

Komfortkyla

Per-Erik Nilsson





EFFEKTIV är ett samarbetsprojekt mellan staten och näringslivet med ELFORSK som koordinator. EFFEKTIV finansieras av följande parter:

- ELFORSK
- Borlänge Energi AB
- Borås Energi AB
- Byggeforskningsrådet
- Elbolaget i Norden AB
- Falu Energi AB
- Gränings Kalmar Energi AB
- Göteborg Energi AB
- Jämtkraft AB
- Karlstads Energi AB
- Mälar Energi AB
- Skellefteå Kraft AB
- SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut
- Statens Energimyndighet
- Svenska Fjärrvärmeföreningen
- Sydkraft AB
- TA Hydronics AB
- Umeå Energi AB
- Uppsala Energi AB
- Vattenfall AB
- Öresundskraft AB

Förord:

Användningen av komfortkyla ökar kraftigt i Sverige. Idag är de flesta hyresvärdar mycket medvetna om vikten av att kunna erbjuda befintliga och nya kunder i kommersiella lokaler en bra inomhusmiljö. Samtidigt blir också hyresgästerna allt mer medvetna om vilka krav de kan ställa på inomhusmiljön.

Inomhusmiljön är sammansatt av många parametrar. Det en hyresgäst i en lokalfastighet omedelbart blir varse är det termiska klimat som råder i lokalen. Sedan länge har det varit självklart att temperaturen inomhus inte får bli för låg. Nu ställs kraven allt oftare på att temperaturen inte heller får bli för hög.

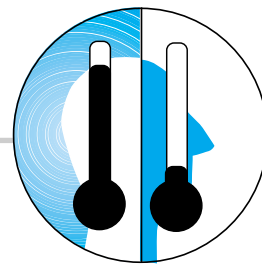
Såväl vid nybyggnation som vid ombyggnation och renovering, installeras olika system för komfortkyla. I denna skrift görs en översiktlig genomgång av de system som idag används för att distribuera kyla i lokalbyggnader. Metoder för att "producera" kylan berörs endast helt kort.

Per-Erik Nilsson, CIT Energy Management AB

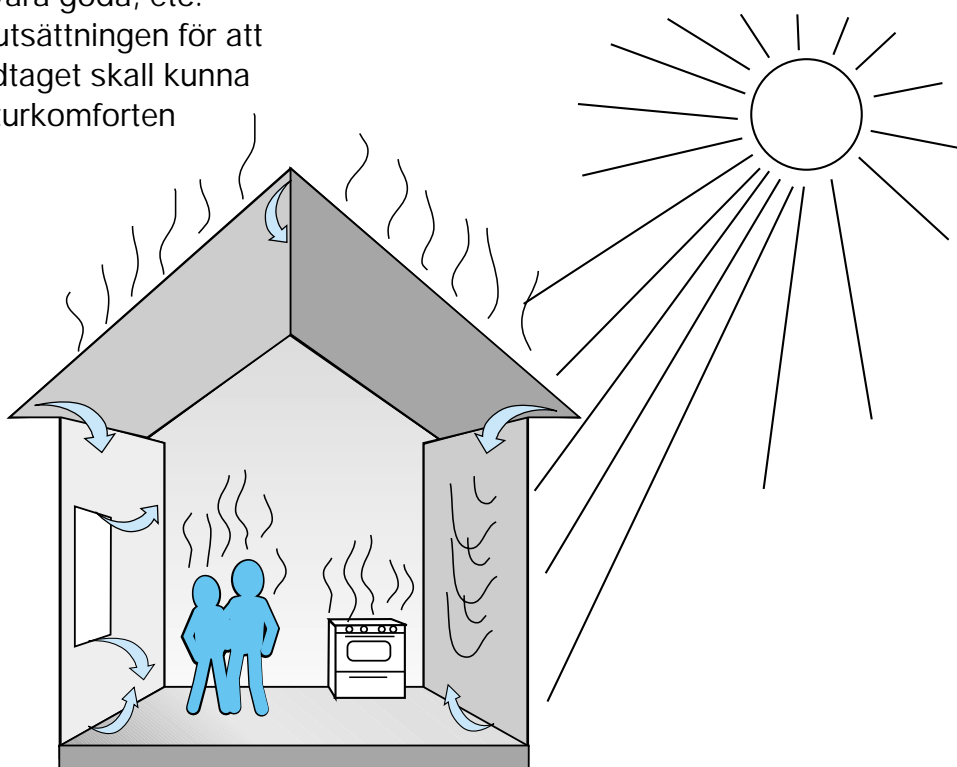
Innehåll:

Behovet av värme och kyla i byggnader		4
Komfortkyla		6
Frikyla		8
Köldalstring för komfortkylanläggningar		12
Diskussion		14
Referenser		15

Behovet av värme och kyla i byggnader



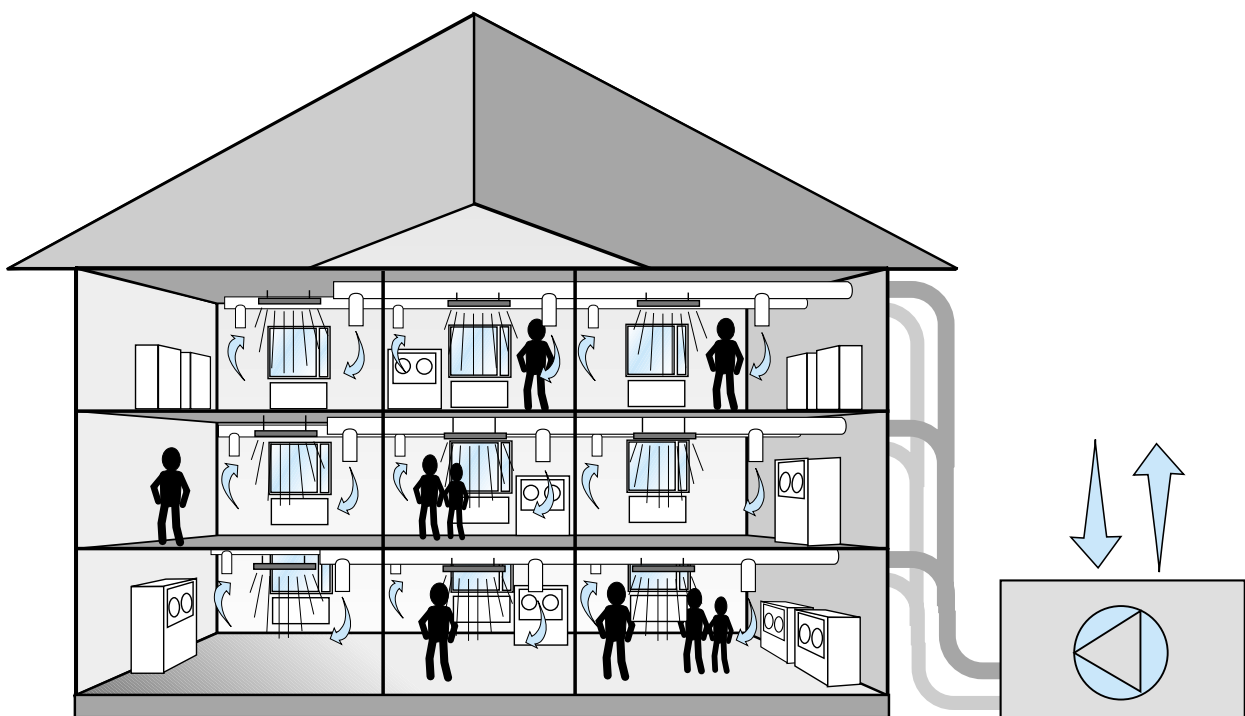
Det krav som i första hand ställs på inomhusklimatet i en byggnad är att rumstemperaturen skall ligga på en komfortabel nivå oberoende av vilket väder som råder utomhus. Dessutom skall luften inne vara acceptabelt ren, ljus- och ljudförhållanden skall vara goda, etc. Ändå är den första förutsättningen för att en byggnad överhuvudtaget skall kunna användas att temperaturkomforten inomhus är acceptabel.



Så snart temperaturen ute är lägre än inne strömmar värme ut från byggnaden genom dess omslutningsytor. Samtidigt förlorar byggnaden värme genom sk luftinfiltration, dvs uteluft läcker in i byggnaden genom springor och håligheter i väggar, tak, dörrar och fönster. Med tanke på att man i de flesta byggnader håller temperaturen strax över 20°C innebär det att byggnaden under nästan hela året förlorar värme mot omgivningen.

När byggnader används har man i stort sett alltid en intern generering av värme. Den kommer ur användning av olika apparater och utrustningar, belysning och människor. Värme tillförs även med solinstrålning vilket bidrar till den interna värmegenereringen.

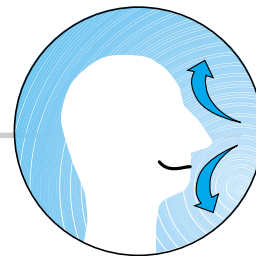
I bostäder är den interna värmegenereringen normalt relativt begränsad. Därför råder värmeunderskott under en stor del av året och värme måste tillföras. Den del av året då det finns ett värmeöverskott öppnar man vanligen fönster. I bostäder finns också en större tolerans för högre temperaturer inomhus. System för att föra bort värme ur bostadshus är ytterligt sällsynta i Sverige.



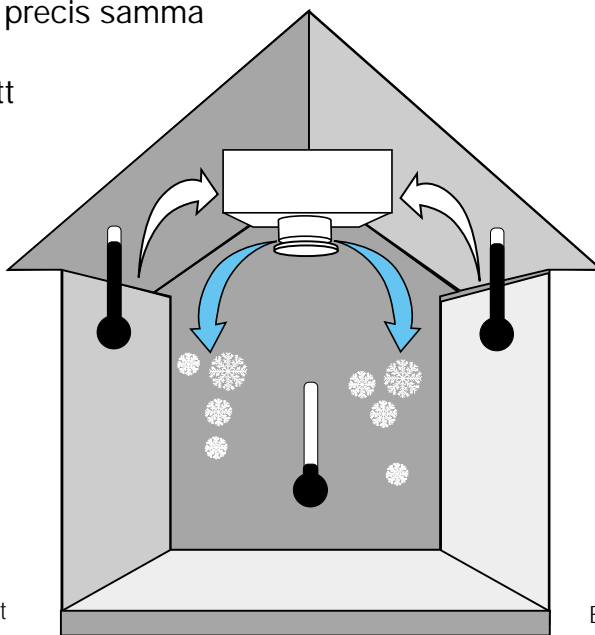
I lokaler och vissa industribyggnader är den interna värmegenereringen ofta relativt stor. Detta i kombination med att byggtekniken utvecklats så att byggnaderna är väl isolerade och täta, gör att värmeförlusterna genom byggnadens omslutningsytor blir små. Tittar man på nya kontorshus, varuhus, sjukhus och liknande byggnader inom lokal- och industrisektorn, så finner man att värmeunderskott finns endast under nätter och helger medan man under arbetstid nästan alltid har betydande värmeöverskott. I dessa byggnader erfordras endast enkla värmesystem som tar hand om de blygsamma värmeunderskotten, till skillnad mot de betydligt mer omfattande system som krävs för att bemästra de stora värmeöverskotten och därmed hindra att inomhustemperaturen blir oacceptabelt hög under arbetstid.

Då kraven i fråga om rumstemperaturer är givna bestäms kylanläggningens kapacitet i huvudsak av hur stort värmeöverskott den måste bemästra. Rent allmänt gäller att ju större värmeöverskottet är, och därmed den kapacitet som kylanläggningen måste ha, desto svårare är det att klara ett i alla avseenden bra rumsklimat. Därför är det alltid viktigt att sträva efter lösningar som ger låga värmeöverskott. För att åstadkomma såna lösningar krävs att man har en helhetssyn på byggnaden, dess tekniska installationer och verksamheten.

Komfortkyla



Det värmeöverskott som måste bortföras från byggnader för att hålla inomhustemperaturen lägre än en förutbestämd högsta tillåten temperatur, kallas i vardagstal kylbehov. Således är byggnadens kylbehov precis samma sak som byggnadens värmeöverskott. För att anknyta till vanligen förekommande språkbruk, används i fortsättningen också här benämningen kylbehov.

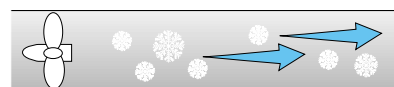


Ett klimathållningssystem är det system i en byggnad som skall upprätthålla både det termiska klimatet och luftkvaliteten. Upprätthållande av det termiska klimatet består främst i att hålla temperaturen hos rumsluften inom givna nivåer. Upprätthållande av luftkvaliteten består i att kontrollera rumsluftens "renhet" genom att tillse att en tillräcklig mängd uteluft ventilerar rummet. Ibland innefattar upprätthållande av luftkvaliteten även att givna nivåer av partiklar och/eller gaser inte får överskridas.

Behov av komfortkyla uppstår således när krav ställs på det termiska klimatet i termer av högsta tillåtna temperatur inomhus. De klimathållningssystem som används för att aktivt kyla byggnader, kan generellt delas upp i tre typer:

- system med luftburen kyla
- system med vattenburen kyla
- kombinerade system (kyla tillförs med både luft och vatten).

System med luftburen kyla



I dessa system bestäms det dimensionerande luftflödet, och därmed kanaldimensioner, av det dimensionerande kylbehovet. Det är således de termiska kraven, inte kraven på luftkvalitet, som är dimensionerande. Den principiella uppbyggnaden av ett luftburet kylsystem visas schematiskt i figur 1.

I befintliga byggnader är det normalt både svårt och kostsamt att byta kanalsystem. Om man inte kan transportera tillräckligt stora luftflöden i de befintliga kanalerna för att tillgodose kylbehoven, installerar man vid ombyggnad vanligen vattenburna kylsystem.

Kylsystemet måste kunna ta hand om variationen i kylbehov, både över dygnet och över året. De två grundtyperna av system med luftburen kyla är konstantflödessystem eller system med variabelt flöde (kombinationer av de två metoderna förekommer också).

System med konstant luftflöde - CAV system

Temperaturen på luften som tillförs byggnaden kan varieras, men luftflödet hålls konstant. Denna typ av system benämns CAV system (Constant Air Volume).

Rummen med de största kylbehoven bestämmer normalt den tilluftstemperatur som bereds i det centrala luftbehandlingsaggregatet. I övriga rum eftervärms luften.

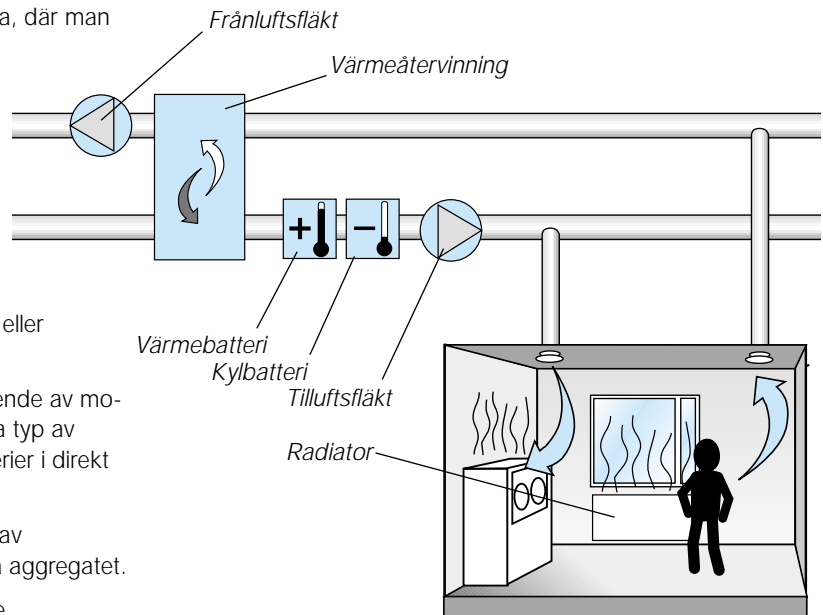
Även om ett CAV system tillför luft med konstant flöde används ibland tvåhastighetsmotorer till fläktarna, där man reglerar ner varvtalet när kylbehovet i byggnaden så tillåter. Luftflödet minskar då proportionellt lika mycket som varvtalet. Användning av tvåhastighetsmotorer i CAV system skall inte förväxlas med VAV system (se nedan) där flödet varieras kontinuerligt efter behov, för att anpassa tillförd kyleffekt.

Som nämndes ovan kan tilluftstemperaturen i ett CAV system vara konstant eller varieras. Variationen kan göras:

- oberoende av utetemperaturer men beroende av momentana ändringar i värmeöverskottet. Denna typ av temperaturstyrning sker i eftervärmningsbatterier i direkt anslutning till respektive zon.
- beroende av utetemperaturer. Denna typ av temperaturstyrning sker i det centralt belägna aggregatet.
- som en kombination av båda ovanstående.

I CAV system där temperaturstyrningen sker centralt och i CAV system med konstant tilluftstemperatur görs en korrigering till rätt rumstemperatur i de enskilda rummen t ex med väggfasta radiatorer.

Figur 1 System med luftburen kyla – principskiss. När kylbehov föreligger kyls tilluften till önskad temperatur i kylbatteriet.



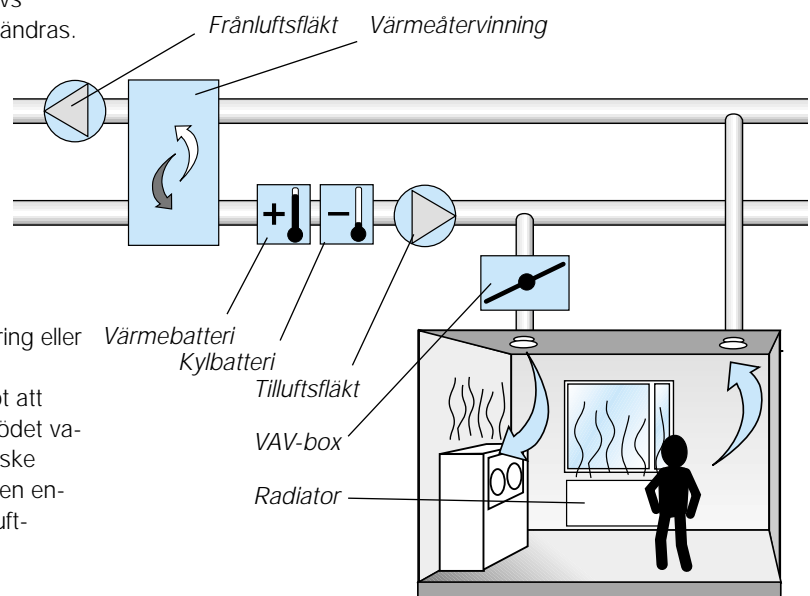
System med variabelt luftflöde - VAV system

Luftflödet som tillförs varje rum varieras efter behov, men temperaturen på tilluften hålls konstant, dvs tilluftstemperaturen ändras inte med att lasten ändras.

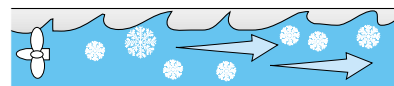
Däremot sker normalt en årstidsstyrning av tilluftstemperaturen, som en funktion av utetemperaturer. Denna typ av system benämns VAV system (Variable Air Volume).

Luftflödet till varje rum regleras med spjäll i någon form av boxar i direkt anslutning till rummet, medan centrala till- och frånluftsfläktar kontrolleras med hjälp av ledskenereglering eller varvtalsstyrda fläktmotorer, vanligtvis frekvensomriktare. Styrningen sker normalt mot att upprätthålla konstant statiskt tryck i tilluften. Flödet varierar från max den varmaste dagen ner till kanske 20% av max under årets kallaste dagar, då luften endast har som uppgift att tillgodose kraven på luftkvalitet.

Figur 2 Princip för VAV system med VAV-box



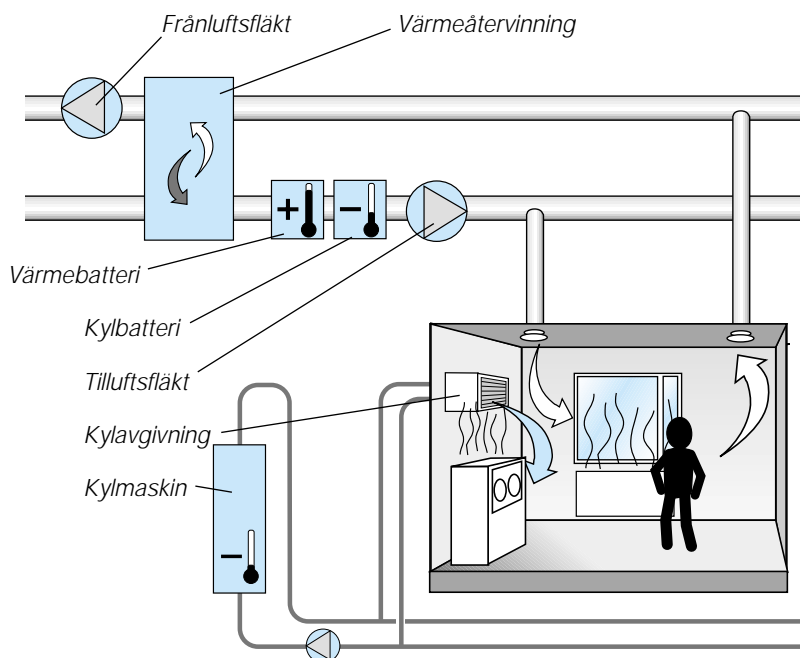
System med vattenburen kyla



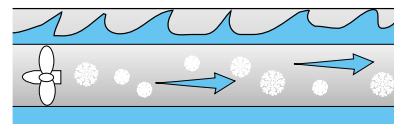
Dessa typer av system förser de enskilda rummen med vattenburen kyla. Det luftsystem som finns används enbart för att tillgodose kraven på luftkvalitet. I figur 3 visas schematiskt hur ett sådant system kan vara uppbyggt.

Figur 3 System med vattenburen kyla - princip

I en ombyggnads- eller renoveringssituation föredras ofta denna typ av kylsystem. Vid installation av systemet finns det vanligen plats i befintliga undertak att placera de vattenrör som krävs för distributionen av kallt vatten i byggnaden.

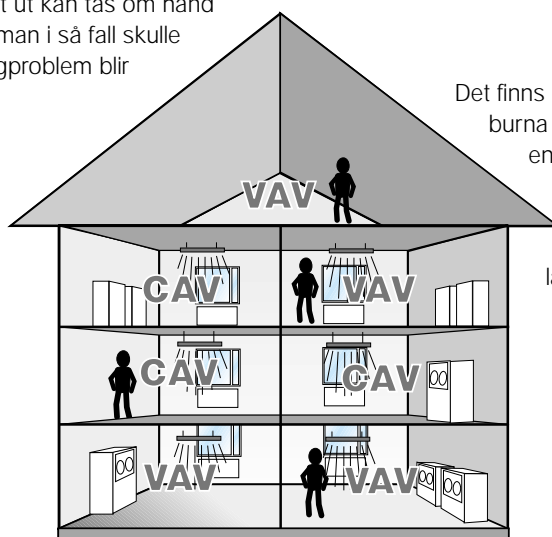


Kombinerade system



Det finns möjligheter att kombinera system med luftburen och vattenburen kyla på en mängd olika sätt. Ett tillfälle då systemen måste kombineras är då man vill ha ett system med luftburen kyla, men då det dimensionerande kylbehovet är så stort att det inte fullt ut kan tas om hand med enbart luft (beroende på att man i så fall skulle behöva så stora luftflöden att dragproblem blir ofrånkomliga).

Det finns även möjligheter att kombinera luftburna system så att man för vissa delar av en byggnad, eller för vissa rum, använder sig av ett VAV system (genom att utnyttja sk VAV boxar där luftflödet kan styras) för att i övriga delar av byggnaden ha ett CAV system.



Så överförs kylan:

Kyla kan tillföras rummet på ett antal olika sätt. Nedan redogörs översiktligt för hur kylbafflar, kylpaneler, fan-coil aggregat och induktionsbatterier fungerar. Fan-coil aggregat och induktionsbatterier placeras vanligen under fönster utefter ytterväggar.

Kylbafflar

Enhet som genom egenkonvektion i ett flänsbatteri kylar luften i rummet, enligt princip som visas i figur 4. Kylbaffeln kan också kombineras med tilluftsanslutning för att samtidigt fungera som tilluftsdon och, i många fall, höja kyleffekten i baffeln. Vissa kylbafflar kan även förses med värmefunktion.

Kylpaneler.

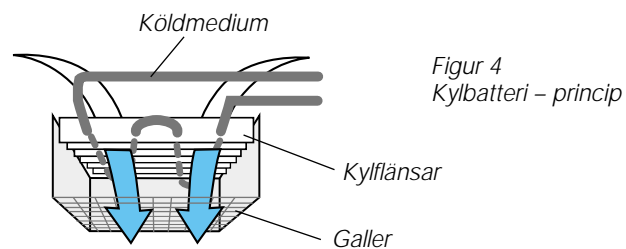
Kylpaneler som hängs i tak, se fig 5. Kallt vatten passerar genom en aluminiumplåt i kylpanelen. Värmen transporteras från plåten till det kalla vattnet. Kylpanelen kylar då dels den varma rumsluften och dels upptar värme från rummet genom lågtemperaturstrålning. Finns i flera olika utföranden som kan monteras dikt mot tak, frihängande eller integrerat i undertaket. Fungerar huvudsakligen som strålningskylare.

Fan-coil batterier (fläktkonvektorer)

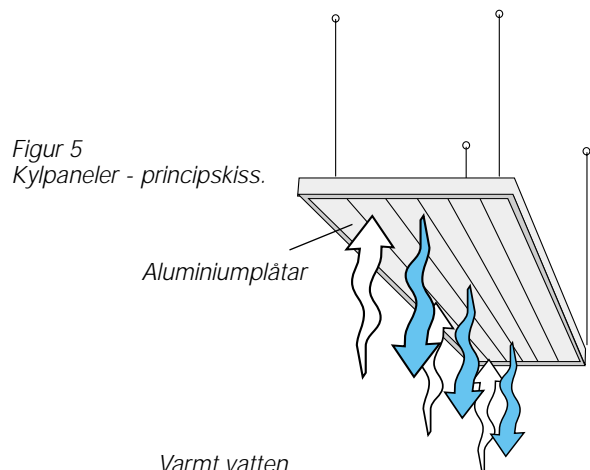
En enhet via vilken både värme och kyla tillförs rummet (dock ej samtidigt). En principskiss av ett fan-coil batteri visas i fig 6. Ett fan-coil aggregat är utrustat med en fläkt vilken cirkulerar rumsluft genom aggregatet. I aggregatet antingen värms eller kyls luften i ett värme- eller kylbatteri. Värme- respektive kylbatteriet tillförs varmt alternativt kallt vatten från en central anläggning i byggnaden. Den rumskylare som kan klara störst kylbehov, men också har högst ljudnivå.

Induktionsapparater

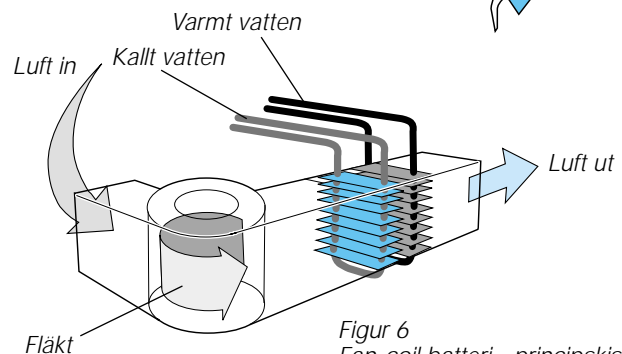
En enhet via vilken både värme och kyla tillförs rummet (dock ej samtidigt). En principskiss av ett induktionsbatteri visas i figur 7. När induktionsbatterier används tillförs ventilationsluften rummet genom induktionsbatteriet. Ventilationsluften strömmar genom ett munstycke med hög hastighet vilket får till följd att rumsluft "rycks med" genom värme- eller kylbatteri. På detta sätt är det möjligt att värma eller kyla rummet genom en och samma enhet utan att använda fläkt.



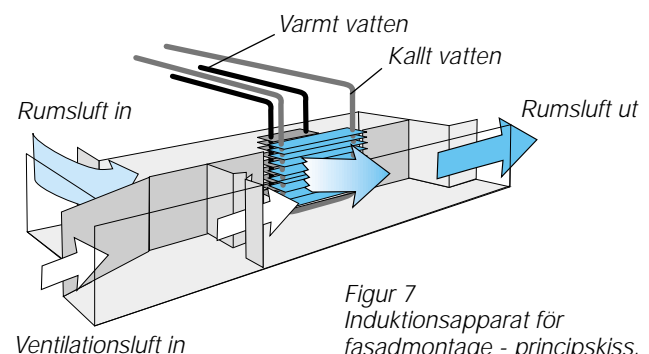
Figur 4
Kylbatteri - princip



Figur 5
Kylpaneler - principskiss.

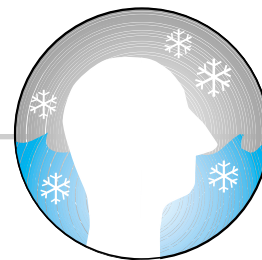


Figur 6
Fan-coil batteri - principskiss.



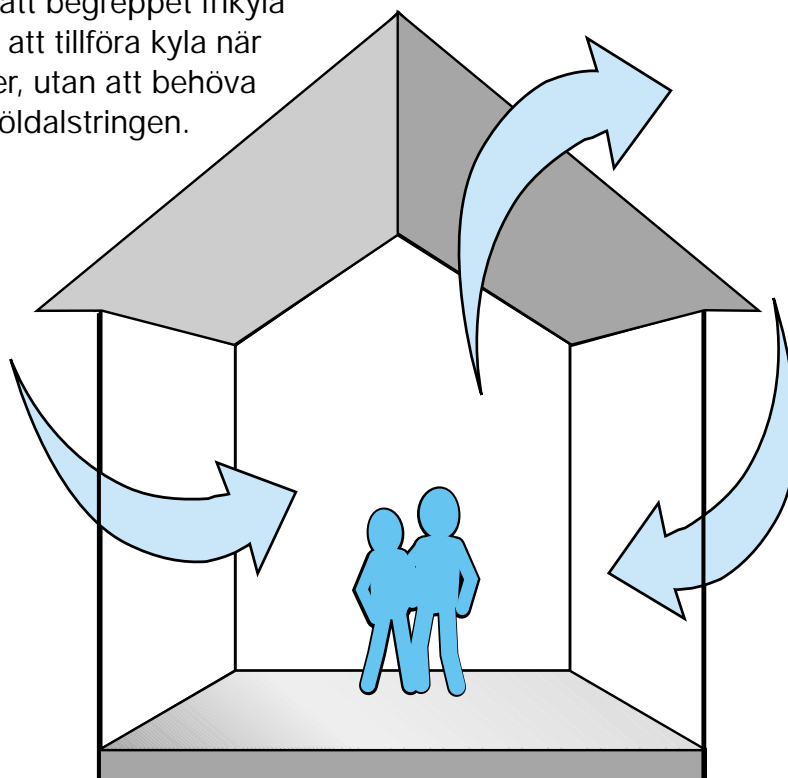
Figur 7
Induktionsapparat för fasadmontage - principskiss.

Frikyla



En ofta förekommande missuppfattning är man alltid måste köra en kylmaskin så fort det finns ett kylbehov. Detta är således inte riktigt, utan man har möjlighet att utnyttja uteluften för s k frikyla.

Det finns ingen vedertagen definition på vad som avses med begreppet frikyla. En vanlig tolkning är att begreppet frikyla avser möjligheten att tillföra kyla när kylbehov föreligger, utan att behöva betala för själva köldalstringen.

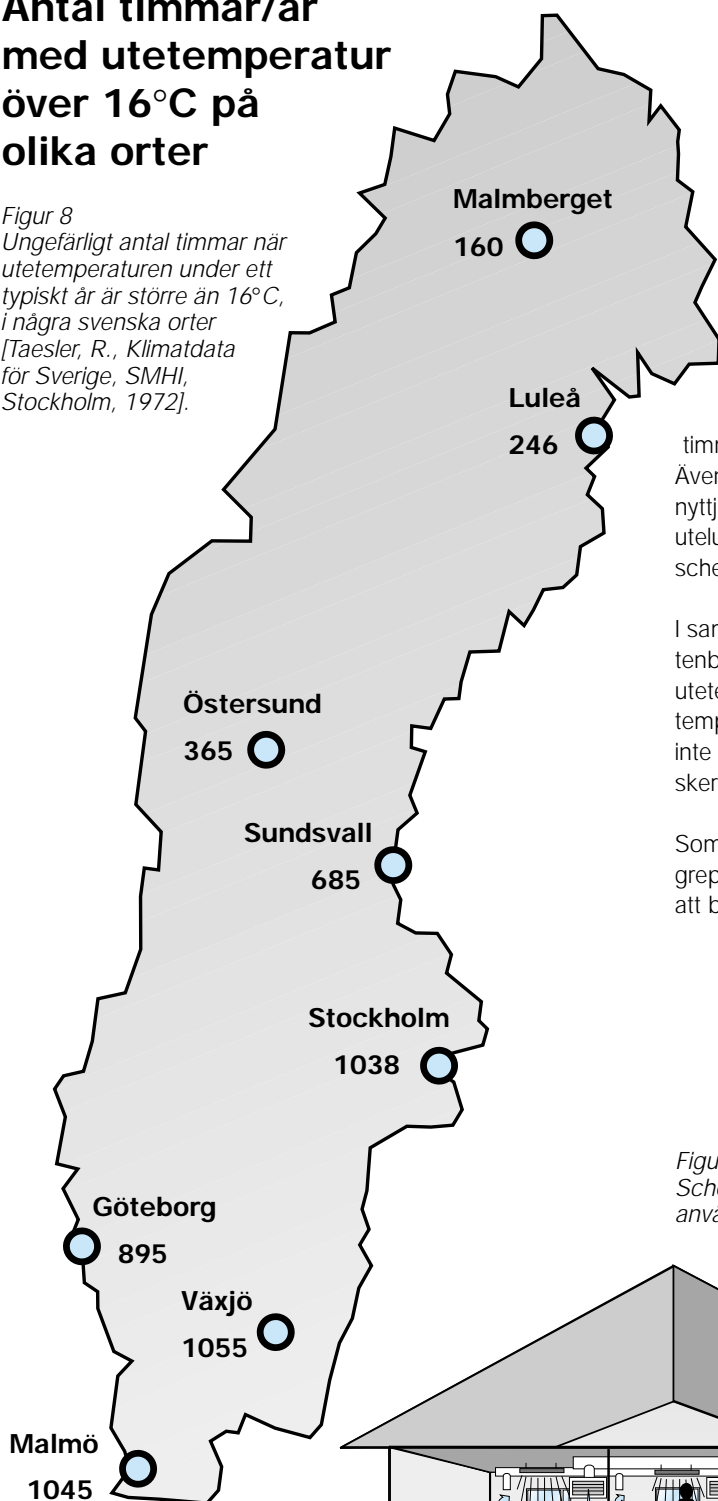


Begreppet frikyla används framför allt i samband med luftburna kylsystem och avser då när kylbehovet kan tillgodoses enbart med hjälp av uteluft, utan att kylmaskiner behöver startas. Eftersom luftburen kyla fungerar så att tilluften levereras med temperaturer runt 16-18 °C, kan således uteluft användas för att tillgodose hela kylbehovet så länge utetemperaturen inte överskrider denna temperatur. Först när utetemperaturen är högre än ca 16 °C behöver kyla aktivt tillföras tilluften.

I ett luftburet kylsystem kan således frikyla utnyttjas så länge utetemperaturen är lägre än ca 16 °C. I fig 8 visas för några orter i Sverige hur många timmar utetemperaturen under ett typiskt år överstiger 16 °C (ett år har 8760 timmar).

Antal timmar/år med utetemperatur över 16°C på olika orter

Figur 8
Ungefärligt antal timmar när utetemperaturen under ett typiskt år är större än 16°C, i några svenska orter [Taesler, R., Klimatdata för Sverige, SMHI, Stockholm, 1972].



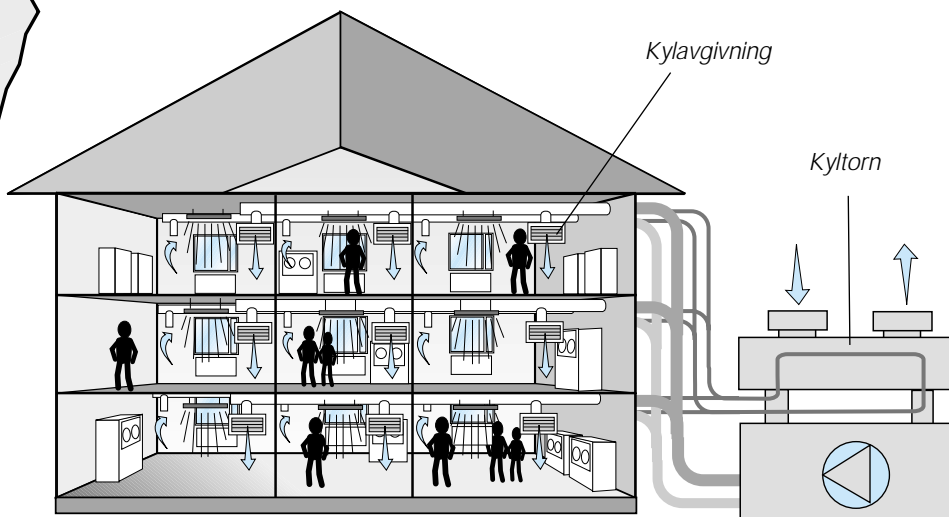
I Göteborg, som exempel, behöver en kylmaskin köras 895 timmar under ett år, om temperaturen på luften som tillförs byggnaden får vara max 16 °C. Detta under förutsättning att ventilationen alltid är i drift även under nätter. Om ventilationen är avstängd under delar av dygnet minskar antalet drift-timmar.

Även för vattenburna kylsystem finns möjligheten att utnyttja frikyla. Här måste någon form av värmeväxlare mot uteluften installeras (t ex i form av kyltorn). I figur 9 visas schematiskt var i systemet ett kyltorn skall placeras.

I samband med att frikyla utnyttjas vid användning av vattenburen kyla är det vanligt att man vid en förutbestämd utetemperatur låter allt vatten kylas mot uteluften. Vid utetemperaturer lägre än denna temperatur används således inte kylmaskinen. Den temperatur vid vilken omkoppling sker ligger normalt i intervallet 7-10 °C ute.

Som redan nämnts finns ingen enhetlig definition för begreppet frikyla, vilket gör att begreppet även används för att beskriva kyla som hämtas ur vattendrag, etc.

Figur 9
Schematisk placering av kyltorn för utnyttjande av frikyla vid användning av vattenburen kyla.

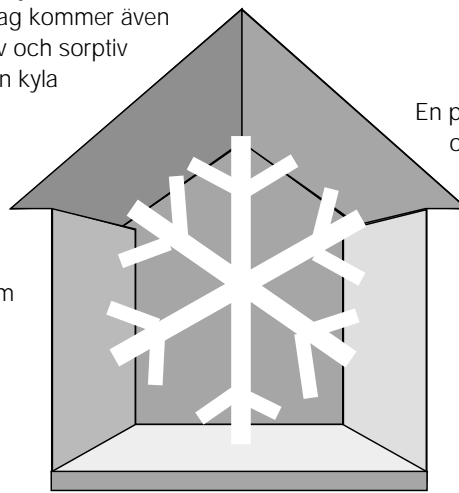


Köldalstring för komfortkylanläggningar



Nedan ges en kort översikt av de olika metoder som används idag för att producera kyla avsedd för komfortändamål.

Det vanligaste sättet att producera kyla är med konventionella eldrivna kylmaskiner. Idag kommer även alternativa metoder som evaporativ och sorptiv kyla. I stora anläggningar finns även kyla producerad med värmedrivna absorptionsmaskiner. I många städer har också fjärrkylanät byggts upp eller är under uppbyggnad. De fungerar i princip som fjärrvärmenät, med skillnaden att det är kallt vatten som distribueras.



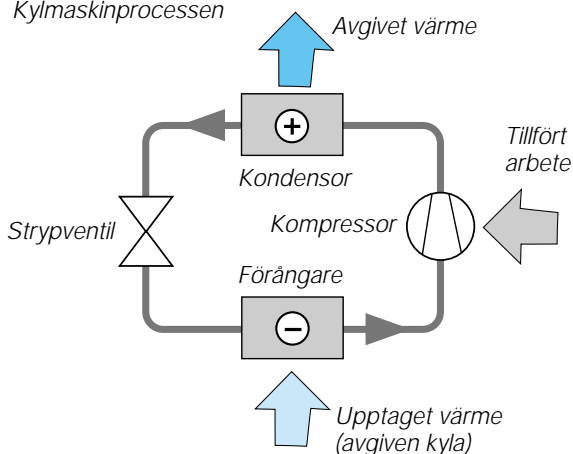
En principiellt viktig skillnad mellan de evaporativa och sorptiva systemen å ena sidan och övriga system å den andra, är att evaporativa och sorptiva system endast kan användas i system med luftburen kyla. Köldalstring med absorptionsmaskiner kommer ifråga endast i mycket stora system. Komfortkyla med evaporativa och sorptiva processer finns i detalj behandlade i t ex en licentiatuppsats från Chalmers tekniska högskola [Lindholm, T., *Evaporativ och sorptiv kylning*, D43, Inst. för installationsteknik, CTH, 1998].

Konventionell maskinkyla (eldriven kompressorkyla)

Köldalstring med kompressorkylmaskin är det "klassiska" sättet att producera kyla. När maskinkyla för komfortändamål diskuteras är detta vad som normalt has i åtanke. Kylmaskinen fungerar på samma sätt som en vanlig värmepump, men här är det istället den kalla sidan som är den "nyttiga", se fig 10.

Det av förångaren upptagna värmets motsvarar precis den kyla som kan levereras till byggnaden. För att kunna leverera denna kyla åtgår ett kompressionsarbete som måste tillföras kompressorn, normalt i form av elenergi. Förhållandet mellan den kyla som kylmaskinen levererar och det arbete som tillförs kompressorn benämns köldfaktorn och definieras enligt:

Figur 10
Kylmaskinprocessen



$$\text{Årsköldfaktorn} = \frac{\text{Levererad kyla}}{\text{Arbete till kompressor}}$$

Om man känner köldfaktorn och den mängd kyla som skall produceras, känner man således även det arbete som krävs och därigenom resulterande driftskostnad. Normalt ligger årsköldfaktorn i storleksordningen 3 (beroende på mellan vilka temperaturnivåer kylmaskinen arbetar). I arbete till kompressor brukar vanligen inräknas även el till komponenter som är att hänföra direkt till kylmaskinens drift, exempelvis el till cirkulationspumpar.

Med en kompressordriven kylmaskin har man stor flexibilitet vad gäller sättet att tillföra byggnaden kyla. Som nämnts tidigare är det möjligt att leverera kyla från kylmaskinen antingen till kylbatteriet i ett luftbehandlingsaggregat eller till kylutrustning placerad direkt i rummen (exempelvis kylpaneler i tak eller fan-coil batteri).

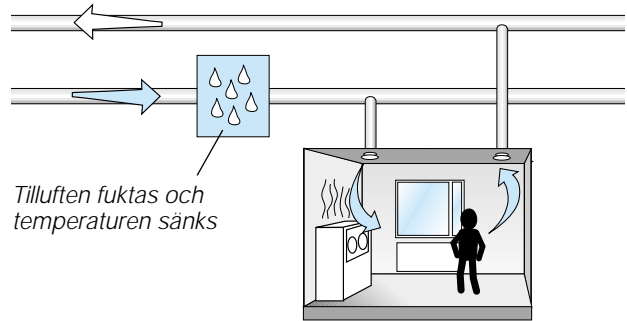
Evaporativ kyla

Vid evaporativ kylning av luft utnyttjas att luftens temperatur sänks genom att fukta luften med hjälp av vattenavdunstning från en våt yta som luften passerar. Fuktning är möjlig så länge luften inte är mättad med vattenånga. För att luften skall kunna ta upp vatten måste vattnet förångas. Vid förångningen åtgår värme. Detta värme, det sk ångbildningsvärmemet, tas från luften. Samtidigt som vattnet förångas och upptas av luften sänks således luftens temperatur. Den lägsta temperatur luften kan få med denna typ av kylning är begränsad av luftens våta temperatur vid mättnadstillståndet, vilken ibland även kallas luftens kylgräns.

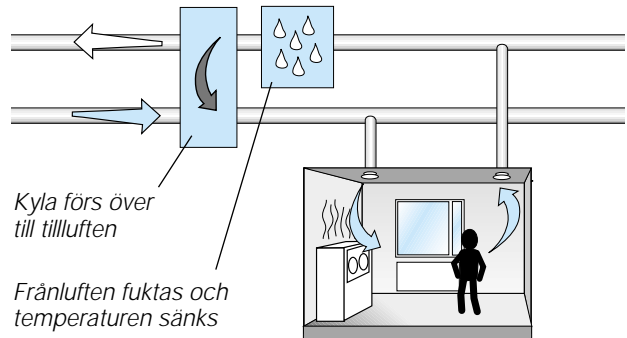
Med direkt evaporativ kylning avses en process där tilluften fuktas och temperaturen sänks. Samtidigt ökas tilluftens fuktninnehåll. Med indirekt evaporativ kylning sker en fuktning av frånluften, varigenom frånluftens temperatur sänks. Därefter sker en värmeväxling (icke fuktöverförande) mellan från- och tilluft där värme ur tilluften kan föras över till frånluften. På så vis uppnås en temperatursänkning i tilluften, samtidigt som tilluftens fuktninnehåll inte ökar. Direkt och indirekt evaporativ kylning åskådliggörs i figur 11 och 12.

Möjligheten att kyla bestäms till stor del av "yttre" parametrar, där uteluftens aktuella tillstånd är av avgörande betydelse.

Figur 11 Direkt evaporativ kylning.



Figur 12 Indirekt evaporativ kylning.

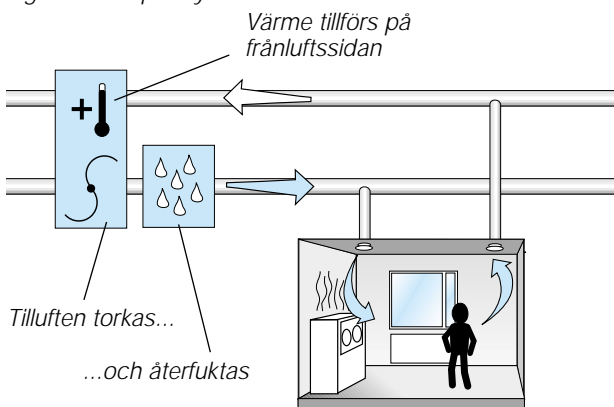


Sorptiv kyla

För att kunna sänka tilluftens temperatur så långt som möjligt, är det fördelaktigt att ha torrast tänkbara luft när uppfuktningen påbörjas. I den sorptiva kylprocessen är fuktningen från den evaporativa processen kompletterad med en torkning av tilluften innan den fuktas, se fig 13.

Ett sorptionskylaggregat består alltså av en avfuktardel som torkar luften och en del som kyler luften (den evaporativa delen). Tilluften avfuktas med en fuktupptagande rotor. På frånluftssidan drivs det upptagna vattnet ur rotorn. Till detta åtgår värme. Således måste ett sorptivt kylaggregat även tillföras värme.

Figur 13 Sorptiv kyla

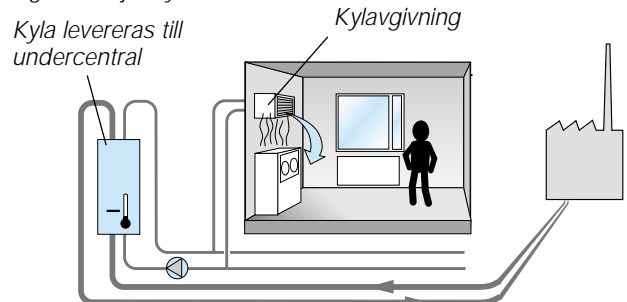


Fjärrkyla

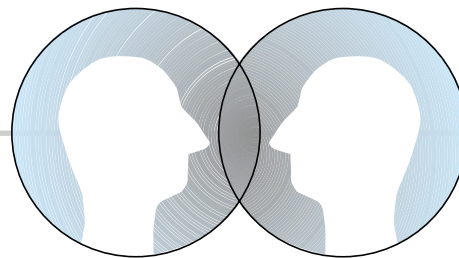
Flera energiföretag erbjuder idag sina kunder sk fjärrkyla. Beroende på det enskilda energiföretagets förutsättningar i fråga om produktionsmöjligheter och kundunderlagets utformning och täthet, produceras och distribueras kyla på olika sätt i olika orter. Produktionsenheter kan i ett fjärrkylsystem bestå av allt från sk "frikyla" (t ex kallt sjö- vatten som direkt kan utnyttjas för kyländamål), över kompressorkylmaskiner, till värmedrivna kylmaskiner (absorptionskylmaskiner). Relativt vanligt är att utnyttja kyla från befintliga värmepumpar, vilka redan används för att leverera värme till fjärrvärmenetät. Till ett fjärrkylanät ansluts normalt kunder med relativt stora kylbehov. Det kan t ex vara ett sjukhusområde eller ett affärscentra.

Till kunden levereras "kallt vatten" i en undercentral, i princip på samma sätt som i en abonnentcentral för fjärrvärme. Därifrån distribueras sedan sekundärvattnet till den eller de byggnader som skall kylas enligt fig 14.

Figur 14 Fjärrkyla



Diskussion

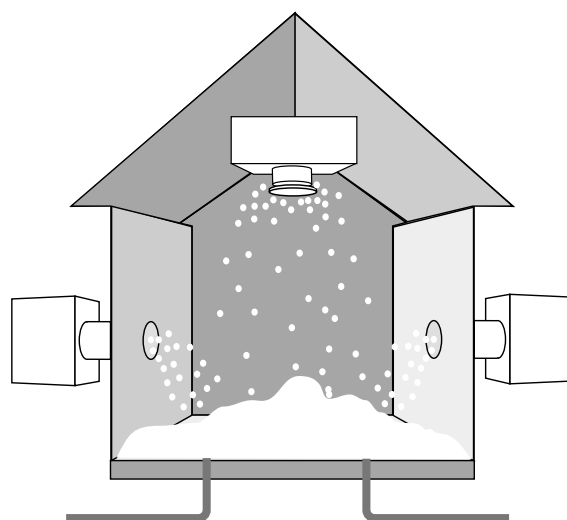


Det är inte möjligt att generellt säga när en viss typ av systemlösning skall väljas eller ej. I de flesta fall är det möjligt att välja mellan flera, ur teknisk synvinkel, fungerande lösningar. Det som blir avgörande för det slutliga systemvalet är kostnaden för att köpa och driva systemet.

Dock kan sägas att när kylbehoven är mycket stora kan det uppstå problem om dessa skall tas om hand med enbart ett luftburet system. Av exempelvis komfortskäl ställer det till problem att ta in mer än en given mängd luft med en given undertemperatur (dragproblem), beroende på typ av byggnad och aktiviteter i byggnaden.

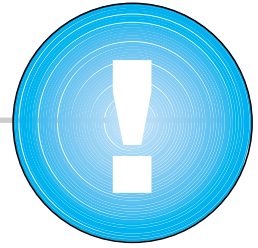
Det finns ett antal grundläggande faktorer som måste beaktas vid val av systemlösning:

- När ett system med luftburen kyla väljs krävs mer utrymme för kanaldragnig än om ett system med vattenburen kyla väljs. I fallet med vattenburen kyla kan kanalerna dimensioneras efter hygienventilation, medan de dimensioneras efter maximal kyleffekt (större luftflöde) i fallet med luftburen kyla.
- I byggnader som tidigare saknat kyla kan det, på grund av platsbrist, vara i stort sett omöjligt att välja ett system med luftburen kyla. Här installeras då vattenburen kyla.
- Det är enklare att utnyttja "frikyla" med ett luftburet system än med ett vattenburet. I det vattenburna systemet måste en värmeväxling mot uteluften ske i ett kyltorn eller liknande. I det luftburna systemet krävs ingen extra utrustning för att kunna utnyttja "frikylan". I undantagsfall är det möjligt att för det vattenburna systemet utnyttja kylning mot vatten (när det finns tillgängligt).
- Evaporativ och sorptiv kylning kan endast kombineras med system med luftburen kyla. Inga klimatologiska begränsningar för användning av dessa tekniker förekommer i Sverige.



- När indirekt evaporativ kyla används är det viktigt att komma ihåg att kylan tillförs frånluften. Tilluften kyls genom en värmeväxling mot frånluften. Tilluftstemperaturen är således beroende av frånluftstemperaturen. Om temperaturen i byggnaden stiger så kommer även tilluftstemperaturen att stiga. I praktiken är det svårt att kunna sänka tilluftens temperatur med mer än ungefär 5 °C. Med ett konventionellt kylsystem (kompressorkyla) är det möjligt att bestämma den temperatur med vilken tilluften skall tas in i byggnaden, oberoende av vilken temperaturen är i byggnaden. Att projektera ett system med indirekt evaporativ kyla kräver en större arbetsinsats och ett större kunnande hos projektören.
- När sorptiv kyla används måste också det finnas tillgång till värme. Ofta är ett tillräckligt alternativ sommarfjärrvärme (temperaturnivåer runt 65-70 °C är tillräckliga).

Referenser



Taesler, R., *Klimatdata för Sverige*, SMHI, Stockholm, 1972.

Lindholm, T., *Evaporativ och sorptiv kylning*, D43, Inst. för installationsteknik, CTH, 1998.

Denna rapport är framtagen i forskningsprogrammet EFFEKTIV som bedrivs inom Centrum för Effektiv Energianvändning (CEE).

CEE består av SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, CIT Energy Management och Institutionen för Installationsteknik vid Chalmers Tekniska Högskola.

EFFEKTIV

c/o SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut
Box 857, 501 15 Borås. Telefon 033 - 16 50 00. Fax 033 - 13 55 02. Internet www.effektiv.org

RAPPORT EFFEKTIV 2001:01
ISBN 91-7848-841-9
ISSN 1650-1489