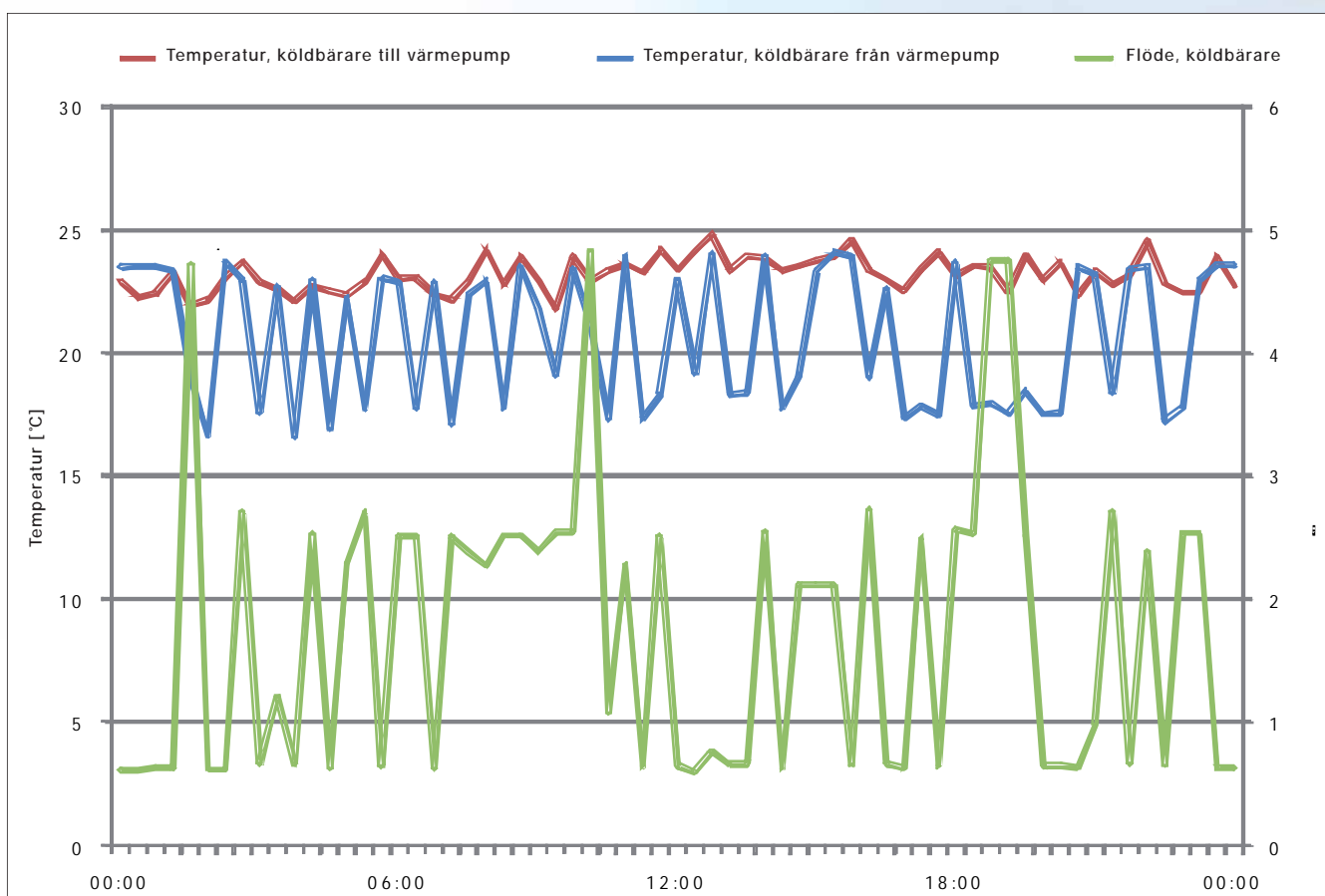
hela varmvattenbehovet nattetid och eleffektbehovet dagtid kommer därför att minska. Dessutom har det åtgärdade kylsystemet lägre kylbehov, vilket kräver mindre elenergi för att driva kylaggregaten. Trots det minskade behovet av elenergi bör varmvatten ackumuleras nattetid, då det kan komma att minska behovet av abonnerad effekt.

Styrning

Värmepumpsaggregaten levererades med inbyggt styrsystem, som användes för styrning av värmepumpssystemet. Kylsystemet har ett eget styrsystem, som under projektiden inte sammankopplades med styrning för värmeåtervinning med värmepumpansläggningen. Inte heller styrning av fjärrvärmesystemet var kopplat till övriga styrsystem, vilket innebär att varken kylsystemet, värmepumpansläggningen eller fjärrvärmesystemet kan kommunicera med varandra. Sådan kommunikation behövs för att nyttja hela den möjliga energieffektiviseringspotential installationen av värmeåtervinningen bär med sig.

Styrstrategi under projekteringen var att styra mot så låga driftskostnader som möjligt för kylsystemet för livsmedelskyla. Tillgänglig värme för värmeåtervinningen med värmepump bestäms av det kylbehov som råder i livsmedelskylsystemet. Kylsystemets kylmedel styrs så att temperaturen aldrig ger en lägre kondensering i kylsystemet, än vad detta är anpassat för. Den värmemängd som inte behövs kommer då ackumulatortankarna är laddade att dumpas i kylmedelkylaren.

Kylmedelkylaren och värmepumparna styrdes efter installation av värmepumpansläggningen så att de inte skulle "kollidera" och att inte värme (som kan användas i värmepumpen) dumpas i kylmedelkylarna i onödan. Men styrningen av kylmedelkylare och värmepumparna har gjorts



Figur 1. Temperaturer och flöde för köldbäraren, under ett dygn under mätperioden.

med onödigt stora temperaturdifferenser. Värmepumpsaggregaten har styrt ner kylmedelstemperaturen till 12°C. Om inte all värme används av värmepumpssystemet, kommer kylmedeltemperaturen att stiga till kylmedelkylarens börvärde 20°C. Det senare leder då till att när all värme återvinns och används av värmepumpssystemet, går kylaggregaten med lägsta tillåtna kondensering på 15°C. När sedan inte all värme behövs för lokaluppvärmning och tappvarmvatten kommer kondenseringstemperaturen i kylaggregaten att stiga upp mot 22 - 23°C. Detta ger en onödigt hög driftkostnad för kylaggregaten, ca 15 - 20 % högre än om kondenseringstemperaturen är 15°C istället.

Mätningar

Mätutrustning sattes upp vid installationen av värmepumpsaggregaten för att beräkna värmemängder till och från värmepumpsanläggningen samt den el som värmepumpsaggregaten använder. Mätningar av värmepumpsanläggningen kom igång i slutet av december 2013 och inom projektiden finns två veckors utförda mätningar. Dygnsmedelvärdet för värmeenergi levererad från kylsystemet till värmepumpsanläggningen under mätperioden var ca 1230 kWh/dygn.

Temperaturerna och flödet för köldbärare, som överför värmen från kylsystemet till värmepumpen, beskriver hur värmepumpsanläggningen arbetar och kallar på värme. 1 presenterar värmepumpsdriften under ett dygn under mätperioden.

Figur 1 påvisar två saker:

1. Värmepumpen startar och stoppar ofta. Varje sänkning av köldbärartemperatur ut från värmepumpsanläggning indikerar att den startar och varje höjning att den stannar. On/off-reglering gör att värmepumpsaggregaten enbart kan ge maxeffekt eller ingen effekt alls. Den enda dellastfunktion värmepumpsanläggningen har är att den kan avgöra hur många aggregat som ska igång samtidigt. Genom att installera ackumulatortankar (som är gjort i projektet) får värmepumpsanläggningen längre gångtider, då den laddar värme mot en större vattenvolym. Värmepumpsanläggningen startade och stoppade ändå ofta under mätperioden.
2. Utgående köldbärartemperatur var inställd på att sänkas till 15°C, men figuren visar att den sänktes som lägst till knappt 17°C. Mätutrustningen som data i Figur 3 bygger på var kalibrerad med en uppskattad mätosäkerhet på 0,3°C. Styrande temperaturgivare i värmepumpsanläggningen var inte kalibrerade innan de installerades. Det är viktigt att man vet hur mycket de temperaturgivare som styr och övervakar driften avviker från verkligt värde för att få önskad styrning. Överlag kalibreras eller verifieras inte sådana temperaturgivare, varken innan de sätts in i anläggningarna eller under driften. Fel på temperaturgivare uppmärksammas generellt endast om de ger orimliga värden eller inga värden alls.

Värmeenergi till lokaluppvärmning och tappvarmvattenberedning

Dygnsmedelvärdet för värmeenergi levererad från värmepumpsanläggningen till lokaluppvärmningssystemet under mätperioden var ca 1250 kWh/dygn. Dygnsmedelvärdet för värmeenergi levererad från värmepumpsanläggningen till tappvarmvattenberedaren under mätperioden var ca 200 kWh/dygn. ►



I medelvärde levererade den installerade värmepumpsanläggningen 1450 kWh/dygn under mätperioden. Utomhustemperaturen dessa två januariveckor varierade mellan ca -7°C och 7°C och hade ett medelvärde på omkring 2°C under mätperioden.

Elenergi till värmepumpsanläggningen

I snitt använde de fyra olika värmepumpsaggregaten tillsammans elenergi motsvarande ca 360 kWh/dygn under mätperioden. Det var framförallt aggregat 1 och aggregat 2 som var som var i drift under mätperioden och i snitt låg värmepumpsanläggningens COP-värde på 4.

Värmepumpsanläggningens täckningsgrad

Fjärrvärmens ska ta gå in och värma, då värmepumpsanläggningen inte klarar hela värmebehovet lokaluppvärmning och tappvarmvattenberedning. Enligt mätningarna är behovet av fjärrvärme inte beroende utomhustemperatur under tiden för mätningen och värmepumpsanläggningen täcker ungefär 50 % av värmebehovet.

Anledningen till att fjärrvärme täcker ca 50 % av värmebehovet, som inte är relaterat till varken utetemperatur eller värmebehov, kan bara vara fel i driften av systemen. Det visade sig att ventilen för fjärrvärme till butiken stod öppen, eller delvis öppen, även om övervakningssystemet visade att den var stängd. Detta medförde att under den första tiden efter värmepumpsinstallationen så nyttjades inte värmen från kylsystemet fullt ut. Värmepumpsanläggningen täckte endast upp det värmebehov som fjärrvärmens inte levererade, istället för tvärtom som det var tänkt. Ventilen åtgärdades efter mätperioden och enligt kontakt med butiken har deras fjärrvärmeanvändning i mars månad gått ner mot noll, vilket tyder på att värmen från kylsystemet tillsammans med värmepumpsanläggningen nu används fullt ut. Felet i fjärrvärmeventilen innebar också att den verkliga begränsningen av hur mycket av butikens värmebehov som återvinningen med värmepumpsanläggningen kan täcka, inte gick att bestämma.

Inledningsvis, då värmepumpsanläggningen installerades, visade mätdata att kylmedelkylarens (KMK) fläktar arbetade, d.v.s. värme från kylsystemet kylades bort med uteluft i stället för att återvinna värmen med hjälp av värmepumpsanläggningen. Värme som kunde ha används till uppvärmning av lokal och tappvarmvatten kylades bort i onödan, samtidigt som fjärrvärme köptes in för att täcka

butikens värmebehov. Det är oklart hur mycket värme som kylades bort i KMK:n, då det inte finns någon mätning på denna värme. Det går därför inte att säga om värmepumpsanläggningen skulle kunna ha täckt hela lokalens värmebehov under mätperioden.

Detta påvisar tydligt nödvändigheten av att styrningen för alla system samordnas och vikten av att underhåll görs, där översyn av systemen både gällande mätning och gällande inställningar är en del. Uteblivet underhåll ger stor känslighet, då små fel i systemen och styrningen kan leda till stora ökningar av driftskostnader.

Energieffektiviseringspotential – uppmätt

Fjärrvärmenehuvet, under mätperioden i januari 2014 och jämfört med samma period under 2013, har minskat med ca 1000 kWh/dygn efter installationen av värmepumpsanläggningen. Butikens värmebehov för lokaluppvärmning och tappvarmvattenvärmning relaterat till utomhustemperatur är samtidigt likvärdig mellan januari 2013 och januari 2014.

Mätningarna visar att värmepumpsanläggningen ersätter fjärrvärme med omkring 800 - 1400 kWh per dygn och har ett elbehov mellan 200 - 400 kWh per dygn. Minskat energibehov som följd av värmepumpsinstallationen ligger mellan 600 - 1000 kWh/dygn. Utomhustemperaturen var under mätperioden i medel 2°C , med en maxtemperatur på ca 7°C och en mintemperatur på ca -7°C .

Uppskattningen visar på att besparing i inköpt energi per dygn under mätperioden var mellan 400 - 900 SEK om fjärrvärmepriset antas vara 0,80 SEK/kWh och elpriset vara 1,00 SEK/kWh.

Slutsatser

Återanvändning av värme, s.k. värmeåtervinning, från livsmedelskylanläggningar är oftast lönsamt. I detta demonstrationsprojekt installerades en värmepumpsanläggning för att återvinna värme från ett kylsystem i en befintlig livsmedelsbutik för att värma butikens lokal och tappvarmvatten. Omräkning till total årsenergivinst kan enbart bli en skattning i detta projekt, eftersom verkliga mätningar under ett helt år före och ett helt år efter värmeåtervinningsinstallationen, inte har kunnat genomföras inom projekt-tiden. Utgångspunkten i ett års totalinköp av fjärrvärme kopplat till en uppfattning om hur långt ner i utetemperatur som den nu befintliga installationen räcker till, bör ge en bra uppskattning. Att anta ett COP på 4 är lågt med de mätningar som redovisats.

Före installationen av värmepumpsanläggningen köpte butiken ca 600 MWh fjärrvärme per år. Om behovet av fjärrvärme efter installationen går ner till 100 MWh/år skulle vinsten, med ovanstående prisantaganden, åtminstone kunna skattas till 275 000 kr/år.

Detta gäller med en fast kostnad per MWh för energislag. Nu ser inte fjärrvärmesystemet och elsystemet ut på det här sättet, då det finns både en fast och rörlig avgift. När inte hela värmeffödet från kylsystemet behövs för uppvärmning, går överskottet av värmen ut till omgivningen. Att detta ska kunna ske utan extra förhöjning av kylmedelstemperaturen för att kunna separera värmepumpsanläggningen och kylmedelkylaren från varandra, undersöks nu i styrsystemen. Kravet är att ingen värme som behövs för uppvärmning ska gå ut till omgivningen. Med andra ord ska ingen fjärrvärme köpas in samtidigt som värme från kylsystemet kyls med uteluft i kylmedelkylaren.

Mätningarna och beräkningarna tar inte hänsyn till den minskade utkylningen av butikslokalen, då dörrar har satts på kyldiskar. Utkylningen, d.v.s. den kyla som läcker ut ur diskarna, hindras av dörrarna vilket leder till minskat behov av uppvärmning av lokalen för att kompensera utkylningen. Någon minskad uppvärmning under vintern vid en jämförelse mellan 2013 och 2014 har inte kunnat konstateras. Innetemperaturen i den aktuella lokalen har blivit varmare enligt de mätningar som utförts i projektets kyldel. I andra butiker kan denna påverkan komma att bli tydligare.

Behov av ett överordnat styrsystem, som samordnar t.ex. värmepumpens sänkning av kylmedeltemperaturen och kylmedelkylarens dumpning av överskottsvärme är väldigt viktigt. Kompressorernas krav på lägsta kondenseringstryck måste även det säkerställas av värmepumpstyrningen. Värmepumpsanläggningen var inte helt intrimmad under mätperioden, utan intrimningen kommer att pågå resten av året för att vara säkert i alla driftsfall.

Värmepumpsaggregaten som installerades hade on/off-reglering och sådan reglering har egentligen tre nackdelar:

Nackdelarna är:

1. Vid varje start måste drifttiden vara tillräckligt lång för att skapa jämvikt i kompressorernas oljesystem och hinna få balans i interna temperaturer. Täta starter kan slita ut delar av maskineriet i förtid.
2. On/off-drift innebär att kompressorn går med full effekt eller inte alls. Därmed kommer det alltid vara fulla temperaturdifferenser i alla värmeväxlare vid kompressordrift. Med drift vid lägre köldmedieflöden (som uppstår vid del-

last med frekvensomformare) blir vinsten i differenser större än förlusten av energi i frekvensomformaren.

3. Digital styrning av on/off ger pendlingar i systemet, som kan vara svåra att absorbera och förhindra ineffektiv drift i andra delar av systemet.

Fördelen med on/off-reglering var tidigare lägre investeringskostnader, men kan idag vara ett historiskt argument på grund av kraven på installation av buffertvolym (ackumulatortankar) för att öka driftstiderna. Genom att ladda värme till ackumulatortankar (en större systemvolym av värmevatten) istället för att enbart tillgodose momentana värmebehov i lokalen (utan ackumulatortankar och mindre systemvolym) ökar tiden värmepumps-aggregaten är i drift varje gång de startar.

Vid jämförelser mellan projektets mätgivare och den ordinarie styrningens givare, inses att det troligen är vanligt med onödigt höga temperaturer i systemen. I projektet finns insticksgivare som är välkalibrerade. I styrsystemet användes utanpåliggande okalibrerade givare. Blir det kallt kommer börvärden att justeras upp, men är det för varma framledningstemperaturer är systemen och driftspersonalen nöjda. Man ska komma ihåg att varje extra °C utgående framledningstemperatur från värmepumpen (egentligen kompressorernas kondenseringstryck) betyder upp mot 3 % extra elenergibehov för att driva kompressorerna. Om inte den totala värmemängden kräver den här elvärmens från värmepumpens kompressormotor är detta en reell förlust. I projektet har en verklig framledningstemperatur på över 2°C än inställt värde kunnat observeras. Detta är säkert inte ovanligt förekommande för denna typ av utrustning. ►



Rekommendationer och fortsatt arbete

Användning av livsmedelskylanläggningens värme i butiker är alltid något som skall studeras. Alla butiker i Sverige kan klara sig i regel med denna värmekälla som uppvärmning och oftast utan annan värmekälla som tillsats, vid det maximala värmebehovet. Risken att kylanläggningen i en butik faller ifrån är väldigt liten. Dessutom finns det larm på kylsystemet kopplade för mottagning dygnet runt som uppmärksammar om kylsystemets drift stannar.

Hur återanvändningen av värmen tekniskt ska göras måste studeras för varje enskild butik. Finns det många uppvärmningsanordningar, som kräver höga framledningstemperaturer kan alternativ med värmepump vara det mest ekonomiska alternativet. Med sådana anordningar måste värmväxlare byggas om, om värmeåtervinning ska ske genom att höja kondenseringen i kylsystemet. Teoretiskt finns det en ombyggnadsnivå för värmväxlare, som balanserar kostnaden för en installation av en värmepumpsanläggning. Oberoende av val av återvinningssystem måste hela butikens styrsystem studeras i detalj och troligen förändras. Det kan vara värt att notera att de olika styrsystemen (för t.ex. kylsystem, ventilation, värmekälla) och i butiker ofta har både olika leverantörer och sköts av olika serviceföretag. Det är inte vanligt att dessa företag kan något om de andra områdena.

En total LCC-analys (livscykelkostnad) för att jämföra värmeåtervinning med ett CO₂ transkritiskt system mot alternativet med ett traditionellt kylsystem och värmepump, är intressant för alla de butiker i Sverige som ännu inte har gjort något för att återvinna värme.

I en nära framtid måste standardvärmepumpar med varvtalsstyrning finnas att tillgå. Hur deras verkliga driftsekonomi då är jämfört med alternativet on/off-strykning vore även det väldigt intressant för användaren. Man ska komma ihåg att normalt är värmebehovet väsentligt lägre än uppvärmningssystemets installerade maxeffekt och delaster gäller under huvuddelen av året. Det innebär en större procentuell vinst i driftsfallet, än de 3 - 4 % som gäller i en modern frekvensomformare som möjliggör dellastreglering. Med PM/EC motorer blir förlusten mindre.

Den stora förändring, som införandet av många fler regulatorer innebär, ställer fler krav på installatörer vid dimensionering, igångkörning, dokumentation och service. Det finns exempel på system som inte går bra och med stora pendlingar i systemen. De i Sverige traditionella indirekta

kylsystemen har varit ställda så att inga förändringar egentligen inträffar under årets varierande yttre förhållanden. Införandet av mer sofistikerade system både för kyla och värme kräver kunskap. Det är dessutom en gammal erfarenhet att även de bästa systemen degenererar om de inte underhålls med kunskap.

En genomgång av temperaturmätningar i system eller metodik för att säkerställa optimal drift av värmepumpar trots stora mätfel i systemen, är i större fastigheter en nödvändighet.

Tillägg: Efter att rapporten sammanställts så har butiken genomfört:- En ytterligare värmepump med frekvensstyrning för att få en bättre drift

- Ett större maskinrum har anslutits till kalla sidan på de nu 5 värmepumpsaggaten
- Ett 3- vånings kontorshus har anslutits och dess fjärrvärme sagts upp - Butikens fjärrvärmeabonnemang (flödes-taxa) har väsentligt skurits ner. ☩

FAKTA OM BELIVS

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

Litteraturreferenser

[1] Rolfsman, L., Markusson, C., Borgqvist, M., Karlsson, P., "Dörrar på öppna kyldiskar och anpassning av kylsystem i butik", BeLivs BP04, Projekt 35667-1, Dnr 2011 005756 Energimyndigheten, 2014, 60 sidor

Tillgänglig på www.belivs.se

[2] Landfors Kristina et al; "Energieffektivisering i livsmedelsbutiker", Ö-net, Örebro, april 2000, 74 sidor

[3] Axell Monica, "Vertical cabinets in supermarkets", PhD Thesis, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg, dec 2002, 254 sidor

[4] Lindberg Ulla et al, "Supermarkets, indoor climate and energy efficiency - field measurements before and after installation of doors on refrigerated cases", Conference Proceedings, 12th International Refrigeration and Air Conditioning Conference, Purdue, USA, 2008

[5] Energimyndigheten, "Förbättrad energistatistik för lokaler - "Stegvis STIL" Rapport för år 1", ER2007:34, Statens Energimyndighet, Stockholm, 2007, 92 sidor

[6] Arias Jaime et al, "Effektivare Kyla", Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm, 2004, 87 sidor

[7] Marigny John, "Analysis of simultaneous cooling and heating in supermarket refrigeration systems", Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm, 2011, 76 sidor