

Individuell reglering av rumsklimat

Lennart Jagemar










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

- ELFORSK
- Borlänge Energi AB
- Borås Energi AB
- Elbolaget i Norden AB
- Falu Energi AB
- FORMAS
- Granninge Kalmar Energi AB
- Göteborg Energi AB
- IMI Indoor Climate
- Jämtkraft AB
- Karlstads Energi AB
- Mälar Energi AB
- Skellefteå Kraft AB
- SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut
- Statens Energimyndighet
- Svenska Fjärrvärmeföreningen
- Sydkraft AB
- Umeå Energi AB
- Uppsala Energi AB
- Vattenfall AB
- Öresundskraft AB

Förord:

Intresset för olika former av individuell reglering av inomhusklimat i kontorshus är i ökande. Likaså har de tekniska lösningarna ökat i antal jämfört med bara för några år sedan. Individuell reglering antas allmänt ge nöjdare brukare och dessutom ge möjlighet till viss energibesparing. Denna skrift är en sammanställning av dels motiven för individuell reglering av inomhusklimatet, dels av de olika tekniska lösningar som finns tillgängliga idag. Dessutom görs en sammanställning av vilka typer av kontorslokaler och klimathållnings-system som lämpar sig för individuell reglering. Sammanställningen gör inte anspråk på att vara heltäckande vare sig vad gäller bredd eller djup. För att hjälpa den läsare som önskar mer information finns en utförlig referenslista.

Lennart Jagemar, CIT Energy Management AB

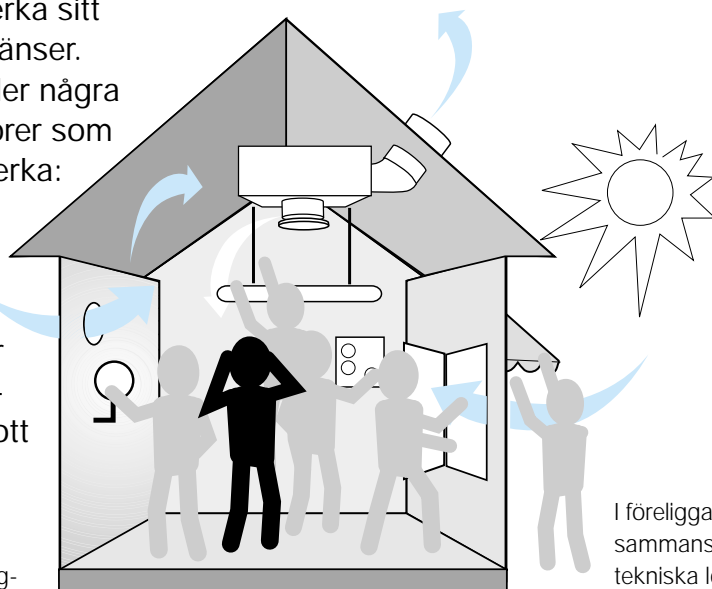
Behov av individuell reglering av rumsklimatet		6
Lämplig nivå på individuell reglering		10
Lämpliga typer av byggnader för individuell reglering av rumsklimatet		14
Sammanfattning		18
Referenser		19

Behov av individuell reglering av inneklimatet



I många moderna kontorshus ges ofta den som använder byggnaden (brukaren) möjligheten att själv påverka sitt rumsklimat inom vissa gränser. Det är då oftast någon eller några av följande inomhusmiljöfaktorer som är aktuella att kunna påverka:

- Rumstemperatur
- Luftkvalitet (luftflöde)
- Belysningsstyrka
- Solinfall genom fönster för att motverka bländning och värmeöverskott



Oftast antas att brukaren är mer tillfredsställd med inomhusmiljön om denne upplever sig ha några möjligheter att påverka inomhusmiljön. För fastighetsägaren skulle detta medföra nöjdare hyresgäster med färre klagomål men inte nödvändigtvis en lägre energianvändning för byggnaden. För hyresgästen skulle nöjdare anställda kunna innebära högre produktivitet.

I föreliggande skrift görs en sammanställning av vilka olika tekniska lösningar som idag finns kommersiellt tillgängliga för individuell reglering av rumsklimatet. De byggnadstyper där individuell reglering av rumsklimatet främst är aktuell är kontor och skolor.

Innemiljökrav med hänsyn till verksamheten

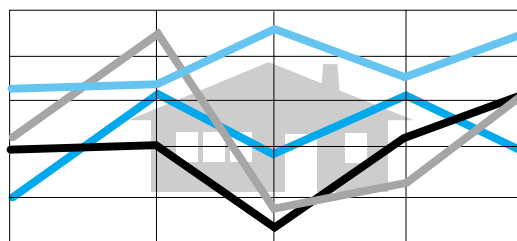
Vid individuell reglering av rumsklimatet är det viktigt att tidigt vid projektering av ny- eller ombyggnader fastställa de verksamhetsknutna inomhusmiljökraven. Dessa krav är de som måste uppfyllas för att verksamheten i byggnaden skall fungera (Abel 2000).

Nivåer måste fastställas på krav för:

- Termiskt klimat (främst innetemperatur)
- Luftkvalitet
- Belysningskvalitet (främst belysningsstyrka)
- Dagsljusinsläpp
- Restriktioner på störningar
 - Störande luft rörelser (drag)
 - Bländning
 - Störande ljud
 - Elektromagnetiska fält
- Driftsäkerhet

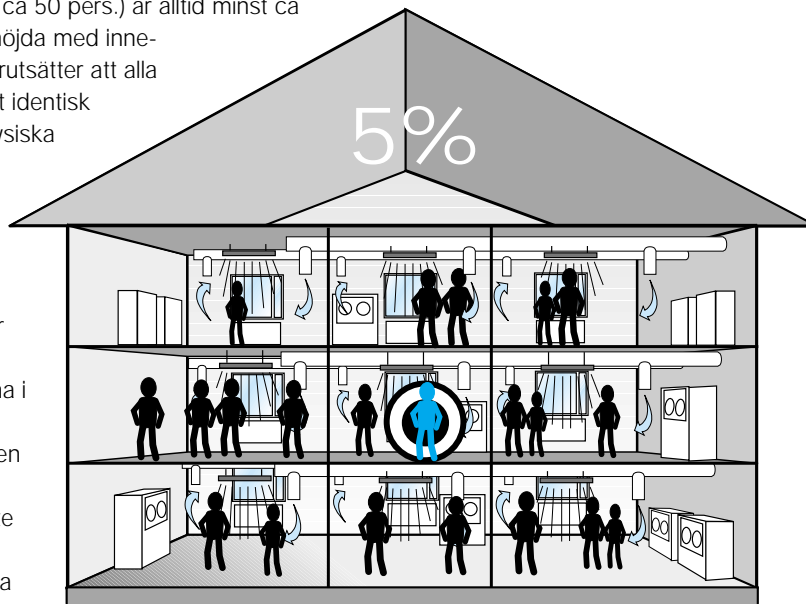
Exempel på lämpliga kravnivåer finns i bland annat Effektivrapporten God inomhusmiljö (Nilsson 2000) eller i rapporten Klassindelade inneklimatsystem (Scanvac 2000).

När nivåerna på de verksamhetsknutna kraven väl har fastställs får dessa nivåer aldrig påverkas av olika energibesparande åtgärder. Energieffektivitet är ett byggnadsknutet krav och definieras som minsta möjliga mängd köpt årlig energi vid en given nivå på de verksamhetsknutna kraven.



Innetemperatur

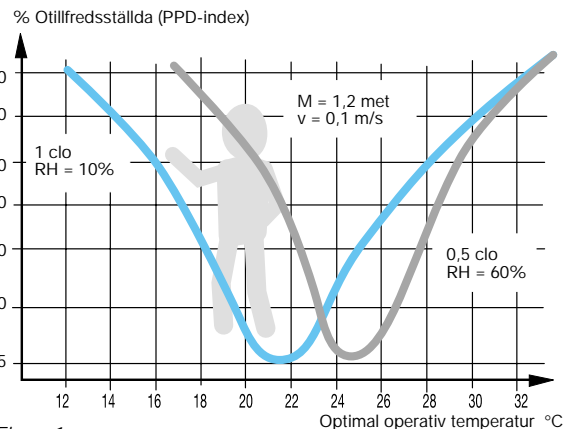
Människor upplever det termiska inneklimatet olika. I en större population (över ca 50 pers.) är alltid minst ca 5 % av brukarna missnöjda med innetemperaturen. Detta förutsätter att alla personer har i stort sätt identisk klädsel, utför samma fysiska aktivitet och utsätts för samma operativa temperatur (ISO 1990). Denna är en sammanvägning av rumsluftens temperatur och strålnings-temperaturer från ytorna i rummet. Den operativa temperaturen är vanligen nära lufttemperaturen förutsatt att rummet inte har stora varma, eller kalla, ytor (vanligen kalla fönster vintertid).



Liknande siffror kan tas fram för andra parametrar för termisk komfort (drag, vertikal temperaturdifferens och strålningstemperaturassymetri från kalla/varma ytor i rummet). Den inneklimatparameter som är tekniskt möjlig att tämligen enkelt påverka individuellt är lufttemperaturen (rumstemperaturen). För tekniska lösningar med varma eller kalla ytor kan även den operativa temperaturen påverkas något.

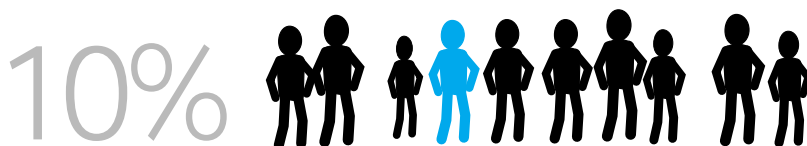
Figur 1 visar hur andelen otillfredsställda i en större population av brukare beror på den operativa temperaturen vid normalt kontorsarbete vid lätt sommarklädsel respektive normal inomhusklädsel (vintertid). Som tidigare sagts är alltid ca 5 % av brukarna missnöjda även vid den optimala operativa temperaturen.

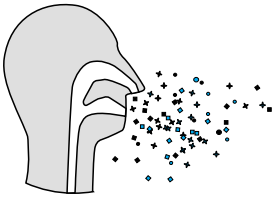
Vid ställande av kravnivå på den operativa temperaturen väljs i Europa normalt den operativa temperaturens övre och nedre gränser sådana att 10 % av brukarna är otillfredsställda. I USA väljs vanligen gränserna så att siffran blir 20 %. För att alla personer i en byggnad skall vara nöjda med rumstemperaturen krävs individuell reglering. Dessutom måste denna reglering vara utformad så att brukaren lätt förstår hur den fungerar.



Figur 1. Relation mellan optimal operativ temperatur och andel otillfredsställda brukare av en större population (PPD-index). Vinter- och sommarfall redovisas. [Scanvac 2000]

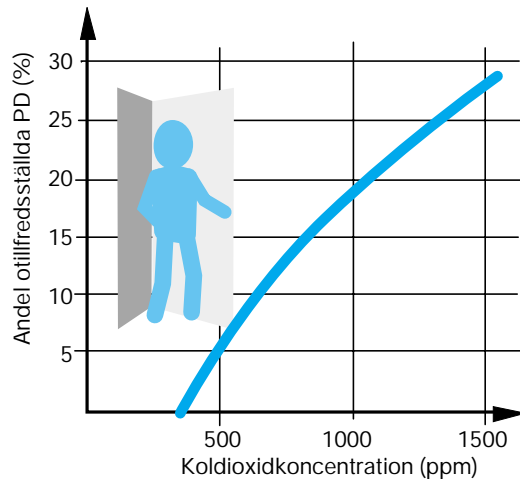
M = metabolism
 1,2 met = sittande kontorsarbete
v = lufthastighet, drag
 clo = klädsel
 0,5 clo = lätt sommarklädsel
 1,0 clo = normal inomhusklädsel
 RH = relativ luftfuktighet



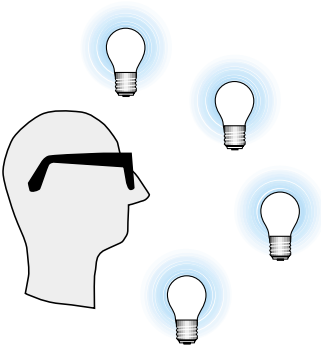


Luftkvalitet

Vad avser luftkvalitet är osäkerheten större när det gäller människor upplevelse än för termiskt klimat. Danska resultat visar att för större populationer är antalet otillfredsställda brukare ca 14 % om alla personer utsätts för en koldioxidhalt på 800 ppm, vilket framgår av Figur 2. 800 ppm koldioxid är en kravnivå som motsvarar en god luftkvalitet. En annan allmänt använd kravnivå är en koldioxidhalt på 1.000 ppm. Här är förutsättningen att den enda källan till förorening i rummet är människor. Koldioxid är en indikator på människogenererade luftföroreningar och resultaten avser personer som kommer in från ett rum med så gott som inga föroreningar till det förorenade rummet.

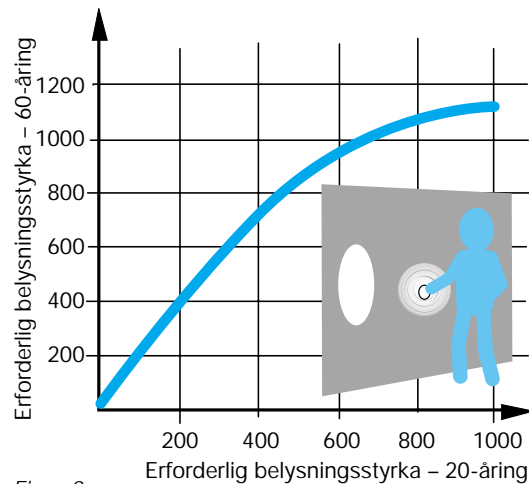


Figur 2. Procentandel otillfredsställda (PD) personer som kommer in i ett rum som funktion av koldioxid-koncentrationen i rummet. Koldioxidkällan är människor [Ekberg 1992]



Belysning

Med åldern behöver människan en högre belysningsstyrka för att kunna se tydligt, exempelvis läsa en text på papper. Om en tjuugoåring klarar en viss läsuppgift bra vid 300 lux kräver en sextioåring nästan den dubbla belysningsstyrkan, vilket framgår av Figur 3.



Figur 3. Erforderlig belysningsstyrka för en 60-årig person som funktion av erforderlig belysningsstyrka för en 20-åring [Starby 1992]

I Sverige är det vanligt att använda platsbelysning för att variera belysningsstyrkan på arbetsfältet på skrivbord. Detta medför att takarmaturerna ibland utformas för klara kravet på allmänbelysning i rummet. Platsbelysning kan vara allt från "traditionella" arkitektlampor med 60W glödlampa till moderna armaturer med kompaktlysrör eller lågspänd halogenlampa.

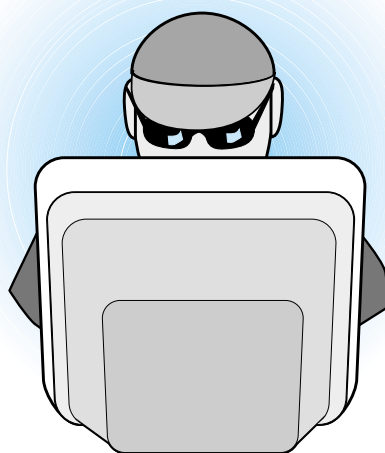
En vanlig kravnivå på belysningsstyrkan för läsning är 500 lux inom läsfältet (d.v.s. på skrivbordet framför brukaren). Denna nivå används ofta för att dimensionera den fasta takbelysningen. Av Figur 3 framgår att om brukaren är 20 år så räcker en sådan dimensionerad takbelysning till för att uppfylla läskravet, medan för en 60-åring krävs ca 800 lux för att uppfylla läskravet. Således måste 60-åringen använda platsbelysning för att öka belysningsstyrkan.

Ett vanligt klagomål i kontorsbyggnader är blänk och reflexer i bildskärmar. Dessa beror till stor del på solinstrålning och "ljusa" fönster, men en källa till reflexer i bildskärmar kan även vara belysningsarmaturerna. Här krävs en sådan möblering av arbetsplatsen att brukaren kan flytta eller vinkla bildskärmen så reflexerna undviks. Om armaturerna är upphängda i kedjor i undertaket finns det möjlighet att hänga upp dem i två horisontella skenor så att armaturerna kan flyttas några decimeter vid behov. Detta medför också att det ofta går att anpassa armaturerna efter möbleringen av rummet så att maximal belysningsstyrka kan erhålls på arbetsfältet på skrivbordet samt inga reflexer i bildskärmen uppstår.

Solavskärmning och dagsljus

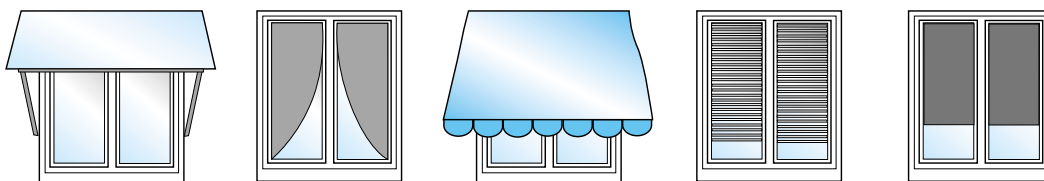
Ett annat vanligt klagomål i kontorsbyggnader är bländning från solinfall genom fönster eller reflexer i bildskärmen p.g.a. solinfall eller blänk från "ljusa" fönster. För att undvika bländning krävs, dels anpassbar möblering på samma sätt som för belysningen, dels att brukarna individuellt kan påverka fönstrens solavskärmning.

Solinstrålning behöver också kunna avskärmas för att hindra för mycket av solvärmen från att komma in i rummet och rumstemperaturen därmed bli för hög. Vid projektering av komfortkylsystem är det vanligt att antaga att någon form av solavskärmning krävs för att hålla en rimligt låg rumstemperatur soliga sommark dagar.

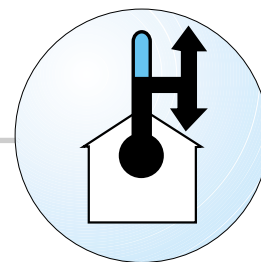


Endast rörlig solavskärmning kan påverkas individuellt av brukaren. Effektivast avseende förhindrande av solvärmeinläckning är utvändig solavskärmning i form av markiser, persienner eller solgardiner. Persienner mellan fönsterrutorna är mindre effektiva.

Invändig solavskärmning, exempelvis persienner eller gardiner, är endast lämplig för att förhindra bländning och reflexer, inte för att minska solvärmeinläckningen i någon större mån.

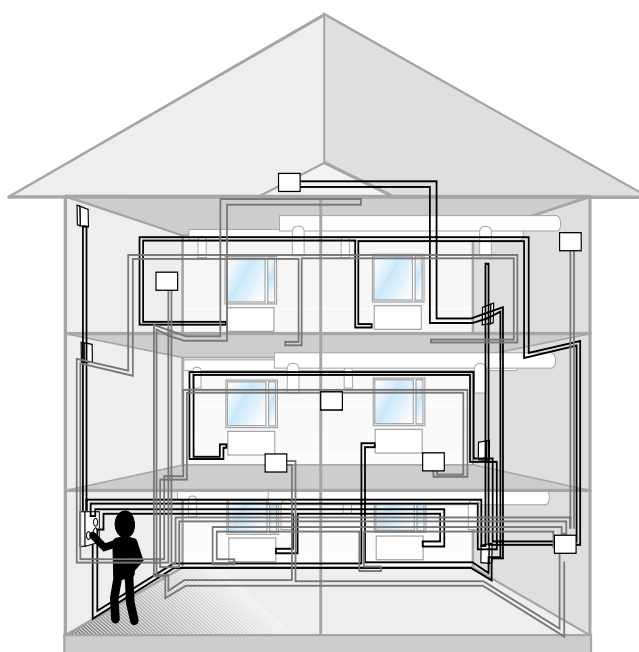


Lämplig nivå på individuell reglering



Brittiska undersökningar har visat att människor föredrar ett klimatsystem som håller en "godkänd basnivå" på innemiljön (främst den termiska) vid "normala förhållanden" men som brukarna kan påverka vid "krissituationer", exempelvis för hög rumstemperatur. Dessutom bör klimatsystemet reagera snabbt när brukarna ingriper (Leaman et al 1993). Detta uppfylls sällan i byggnader eftersom klimatsystemet normalt är ett mycket trögt system.

En undersökning har visat att på ungefär en halv timme (från det önskad rumstemperatur 26°C inställs) höjs rumstemperaturen från ca 21°C till 22,5°C i ett vanligt kontorsrum med fönsterapparater (induktionsapparater) (Billton et al 1992).



Termiskt klimat och luftkvalitet

Brukare har vanligen svårt att förstå termostaters funktion, d.v.s. att önskad rumstemperatur inställs efter en viss tid (för förbrukaren ofta för lång tid). Därför används termostater ofta som "kranar", d.v.s. brukaren tror att temperaturen ändras snabbare i rummet om termostaten ställs på minimalt eller maximalt värde. Därför skall termostater injusteras så att brukaren kan påverka den önskade temperaturen från ett "neutralt värde" (ofta 21°C eller 22°C) upp eller nedåt maximalt 3°C till 5°C.

För att individuell reglering av rumstemperatur och luftflöde skall fungera i ett kontorsrum krävs att dörren till angränsande rum (vanligen korridoren) är stängd. Även vid små temperaturdifferenser är luftflödet genom dörren normalt mycket större än det som ventilationssystemet står för.

Individuell reglering av rumstemperatur och luftflöde är mest lämpad i kontorsbyggnader med cellkontor. I moderna kontorsbyggnader med öppna planlösningar är individuell reglering av termiskt klimat och luftkvalitet betydligt svårare att åstadkomma.

I kontorslandskap kan den lokala rumstemperaturen påverkas något vid användning av vattenbaserade klimatsystem med kylbafflar eller kylpaneler. Detta förutsätter att en kyllyta finns så gott som över personen och att varje kyllyta har en lätt åtkomlig termostat som dessutom mäter en för arbetsplatsen representativ temperatur. Kylbafflar avger en mindre del av kyleffekten via strålning medan kylavgivning via strålning dominerar för kylpaneler.

För att få ökade möjligheter till individuell klimatreglering i kontorslandskap har under de senaste decennierna olika lösningar för den individuella arbetsplatsen lanserats. Några av dessa beskrivs i nästa kapitel.

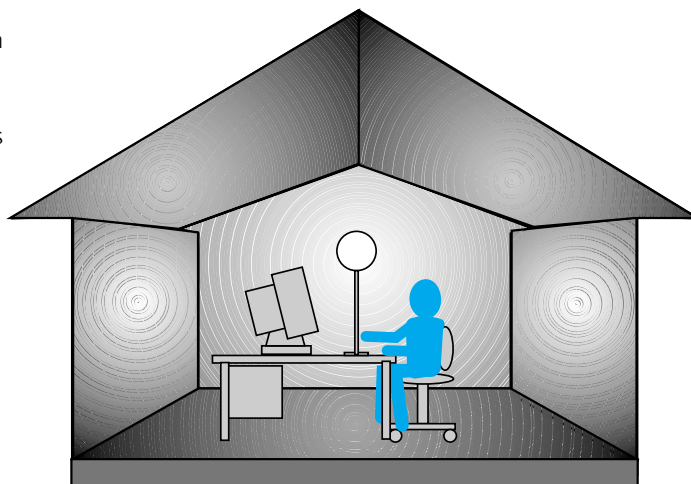
Belysning

Oavsett byggnadens planlösning finns idag många system för individuell reglering av belysningen. Moderna belysningsystem är nästan alltid baserade på högfrekvensteknik. Härvid matas lysrören med en frekvens som är mycket högre än elnätets 50 Hz. Därmed undviks bl.a. flimmer från lysrören och de kan vara steglöst reglerbara efter exempelvis belysningsstyrkan i rummet (dagsljusnivån).

Takarmaturer har som regel dragsnören vilka styr hur många lysrör som är inkopplade. Vanligen kan därmed brukaren styra om uppljus och eller nedljus önskas. Släckning av nedljus kan medföra att problemen med reflexer på datorskärmar minskar.

Moderna system med reglering av takarmaturerna via brytare på skrivbordet eller med fjärrkontroller, liknande de för TV-apparater, medför att brukaren kan reglera takbelysningen utan att flytta sig från arbetsplatsen. Dessa system kan medföra att brukaren också steglöst kan dimma takarmaturerna.

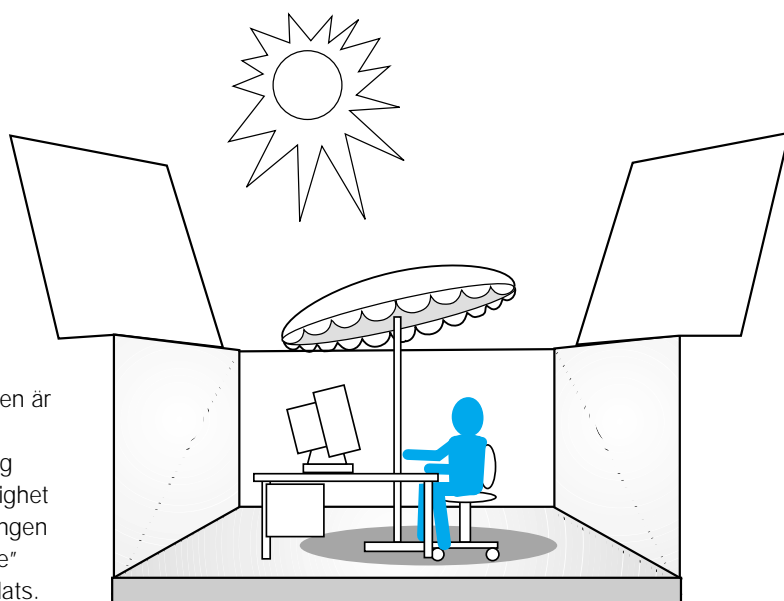
Till den individuella regleringen av takarmaturerna kommer regleringen av platsbelysning, oftast endast till och från.



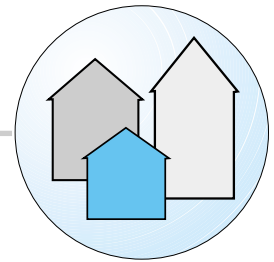
Ibland styrs takbelysningen av en närvarosensor. Brittiska undersökningar har visat att brukaren själv vill avgöra om belysning skall tändas eller inte när brukaren kommer in i kontorsrummet (Bordass et al 1993). Däremot kan närvarosensorn gärna släcka belysningen när brukaren varit ute ur rummet ca femton minuter. Närvarosensorer kräver ofta mycket arbete med injustering av rätt känslighet och rätt "synfält".

Solavskärmning

Individuell reglering av olika typer av rörliga solavskärmningar åstadkoms enklast genom manövreringsnören vid fönstren. Om solavskärmningen är automatisk är det viktigt att automatiken inte ändrar inställningen mer än ett par gånger under en förmiddag eller eftermiddag. Likaså måste brukaren alltid ha möjlighet att "köra över" automatiken och ställa in solavskärmningen som denne önskar. Detta kräver lättförståeliga "reglage" och att dessa är lätt åtkomliga från brukarens arbetsplats.



Lämpliga typer av byggnader för individuell reglering av rumsklimatet

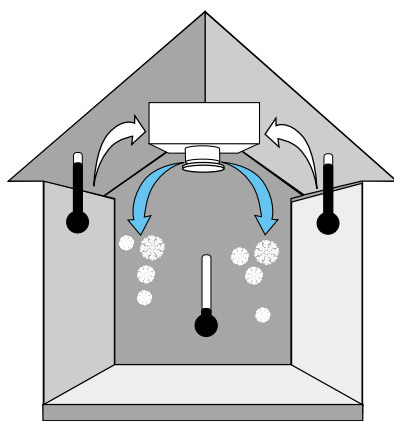
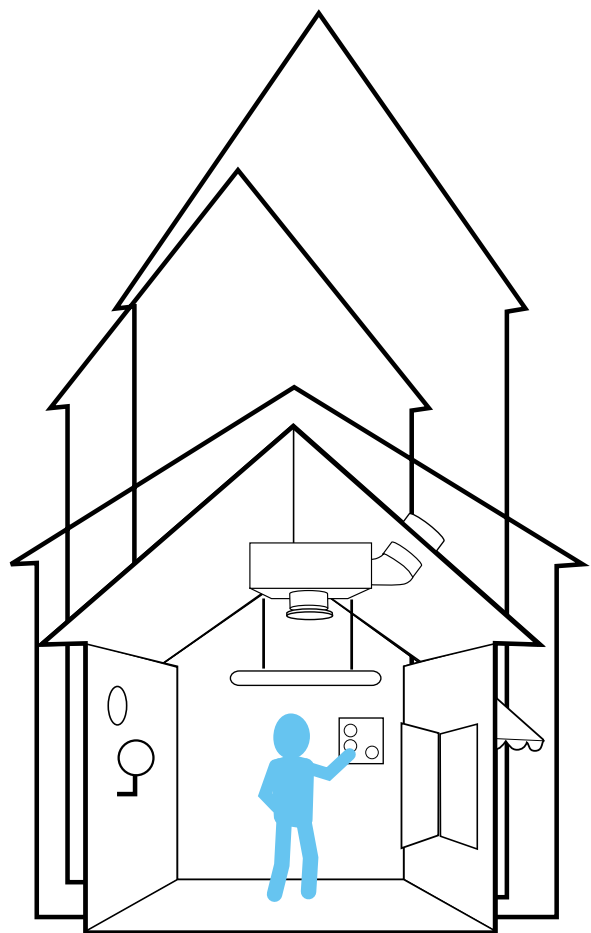


Den enklaste formen för individuell reglering av rumsklimatet är ett rum i ett bostadshus.

Här kan man som regel påverka följande:

- Lägsta rumstemperatur - någon form av termostat kopplad till uppvärmningsanordningen i rummet, i regel en radiator (värmeelement)
- Högsta rumstemperatur - kan delvis regleras genom att öppna fönster så att högre rumstemperatur än utetemperaturen undviks. Dessutom kan solvärmeinläckning undvikas genom att fälla ner persienner.
- Luftkvalitet (luftflöde) - genom att öppna fönster
- Bländande solinfall - fälla ner och/eller vrida persienner, gardiner etc.
- Belysningsstyrka - genom att tända släcka takarmaturer, platsbelysningar och/eller ändra fönstrens persienner

Dessa åtgärder kräver ett aktivt ingripande av personer i rummet och innehåller inte mycket av installationstekniska system.



KOMFORTKYLA

I kontors- och skolbyggnader medför däremot krav på individuell reglering att de installationstekniska systemen blir nödvändiga och ibland tämligen komplicerade. Skolor kan närmast liknas vid byggnader med cellkontor där skolsalarna motsvarar cellkontoren. I normala skolsalar är dock värmeöverskottet sällan den dimensionerande faktorn varför komfortkylsystem med vattenburen kyla inte är aktuella annat än undantagsvis.

För en översikt av utformningen av klimathållningssystem i främst kontorsbyggnader hänvisas till Systemhandbok för publika och kommersiella lokaler (Fläkt 1989) och EFFEKTIV-rapporten Komfortkyla (Nilsson 2001)

Byggnader med cellkontor

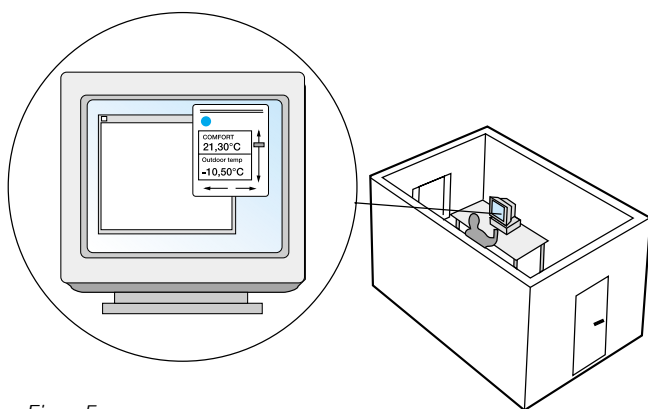
Termiskt klimat och luftkvalitet

Vanligen har radiatoren i kontorsrummet en termostatventil som kan ställas in individuellt. Ifall radiatorventilen är förreglad med komfortkylsystemet, för att motverka samtidigt värming och kylning, kan vanligen önskad lägsta rumstemperatur ställas in på en termostat på väggen. Vid ombyggnad av äldre kontorshus med fönster av lägre termisk kvalitet kan problem uppstå med kallras från fönstren under kalla vinterdagar om rummet då har ett värmeöverskott som måste bortföras och radiator därmed är avstängd.

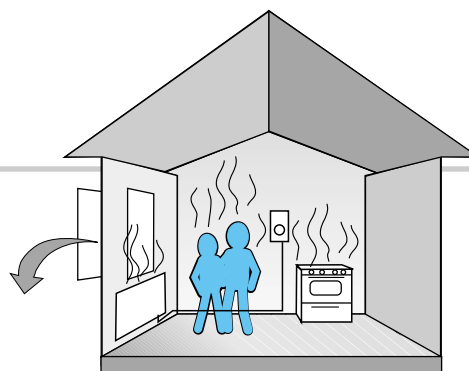
Luftburen kyla - VAV-system

För att möjliggöra individuell reglering via komfortkylsystem med luftburen kyla krävs att luftflödet kan varieras, d.v.s. ett VAV-system. Figur 4 visar en prinsipskiss över ett komfortkylsystem med variabelt luftflöde.

Ofta regleras luftflödet via spjället i VAV-boxen genom en termostat på väggen. Ifall radiatoren inte är förreglad med VAV-boxen kan på termostaten inställas en högsta önskad temperatur. Vid förregling mellan VAV-box och radiator kan såväl en högsta som en lägsta önskad rumstemperatur inställas. Vanligen väljs ett dödband på ca 2°C mellan de två temperaturerna då varken värme eller kyla (ökat luftflöde) används.

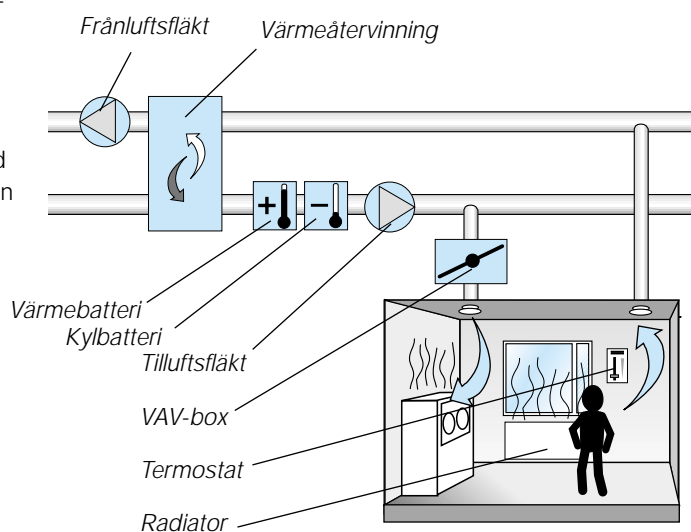


Figur 5.
Exempel på system för individuell reglering av rumstemperaturen från PC-skärmen [<http://www.TAC-Global.com>]



I Sverige har under många år brukaren alltid kunnat öppna fönstret i kontorsrummet, även i byggnader med komfortkyla, vilken inte är en självklarhet i andra länder. Denna enkla lösning ger brukaren möjlighet att påverka rumstemperaturen och fram för allt luftkvaliteten.

Figur 4.
Princip för VAV-system med VAV-box



I moderna styr- och regler-system där varje komponent (givare, spjäll etc.) kan adresseras individuellt i systemet finns det ibland möjlighet att komma åt regler-systemets dator via Internet. Figur 5 visar en tillverkares lösning där brukaren kan ändra den önskade rumstemperaturen via ett "fönster" på datorskärmen.

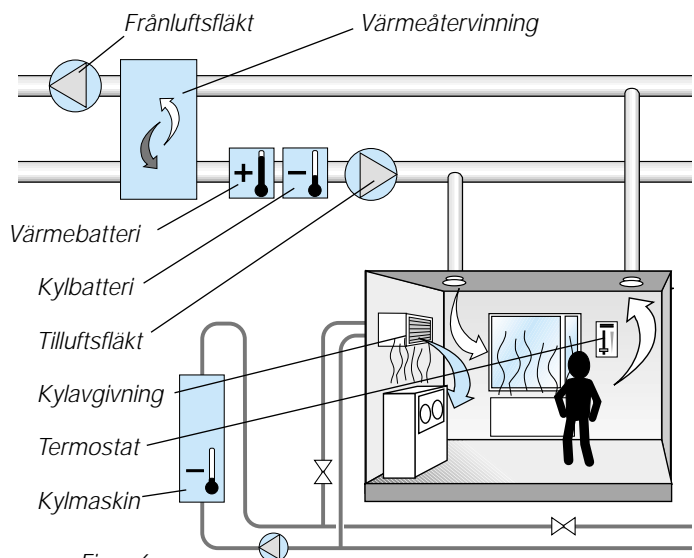
Vattenburen kyla

Det andra komfortkylsystemet för vilket individuell reglering är möjlig av det termiska klimatet i en byggnad med cellkontor är system med vattenburen kyla. Härvid finns en kylvanhet i rummet vilken kyls med en kallvattenkrets. Figur 6 visar en principskiss över komfortkylsystem med vattenburen kyla.

Den vanligaste individuella regleringen är även vid vattenburen kyla en termostat på väggen vilken reglerar vattenflödet genom kylapparaten via en ventil på röret till kylapparaten. För kylbafflar och kylpaneler kan radiatoren vara förreglad eller ej med kylapparaten. För induktionsapparater och fläktkonvektorer är samtidig kyla och värme oftast omöjlig eftersom antingen kallt eller varmt vatten tillförs apparaten.

Även med vattenburen kyla kan i moderna styr- och regler-system den önskade rumstemperaturen ställas in via ett "fönster" på PC-skärmen, som visas i Figur 5.

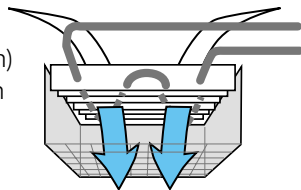
Kylan kan tillföras rummet via olika kylapparater som beskrivs nedan:



Figur 6.
Princip för system med vattenburen kyla

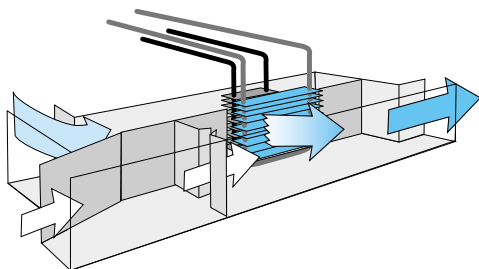
Kylbafflar i tak

Vid nybyggnation är tillufts-bafflar, där tilluften tillförs via baffeln och därmed ger ökad medryckning av rumsluften (induktionsverkan) vanligast. Vid ombyggnation dominerar egenkonvektionsbafflar.



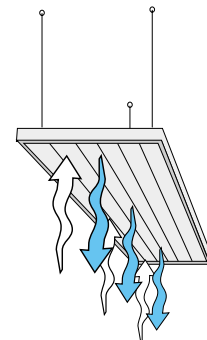
Induktionsapparater

Monteras vanligen under fönster och ersätter därmed radiatorer. Här kan både värme och kyla tillföras rummet (dock inte samtidigt). Rumsluft dras med genom apparaten med tilluften (induktionsverkan).



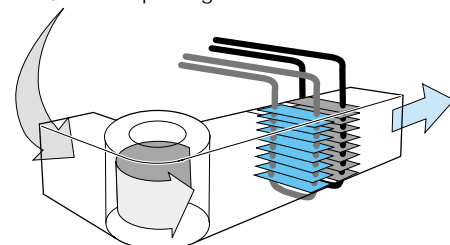
Kylpaneler i tak

Används som regel när stora värmeöverskott måste bortföras ur rummet.



Fläktkonvektorer

Monteras vanligen under fönster och ersätter därmed radiatorer. Här kan både värme och kyla tillföras rummet (dock inte samtidigt). Rumsluft dras med genom apparaten med en fläkt. Denna medför att fläktkonvektorer kan bullra en del, särskilt på höga luftflöden.



Belysning

För belysningen kan den individuella regleringen som nämnts ovan, bestå av allt från brytare på väggen och dragsnören i takarmaturerna till brytare på skrivbordet eller fjärrkontroller.

Solavskärmning

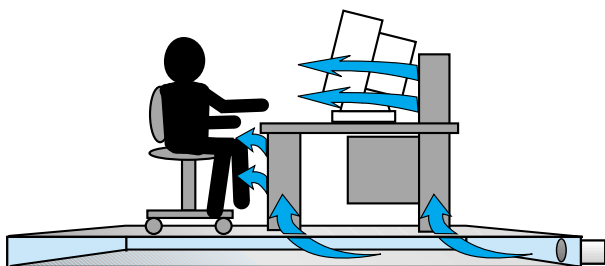
Som tidigare nämnts kan den individuella reglering av solavskärmningen bestå av från enkla manöversnören vid fönstret till, förhoppningsvis lättåtkomliga knappar som reglerar motoriserade persienner, markiser eller dylikt.

Byggnader med kontorslandskap

Termiskt klimat och luftkvalitet

Vid vattenburen kyla med kylbafflar eller kylpaneler kan viss individuell reglering av det termiska klimatet vara möjlig, vilket nämnts ovan. Däremot kan luftkvaliteten inte regleras individuellt med dessa lösningar. Ett problem vid dessa lösningar är placeringen av en givare vilken mäter en för arbetsplatsen representativ temperatur.

För att få ökade möjligheter till individuell klimatreglering i kontorslandskap har under de senaste decennierna olika lösningar för den individuella arbetsplatsen lanserats. I USA och Storbritannien är persontäta kontorslandskap dominerande i kontorsbyggnader. I många fall tillförs luften genom don i golvet, vilket är upphöjt och fungerar som tilluftskanal. För denna lösning kan speciella skrivbord förses med reglerbara luftmunstycken, liknande vad som är vanligt i bilar. Därmed kan såväl det termiska klimatet som luftkvaliteten regleras lokalt. Det finns en mängd vetenskapliga undersökningar av denna typ av skrivbord med arbetsplatsventilation (bl.a. Tsuzuki et al 1999, Ardens et al 1998, Bauman et al 1995).



Belysning

De individuella reglermöjligheterna för moderna belysningssystem i kontorslandskap skiljer sig inte mycket från vad som är möjligt i byggnader med cellkontor. Däremot har traditionellt de individuella reglermöjligheterna av belysningen (frånsett platsbelysning) varit mycket ringa i kontorslandskap. Möjligen har takarmaturerna haft dragsnören. För moderna system krävs brytare vid arbetsplatsen (eller reglering via datorskärmen) för att individuell reglering skall vara meningsfull. Närvarosensorer går att använda i kontorslandskap men kräver god injustering och kan kräva omjustering vid ommöblering.



I Sverige byggdes ett fåtal kontorshus runt 1990 med tilluft via installationsgolvet och individuell reglering av luftflöde och lufttemperatur via en fläktkonvektor (matad med varmt och kallt vatten) nära arbetsplatsen.

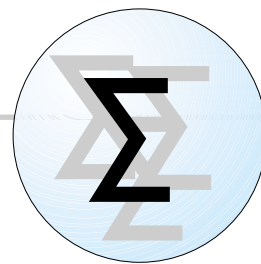
En "skrivbordslösning" liknande de brittiska och amerikanska utvecklades av dåvarande Byggnadsstyrelsen för ca 10 år sedan (Wyon et al 1991). Detta klimatskrivbord kan förses med kyld och renad tilluft (ca 5 l/s) på flera olika sätt. Lösningen är patenterad i Sverige (Mikroklimat 1991). Ett femtiotal skrivbord installerades i Byggnadsstyrelsens lokaler under den första halvdelen av 1990-talet; den största installationen var 18 skrivbord i Haparanda tingsrätt, vilka fungerar bra efter ca sju års drift.

En nyare svensktutvecklad lösning för individuell klimatreglering i kontorslandskap kallas Pluggit (Fridén 2000). Härvid kan, via en anslutningsnod i taket, arbetsplatsen tillföras tilluft via en flexibel kanal, varmt och kallt vatten via kopparrör, olika typer av elmatning och datanätverk. Upp till fyra arbetsplatser kan försörjas från en taknod. Tilluftsflödet är 10-12 l/s, arbetsplats och tilluften tillförs via ett deplacerande "säckdon" under skrivbord. Huruvida denna lösning inte ger drag på anklarna är oklart.

Solavskärmning

Individuell reglering av solavskärmning i kontorslandskap är i princip omöjlig. Vid traditionell manövreringsnöresreglering av persienner etc., "behärskar" den brukare som sitter vid fönstret regleringen av solavskärmningen. Detta innebär att brukare längre in rummet som störs av bländning eller reflexer från solinstrålningen, har svårt att göra något åt detta. På motsvarande sätt så kan brukaren vid fönstret irriteras av solinstrålningen och dra för solavskärmningen. Brukare längre in i rummet berövas då såväl utsikt som solljus.

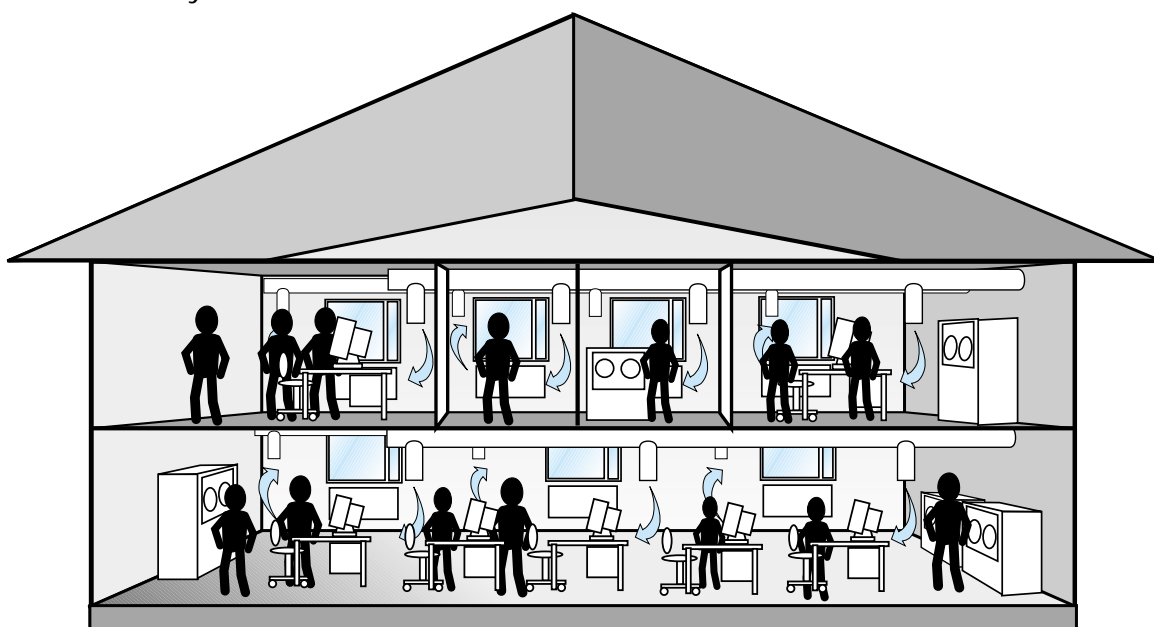
Sammanfattning



Individuell reglering av rumsklimatet genomförs enklast i byggnader med cellkontor. En förutsättning för att regleringen skall fungera är att dörren mellan rummet och korridoren är stängd.

Endast två typer av komfortkylsystem lämpar sig för individuell reglering:

- Luftburen kyla med variabelt luftflöde
- Vattenburen kyla

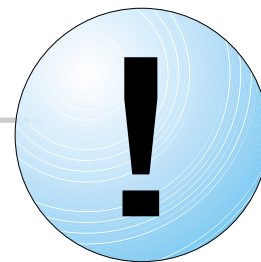


I byggnader med kontorslandskap kan viss individuell reglering fås med vattenburen kyla med kylbafflar eller kylpaneler. Kommersiellt finns idag tillgängligt ett antal system vilka på olika sätt ventilerar och kyler/värmer den individuella arbetsplatsen. Erfarenheterna från sådana system är begränsad i Sverige, men ett antal vetenskapliga utvärderingar har skett av olika typer av arbetsplatsystem i andra länder

För individuell reglering av takbelysning finns ett flertal tekniska lösningar tillgängliga för moderna belysnings-system baserade på högfrekvensteknik. Dessa används enklast i byggnader med cellkontor men kan även tillämpas i byggnader med kontorslandskap.

Individuell reglering av solavskärmning är viktig för att undvika problem med bländning från sol och himmel samt reflexer i datorskärmar. I byggnader med cellkontor är individuell reglering av solavskärmning oftast lätt att genomföra. Om solavskärmningen är automatisk är det viktigt att den inte reglerar för ofta och att brukaren alltid kan köra över automatiken. I byggnader med kontorslandskap är individuell reglering av solavskärmning möjlig endast för brukare som sitter vid fönstret. Dessa kan lätt komma i konflikt med brukare längre in i rummet över hur solavskärmningen skall regleras.

Referenser



Abel, E. 2000. Byggnaden som klimatsystem. Kompendium VIN086:1 2000. Institutionen för installationsteknik, Chalmers tekniska högskola, Göteborg.

Arens, E., T. Xu, K. Miura, Z. Hui, M. Fontain, F. Bauman. 1998. "A Study of Occupant Cooling by Personally Controlled Air Movement". *Energy and Buildings*, 27(1998), pp 45-59. Elsevier Science S.A, Switzerland.

Bauman, F.S., E.A. Arens, S. Tanabe, H. Zang, A. Baharloo. 1995. "Testing and Optimizing the Performance of a Floor-Based Task Conditioning System". *Energy and Buildings*, 22(1995), pp 173-186. Elsevier Science S.A, Switzerland

Bordass, B., K Bromley, A. Leaman. 1993. "User and Occupant Controls in Office Buildings". *Building Design, Technology and Occupant Well-Being in Temperate Climates*, February 1993, Brussels Belgium.

Billton, M. & U. Nilsson. 1992. Inomhusklimatet i en modern kontorsbyggnad. Examensarbete E95:1992. Avdelningen för installationsteknik, Chalmers tekniska högskola, Göteborg.

Ekberg, L. 1992. Luftkvalitet i moderna kontorsbyggnader. Document D16:1992. Avdelningen för installationsteknik, Chalmers tekniska högskola, Göteborg.

Faulkner, D., W.J Fisk; D.P. Sullivan; D.P. Wyon. 1999. "Individual Thermal Comfort Control with Desk-Mounted and Floor-Mounted Task/Ambient Conditioning Systems". *Proceedings of Indoor Air '99*, Edinburgh, Scotland. August 8-13 1999.

Fläkt. 1989. Systemhandbok för publika och kommersiella lokaler. Fläkt Svenska Produkter AB, Stockholm.

Fridén, R. 2000. "Nu kan du styra ditt eget klimat". *Energi & Miljö* nr 12, 2000, pp 33-34. Förlags AB VS, Stockholm

ISO. 1990. ISO 7730 - Moderate Thermal Environments - Determination of the PMV and PPD Indices and Specification of the Conditions for Thermal Comfort. Ref. No. ISO 7730-1984. International Organisation for Standardization, Switzerland.

Leaman, A, W. Bordass, K. Bromley. 1993. User and Automated Control and Management in Buildings - Phase Two Report. *Building Use Studies*, London, UK. March 1993.

Mikroklimat. 1991 Climadesk. Mikroklimat Sweden AB (numera AutoControl R & D AB, Göteborg)

Nilsson, P-E. 2000. God inomhusmiljö. Rapport nr 2000:02. EFFEKTIV, c/o SP - Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, Borås.

Nilsson, P-E. 2001. Komfortkyla. Rapport nr 2001:01. EFFEKTIV, c/o SP - Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, Borås.

Scanvac. 2000. Klassindelade inneklimatsystem - Riktlinjer och specifikationer. Revidering av Riktlinjeserie R1. VVS-tekniska föreningen/Förlags AB VVS, Stockholm.

Starby, L. 1992. Belysningshandboken - Underlag för planering av belysningsanläggningar. Ljuskultur, Stockholm.

Wyon, D.P., S. Larsson, J. Thews. 1991. Klimatbord för kontor. Husbyggnadssektionen, Tekniska enheten, Byggnadsstyrelsen - KBS, Stockholm.

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.

Layout och produktion: illustration & information, Borås

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 2001:07
ISBN 91-7848-878-8
ISSN 1650-1489