

ELFORSK PSO-F&U 2007

Grundvandsvarmepumper og -køling
med grundvandsmagasiner som
sæsonlager

BILAG 3

Ventilationssystemer med køling og vandbårne
kølesystemer

Hundsbæk & Henriksen A/S

November 2008

Høj kølevandstemperatur i ventilations- og vandbårne kølesystemer

Af Flemming Hoff Jakobsen, HUNDSBÆK & HENRIKSEN A/S

Vor boliger, kontorer og vor industri stiller stadig større og større krav til komfort samtidigt med ønsket til at reducere energiforbruget skærpes. Disse 2 modsatrettede ønsker kan kombineres med Aquifer Thermal Energy Storage – ATES som kan producere den nødvendige køling til vore systemer.

De fleste klimaanlæg opererer med princippet tvungen luft, hvor varm rum luft bliver recirkuleret, kølet og returneret i rummet. Moderne kontorer har på grund af øget brug af PC'ere og anden kontorteknologi behov for at få fjernet større og større varmebelastninger for at bevare et acceptabelt og rimeligt arbejdsmiljø med hensyn til termisk indeklima. For at bevare komforten under disse forhold skal en større mængde af afkølet luft, og derved større ventilationskanaler, transporteres ind i lokalet. Dette gør køling meget vanskelig uden der opstår trækgener.

Mange bygninger har i dag en forholdsvis stor intern varmebelastning i form af apparatur, belysning, personer osv. Det er også populært at bygge med store glasfacader, der på trods af solafskærmning medfører høj varmebelastning i form af solindfald i bygningen i en stor del af året.

Den høje varmebelastning og dermed høje rumtemperatur har efterhånden medført krav om køling, enten via ventilationssystemet, og/eller andet kølesystem (kølelofter/kølebafler/fancoil) eller ved en kombination i form af aktive kølebafler. Her er der mange kombinationsmuligheder, og valget vil i de fleste tilfælde afhænge af kølebehovet.

Temperaturen fra ATES anlæg er højere end i de traditionelle køleanlæg hvor designtemperaturen ofte hedder 7/12 grader.

Ved at designe sine ventilations- og køleanlæg fra starten kan man rimeligt let indarbejde designkriterierne fra et ATES anlæg uden det har økonomiske konsekvenser.

Mange bygninger der i dag kræver køling køles/ventileres ved hjælp af mekanisk ventilation.

Formålet med ventilation er primært at skabe et godt indeklima, temperatur og god luftkvalitet med hensyn til rumluftens CO₂-indhold og andre forureninger.

Det nødvendige ventilationsbehov for dette betegnes det hygiejniske luftskifte og vil normalt svare til et luftskifte på 1-2 gange i timen afhængig af personbelastning og brug af bygningen.

I sommerhalvåret kan ventilationssystemet endvidere have det formål at holde indetemperaturen nede. Der er således vidt forskellige krav til volumenstrømme, idet der om vinteren ønskes lavest mulig ventilation af hensyn til energiforbruget til opvarmning af indblæsningsluften, mens der om sommeren ønskes mest mulig ventilation for at holde temperaturen nede.

Om sommeren kan behovet for ventilationsmængde nemt svare til et luftskifte på 6 gange pr. time. Ved store luftskifter kan der opstå problemer med støj og det kan være vanskeligt at tilføre luften trækfrit.

I de senere år er vandbårne køleanlæg blevet mere og mere udbredte: Disse anlæg cirkulerer kølevand oftes i lofter eller vægge hvorved den naturlige konvektion og termiske opdrift sikrer nedkøling af rumluften.

ATES -Grundvandskølesystemer arbejder med temperaturer i området 9 – 20 °C og vil derfor være ideelt til klimakøling. Kølefladerne skal dog dimensioneres for et andet temperatursæt end ved traditionelle køleanlæg, hvilket betyder at kølefladerne ofte bliver lidt større.

Ved ændringer i eksisterende anlæg kan det blive nødvendigt at eftermontere ekstra køleflader i kanalsystemet. Køleflader bør ligges ud for 10/15 grader.

Vores behov

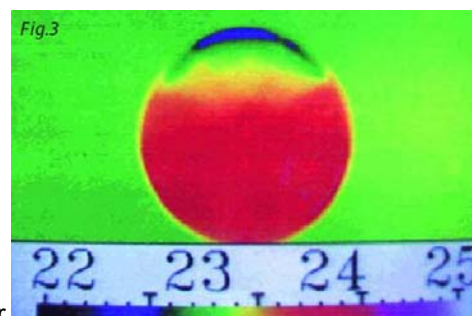
De vigtigste krav for brugere af bygninger er et komfortabelt indeklima. Forskellige klimasystemer tilpasses forskellige bygninger. Overvågning af disse systemer er utrolig vigtig – ikke kun for at

imødegå problemer med et dårligt indeklima, men også for at opnå optimal komfort for brugerne af bygningen.

Den energi, der skal bruges for at køle, er afhængig af varme- belastningen i rummet. En meget betydningsfuld faktor er den ønskede rumtemperatur. Det er klart, at der bruges mindre energi til at køle et rum til 25°C end til 23°C.

Den menneskelige reaktion (respons) er anskueliggjort med den temperatur, kroppen føler og reagerer på i forhold til rumtemperaturen (hvor varm luft i rummet føles.)

En forklaring på denne effekt er vist på det termiske billede af en bord-tennis bold. Overfladen mod loftet er køligere end resten af overflade- arealet. (Hvis man kan forestille sig at det drejer sig om et hoved.)



Mennesker udstråler en stor mængde varme via hovedet. Hvis man forestiller sig, at hovedet stråler varme til den kølede overflade, så er den følte temperatur lavere end den effektive målte temperatur.

Der er mange eksterne faktorer som influerer på velværen og produktiviteten hos os som mennesker. Der er også mange miljømæssige konditioner, der direkte er påvirket af de installerede ventilations- og kølesystemer.

Disse omfatter bl.a. :

- Bygningens og rummets karakteristik (størrelse, farve, udseende)
- Lufttemperatur, luftmængde og måden den tilføres rummet.
- Temperaturgradienter (fordeling)
- Luftkvalitet
- Lys, støj ect.

Ventilation:

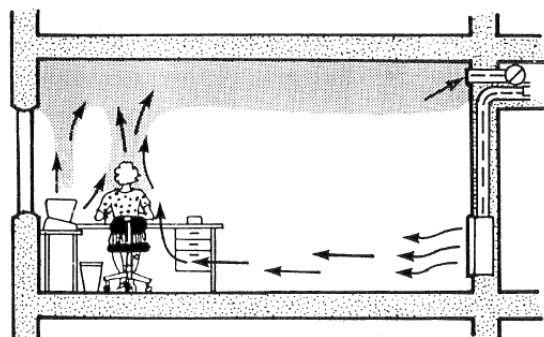
Et ventilationsanlæg opbygges via et ventilationsaggregat indeholdende varme/køleflade og et kanalsystem afsluttet med armaturer for indblæsning og udsugning. Aggregatet forsynes normalt (lovkrav) med varmegenvinding, således der undgås et stort energiforbrug til opvarmning af indblæsningsluften. Indblæsningsluften opvarmes/nedkøles efter behov.

I aggregatet eller i kanalsystemet indbygges køleflader for køling af indblæsningsluften. Traditionelt lægges køleflader ud for temperatursættet 7°C/12°C for kølevandet og 28°C/15°C for ventilationsluften. Det betyder at kølefladen kan køle luften fra 28 °C til 15 °C ved hjælp af 7°C varmt kølevand, der opvarmes til 12 °C. Lavere indblæsningstemperatur vil ikke være ønskelig af hensyn til træk og termisk komfort i øvrigt.

Ventilationsprincipper

Fortrængningsventilation

Ved fortrængningsventilation indblæses ventilationsluften ved hjælp af lavtsiddende armaturer og udsugningen sker via højtsiddende armaturer. Princippet for fortrængningsventilation er

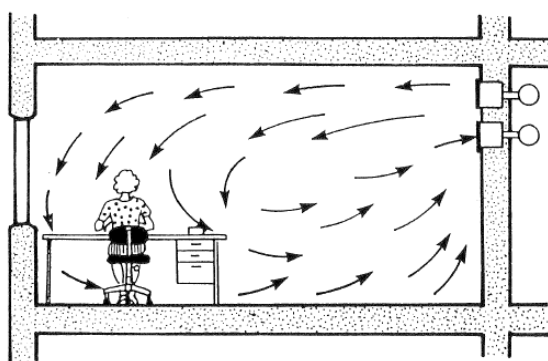


©Enopsol

at udnytte den termiske opdrift og ventilationen er dermed styret af konvektionsstrømme i rummet. Underkølet luft indblæses med en lav bevægelsesmængde nederst i rummet hvorved luften fordeles hen over gulvet. Luften opvarmes og stiger hermed op i rummet hvorved den forurenede luft fortrænges og suges ud øverst i rummet. Ved fortrængningsventilation tilføres den rene indblæsningsluften direkte i opholdszonen og den forurenede luft vil ligge som en zone øverst i rummet. Fortrængningsventilation er velegnet til køling og anvendes især i store rum med varmere/lette forureninger f.eks. mennesker. Ulemperne ved fortrængningsventilation med køling kan være risiko for trækgener idet et øget kølebehov medfører krav om større luftmængde og dermed større lufthastighed. Dette skal man være meget opmærksom på ved dimensionering af anlæg for fortrængningsventilation. Lufthastigheden dimensioneres således der opnås en max. lufthastighed i opholdszonen på 0,1 - 0,2 m/s således risikoen for træk er minimal.

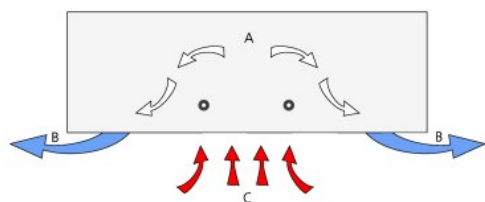
Opblandingsventilation

Ved opblandingsventilation indblæses normalt med høj hastighed over opholdszonen. Indblæsninger sker ved hjælp af f.eks. rotationsarmaturer. Udsugning sker ved loft eller gulv. En stråle, der indblæses i nærheden af en flade vil blive tiltrukket af fladen på grund af det lokale undertryk, der skabes ved strålens medrivning. Dette fænomen kaldes Coandaeffekten. Lufthastigheden i strålen gør at der hele tiden medrives luft fra omgivelserne hvorved der sker en opblanding eller fortynding af forureningen i rummet. Lufthastigheden dimensioneres således der opnås en max. lufthastighed i opholdszonen på 0,1 - 0,2 m/s således risikoen for træk er minimal. Opblandingsventilation kan anvendes til såvel opvarmning som køling og anvendes specielt i rum med forholdsvis lav rumhøjde. På grund af opblandingseffekten vil temperaturen ikke variere ret meget i rummet.



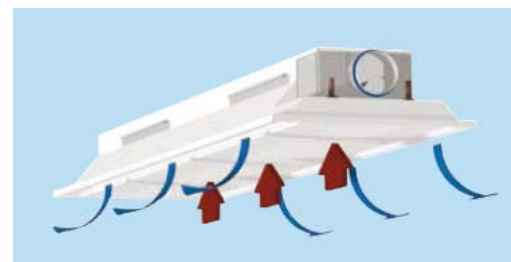
Kølebafler (passive og aktive)

I en kølebaffle føres koldt vand gennem nogle kølerør. Herved afkøles den varme rumluft mod baffle's kolde overflader. Den kolde luft, der har større densitet, strømmer gennem kølebaffen og ned i rummet. På denne måde opstår cirkulation af luften i rummet fordi varm luft hele tiden erstattes af kold luft. I en aktiv kølebaffle kombineres kølesystemet og ventilationssystemet. Det hygiejniske luftskifte klares ved hjælp af indblæsning med afkølet luft gennem kølebaffen. Dermed øges effektiviteten og køleeffekten i baffen.



Kølebafler findes i flere varianter og monteres synligt i loftet eller indbygges i et loftsystem. De har en forholdsvis lav byggehøjde og er derfor også velegnede ved renoveringer. Kølebaffen tilsluttes kølerør med vandtemperatur 15/17 °C samt ventilationssystemets indblæsningskanal. På dage med høj udetemperatur og høj luftfugtighed er der risiko for kondensdannelse og derfor bør der indbygges automatik, der sikrer at kølevandets temperatur er højere end luftens dugpunktstemperatur. Alternativt kan der indbygges en kondensbeskyttelse i kølebaffen.

Ventilationsprincippet i en aktiv kølebaffle er opblandingsventilation. Den afkølede luft blæses ud over loftet ved hjælp af Coandaeffekten, hvorefter den føres ned i opholdszonen. Den opvarmede luft tages fra rummets konvektive strømme og føres ind i baffen, hvor den afkøles.



Vandbårne kølesystemer

Vandbårne sekundære kølesystemer bliver mere og mere udbredte. Systemerne er traditionelle luftbårne køleanlæg overlegent i mange tilfælde. Da samtidig miljølovgivning stadig stiller større og større krav til miljøegnethed, betyder dette at disse løsninger vinder mere og mere udbredelse. Systemet kan anvendes til stort set alle former for køleopgaver.

Princippet

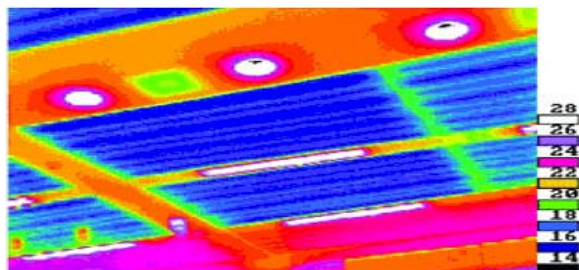
Vandbårne kølesystemer (Radiant køleteknologi) følger et andet princip. Loftet køles med koldt vand, der løber igennem rør klæbet til bagsiden af loftpanelerne eller med kold luft, som blæses gennem panelerne. Loftpanelernes funktion er som en veksler mellem varmebelastninger i rummet og det kolde vand eller luft. Varmeudvekslingen foregår hovedsagelig gennem stråling/absorption med også via konvektion.

Udveksling af energi mellem enheder med forskellige overflade-temperaturer sker bl.a. ved stråling. Varme overflader stråler varme til køligere overflader, ligesom solen stråler varme til den koldere jord. I et radiant kølet lokale med computere, mennesker og andre varmekilder stråler varmen til den køligere overflade af loftet. Mennesket opfatter energioverførsel via stråling som komfortabel. (tænk på en dejlig lun plads i solen)

Køling via konvektion fremkommer ved at rummets varme luft, via termik, rammer de underafkølede lofter. Kølig luft har en højere massefylde end den varme luft, som strømmer fra varmekilden. Det frembringer en naturlig termisk luftcirkulation med lav hastighed.

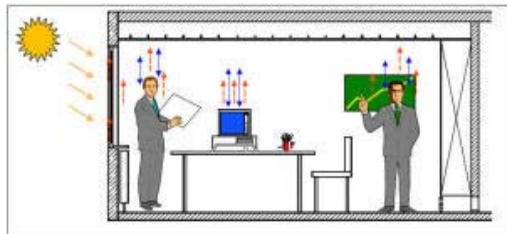
Et køleloft og fordampningen fra mennesker opvejer hinanden optimalt. Ved Vandbårne kølesystemer opfattes kølingen behagelig og kort fortalt holdes ”hovedet koldt og fødderne varme”.

Princip



køleloft er vist på det termiske billede til venstre

I kølelofter udveksles varme hovedsagelig gennem stråling. Derfor er både lufthastighed og lydniveau i rummet reduceret væsentlig. Gennem års erfaring har producenterne udviklet et system med maksimal termisk overførsel mellem rør og loftets overflade. Her kan opnås køleydelser op til 150-200 Watt pr. m². Dette medfører en ensartet afkøling af loftets overflade og giver en maksimal varme transmission. Den maksimale funktion af et



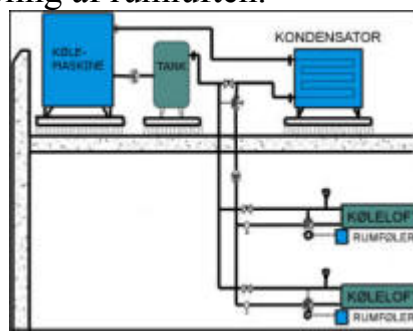
Kølelofter

Loftets overfladetemperatur ligger i området 16-19 °C og er lavere end de omgivende gulve og vægges temperaturer. Dette reducerer lokalets middelstrålingstemperatur. Ved at tillade en højere rumtemperatur og alligevel opnå komforten, medfører dette en besparelse i energiforbruget.

Vandbårne kølesystemer kan være fremtidens løsning når der skal etableres køl af kontorer, mødelokaler, butikker m.m. Vandbårne kølesystemer udføres typisk med enten kølelofter, kølebafler eller fancoils for nedkøling af rumluften.

Afslutning

Effekten af overtemperatur i et kontorlokale vejet op mod produktivitet viser hvor hurtigt et komfortabelt indeklima betaler sig.



Allerede ved rumtemperaturer over 24 grader falder effektiviteten og over 26 grader er den reduceret med op til 50 %.

Løsningen med kølelofter, kølebafler kan kombineres med mekanisk indblæsning via et ventilationsanlæg samtidig med at der opnås en stor køleeffekt. Andre gange kan det hygiejniske luftskifte klares naturligt, enten ved oplukkelige vinduer eller naturlig ventilation. Men fælles for løsningerne er at det hygiejniske luftskifte i lokalet kan holdes på et minimum.

Derved spares store udgifter til etablering og transport af store mængder luft, bygnings højde kan minimeres osv. Systemet reducerer energiforbruget og minimerer energi- omkostningerne. Problemfri vedligeholdelse, øget gulvareal og mindre loftrum er ekstra fordele.

Ved vandbårne kølesystemer kan det som en tommelfingerregel være muligt at opnå en ekstra etage for hver 10 etager i en nybygning.

Udgifterne til det enkelte klimaanlæg beror på mange specifikke faktorer men generelt kan man sige at investerings- og vedligeholdelsesomkostningerne for et ATES-kølesystem vil være lavere sammenlignet med et traditionelt klimaanlæg

Vandbårne kølesystemer reducerer energiforbruget og minimerer energi- omkostningerne. Minimal vedligeholdelse, øget gulvareal og mindre loftrum er ekstra fordele.

Vandbårne kølesystemer er derfor et rigtigt godt alternativ til traditionel køling med nedkølet luft fra ventilationsanlægget, både hvad angår økonomi og funktion.

I kombination med ATES –Grundvandskølesystemer er der store energibesparelser at hente uden komforten er forringet.

