

Energieffektivisering av **komfortkylsystem**

Andelen byggnader med komfortkylsystem har ökat kraftigt under 1990-talet och fortsätter att öka. Dessa system står för upp till 10-20 procent av en byggnads totala elenergi-användning. Komfortkylsystem står alltså i många fall för en inte oansenlig del av en byggnads energi-användning. Mot den bakgrunden är det väsentligt att försöka samla tänkbara åtgärder för att effektivisera driften av komfortkylsystem.

För att en byggnad, med klimatkrav som innehåller maxtemperaturer och är försedd med ett komfortkylsystem, skall bli energieffektiv måste komfortkylsystemet tas med i analysen. Att genomföra en inventering och analys av sitt befintliga komfortkylsystem borde därför vara en lika naturlig åtgärd som en genomgång av övriga system i en byggnad.

Inneklimatkrav påverkar

Inneklimatkrav handlar inte enbart om inomhustemperaturen utan kan innehålla krav på ett stort antal faktorer och parametrar. Det kan vara t.ex. koncentrationer av gaser och partiklar, lufthastighet, ljudnivå, ljusstyrka, elektromagnetiska fält etc. Flera av dessa faktorer påverkar, direkt eller indirekt, energianvändningen i en byggnad. Till exempel påverkar krav på luftkvalitet det erforderliga luftflödet i en byggnad och därigenom energianvändningen i fläktaggregatet och komfortkylsystemet och krav på belysningsstyrka påverkar mängden belysningsarmaturer och internt genererad värme och därigenom både elenergianvändningen av belysning och komfortkylsystemet.

Det inneklimatkrav som normalt har störst påverkan på kylenergianvändningen är trots allt inomhustemperaturen. Inneklimatkrav påverkar energianvändning både vid projektering av en byggnad och vid drift av densamma.

Vid projektering påverkar inneklimatkrav både systemval och dimensionering av

komponenter i t ex komfortkylsystemet. Val av system kan innebära stora skillnader i energianvändning och överdimensionering av enskilda komponenter kan medföra att de arbetar med sämre verkningsgrad än vid korrekt dimensionering.

Vid drift av komfortkylsystemet påverkar inneklimatkrav t ex kapacitetsutnyttjande och drifttider för fläktar, pumpar och kylmaskiner samt flöden i luft- och vattenburna system.

Nedan redovisas exempel på hur olika inneklimatkrav påverkar driften av ett klimathållningssystem. För enkelhetens skull väljs inneklimatkrav som två absoluta gränser, mintemperatur respektive maxtemperatur. I exemplet används ett normalt kontorshus försett med ett VAV-system och beräkningarna har genomförts med energi-beräkningsprogrammet BV².

I och med att ett VAV-system valts i exemplet påverkas även elenergianvändningen till fläktarna. Av resultaten kan man dra slutsatsen att man bör lägga kravet på max inomhustemperatur så högt som möjligt sommartid, dock utan att människor upplever obehag. Den tillåtna maxtemperaturen i ett rum eller en byggnad måste naturligtvis i första hand bestämmas utifrån människans termiska upplevelse. Den mest komfortabla inomhustemperaturen sommartid ligger normalt i området 23-25°C varför maxtemperaturkravet bör ligga på den nivån eller endast tillåtas överskridas under korta perioder.

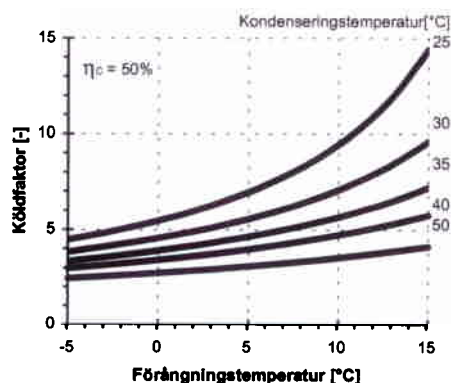
Trimma kylproduktionen

För att kylmaskiner skall arbeta energieffektivt och för att driftförhållandena skall bli gynnsamma kan ett antal mål formuleras:

1. lägsta möjliga skillnad mellan kondensering- och förångningstemperatur
2. lägsta möjliga kondenseringstemperatur
3. lämpliga vattenflöden på kylmaskinens förångnings- och kondenseringssida
4. kontinuerlig drift och energieffektiv kapacitetsreglering

Vi tittar närmare på punkt 1. En kylmaskins köldfaktor anger förhållandet mellan

alstrad kyleffekt och erforderlig eleffekt till kylkompressorn. Allmänt gäller att ju högre köldfaktor desto mindre energi åtgår för att producera en viss mängd kyla.



Kylmaskinens köldfaktor som funktion av förångar- och kondensortemperaturer. Diagrammet är teoretiskt och framtaget med en antagen carnotsk verkningsgrad $\eta_c = 50\%$.

För att åstadkomma en höjning av köldfaktorn kan rent kyltekniska åtgärder vara effektiva. Dessa berörs dock inte i denna artikel. Det finns dessutom även rent vstekniska åtgärder som förbättrar kylmaskinens prestanda. Den kanske effektivast åtgärden är att påverka köldbärarens temperatur. Köldbärartemperaturen påverkar kylmaskinens förångningstemperatur och därmed också dess köldfaktor. Traditionellt konstanthålls denna under året men den kan istället tillåtas variera efter byggnadens kylbehov. Praktiskt innebär det att temperaturen i köldbärarsystemet tillåts variera med utetemperaturen.

Det är luftkylaren i ventilationsaggregatet som normalt erfordrar den lägre temperaturen på köldbäraren. Den temperaturen bestämmer därmed kylmaskinens förångningstemperatur. Vanligtvis är kylmaskinens förångningstemperatur ca 5°C lägre än köldbärarens temperatur. Köldbärarens låga temperatur erfordras normalt sett endast vid dimensionerande tillstånd vilket brukar vara vid en utelufttemperatur på ca 25°C (för luftkylaren). Vid övrig tid på året

då kyla erfordras kan köldbärartemperaturen höjas under förutsättning att ingen ansluten luftkylare kräver konstant köldbärartemperatur. Höjningen av köldbärartemperaturen innebär att kylmaskinens förångningstemperatur kan höjas i motsvarande grad. Följden blir att kylmaskinens köldfaktor kommer att öka varvid dess elenergianvändning sänks för att producera en kWh "kyla".

Om dimensionerande köldbärartemperatur är ca 6-8°C vid en utetemperatur på ca 25°C kan köldbärartemperaturen höjas till ca 14-16°C vid en utetemperatur på 15°C. Vid den utetemperaturen upphör normalt behovet att kyla ventilationsluften. Kvar att kyla är eventuellt anslutna vattenburna rumsapparater som erfordrar kyla från kylmaskinen så länge som byggnaden har ett värmeöverskott. Dessa är normalt dimensionerade för att arbeta vid ca 14°C.

Hur mycket kan denna åtgärd minska energianvändningen? I [1] redovisas en beräknad besparing på ca 20% av elenergin till kylmaskinen med förutsättningar enligt ovan. Kondenseringstemperaturen var i det fallet konstant.

När utomhustemperaturen sjunker ytterligare minskar oftast kylbehovet i en byggnad och därmed kan t.ex. vattenburna rumsapparater arbeta med lägre kyleffekt. Det bör därför undersökas om det är möjligt att ytterligare höja köldbärartemperaturen då utomhustemperaturen går under 15°C för att ytterligare förbättra kylmaskinens COP.

Bengt Bergsten
CIT Energy Management

Rapporten kan hämtas i pdf-format från EFFEKTIVs hemsida www.aktiv.org

Referenser

1. Energigrigtig design af køleanlæg til luftkonditionering, Teknologisk Institut, Energi, Tåstrup Danmark, 1999

Energi- och effektbehov vid dimensionering av klimathållningssystem (VAV) vid olika inneklimatkrav

Inneklimatkrav (min/max)	Elenergi kylmaskin		Elenergi till fläktar		Dimensionerande kyleffekt	
	(kWh/m ² år)	Förändring (%)	(kWh/m ² år)	Förändring (%)	(W/m ²)	Förändring (%)
20/22 °C	8,7	0	18,8	0	93	0
20/24 °C	6,9	-21	14,5	-23	64	-31
20/26 °C	6,3	-28	14,1	-25	46	-50

