

# Hygieniska och fysiologiska synpunkter vid rumsuppvärmning

Av ingenjör J. B. Ulstein, ESWA Värme AB, Västerås

Dk 536.1/3

## Sinnesorganens uppfattningsförmåga

Den mänskliga organismen utsättes i det dagliga livet ständigt för skiftningar i de yttre förhållandena. Sinnesorganen måste då strax söka att anpassa sig till de nya krav som ställs till dem och i många fall gör de detta helt automatiskt, även om det är mycket stora variationer i de yttre förhållandena. Vi kan t ex tänka på vår förmåga att se vid skiftande ljusförhållanden.

Det är ju ganska fantastiskt att ögonen kan låta oss läsa normalt antingen det är ganska svagt lampljus eller strålände dagsljus. Även om i det första fallet det vita papperet i boken vi läser faktiskt är mörkare än själva trycksvärtan i bokstäverna när vi läser i gott dagsljus, och vi tänker inte på annat än att papperet är vitt och bokstäverna svarta i båda fallen. När det gäller ljudintryck är förhållandena något liknande. Örat kan anpassa sig och fungera som det skall både för svag viskning och för mycket starka ljud.

Något helt annat är det när det gäller kroppens förmåga att oskyddat klara av svängningarna i de termiska förhållandena i omgivningen. Det är ett mycket begränsat område vi då känner oss välmående i, en förhållandevis liten förskjutning upp eller ned ger känsla av obehag, och har vi ej tagit särskilda förhållningsregler är det inte långt till de gränser upp och ned som innebär livsfara att gå utanför.

## Kroppens värmeproduktion och kylning

Människan är som en arbetsmaskin, en motor som går kontinuerligt dygnet runt och som måste ha sin kylning. Belastningen kan variera inom ganska vida gränser, men den kräver i alla fall att kylningen mycket noga anpassas till värmeutvecklingen. I figur 1 visas några exempel på vilka effekter det kan röra sig om. Det är ganska stor värmeutveckling som kommer till stånd om man utför lite kraftigare kroppsörelse. För en kortare tid kan vi komma långt över tusen watt.

Detta med kylningen är ett ganska komplicerat problem.

Mannen som simmar på figur 2 kan vi anta har en värmeutveckling av 600 W, men på grund av att han rör sig genom vatten, som vanligtvis inte har någon särskilt hög temperatur, får kroppen en mycket god avkylning.

Tennisspelaren på figur 3 har ungefär samma värmeproduktion. Han känner sig också behagligt sval på grund av att han är tunt klädd och är i snabb rörelse så att han får kylning mot luften.

Annorlunda är det med mannen på figur 4. Den kroppsliga energiutvecklingen är inte stor, kanske inte stort över 100 W, men det är i alla fall han som har de största svårigheterna att bli kvitt värmen.

Man säger att termometern skall visa +20°C i vanliga uppehållsrum, då känner man sig behaglig. Är det lägre temperatur har man lov att frysa och är det högre temperatur har man lov att tycka att det är för varmt. Men problemet är inte fullt så enkelt och det illustreras ganska bra vid en demonstration man en

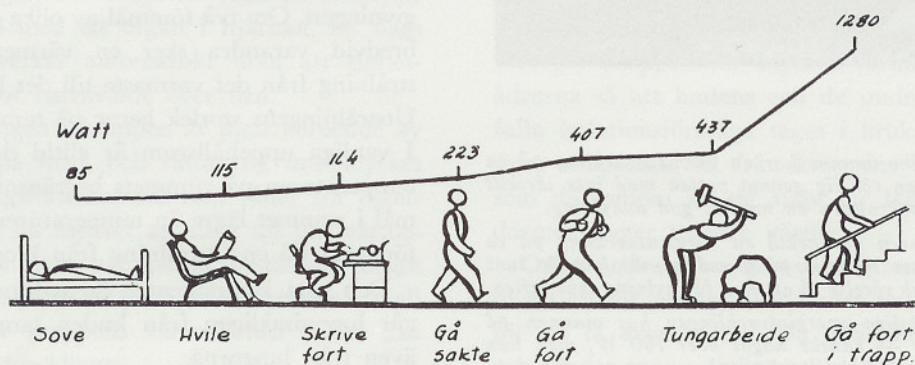


Fig. 1.



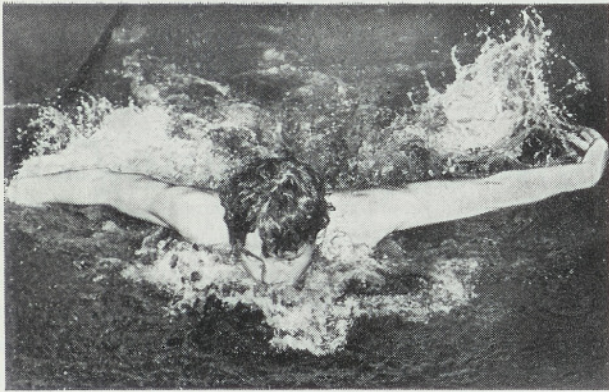


Fig. 2.

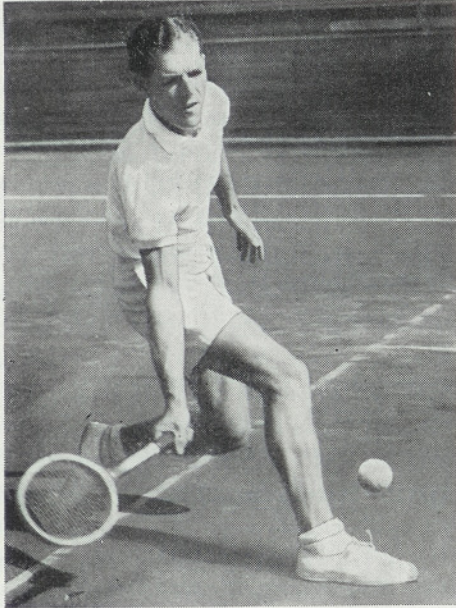


Fig. 3.



Fig. 4.

Fig. 2. Mannen som simmar har en värmeutveckling på ca 600 W, men då han rör sig genom vatten med inte särskilt hög temperatur får kroppen en mycket god avkylning.

Fig. 3. Tennisspelaren har också en värmeutveckling på ca 600 W, men känner sig sval på grund av att han är tunt klädd och är i snabb rörelse så att han får kylning mot luften.

Fig. 4. Den kroppsliga energiutvecklingen hos mannen på bilden är inte stor — kanske något över 100 W, men han har stora svårigheter bli kvitt värmen.

gång gjort vid Pierce-laboratoriet i Amerika. Där inreddes två rum, där lufttemperaturen i det ena hölls på  $+48^{\circ}\text{C}$  och i det andra var temperaturen i luften bara  $+10^{\circ}\text{C}$ . Folk som kom på besök fick möjlighet att uppehålla sig i rummen och kunde då konstatera det förvånansvärda förhållandet att i rummet där det var  $+48^{\circ}\text{C}$  verkade det för kallt men det andra rummet med  $+10^{\circ}\text{C}$  var obehagligt varmt.

Vi känner ju alla till, att när vi sitter vid solväggen på fjället under påsken kan vi ha det ytterst behagligt, även om det är köldgrader i luften och utan att vi är särskilt tjockt klädda.

Dessa exempel visar, att kroppens önsningar när det gäller uppvärmning inte är någon enkel sak. Vi skall nu se lite närmare på varför kroppen kan reagera som den gör i ovannämnda exempel.

Kroppen är som sagt en maskin som alltid producerar värme. Grundbelastningen, den s k "basale metabolisme", motsvarar i genomsnitt ca 1 700 kcal/dygn. Det är den värmeutveckling som sker vid t ex stilla sömn. Då håller de inre organen i kroppen en temperatur som ligger mellan  $36,7\text{--}37,2^{\circ}\text{C}$ . Det är mycket viktigt att denna temperatur hålls konstant. Vid lätt stillasittande arbete blir det en värmeutveckling i tillägg som kan ligga på ca 700 kcal. så att den samlade produktionen är ca 2 400 kcal., dvs. i runt tal 1,2 kcal/tim och kilo kroppsvikt. Men som vi såg kan effekten vid starkare grader av kroppsarbete komma upp i det mångdubbla.

Vi vet också, att det är mycket viktigt, att den värme som utvecklas också blir avgiven. Temperaturen inne i kroppen måste nämligen under alla förhållanden hållas nära  $37^{\circ}$ . Den värme som utvecklas måste bort från kroppen och hur det skall ske beror på omgivningen.

Kroppskylningen kan indelas i tre huvudgrupper, värmeavgivning vid konvektion, strålning och avdunstning.

Konvektionsavkylningen representerar den värmemängd, som tas bort då luften som kommer i kontakt med kroppen blir uppvärmd genom ledning, utvidgar sig och blir lättare, stiger upp och ersättes av ny luft. På så sätt uppstår cirkulation av luft mot kroppen i likhet med luftkylning av en maskin.

Nästa komponent är kroppens utstrålning till omgivningen. Om två föremål av olika temperatur ställs bredvid varandra sker en värmeavgivning genom strålning från det varmaste till det kallaste föremålet. Utstrålningens storlek beror på temperaturskillnaden. I vanliga uppehållsrum är alltid den genomsnittliga temperaturen på rummets begränsningsytor och föremål i rummet lägre än temperaturen på kroppen, det försiggår då en utstrålning från kroppen.

Den sista komponenten är avdunstningen. Den avgår huvudsakligen från huden samt till mindre del även från lungorna.



Fig. 5 visar resultatet från en amerikansk undersökning av värmeproduktion och värmeavgivning från försökspersoner. Försöken är gjorda vid Piercelaboratoriet och vid ASHVE's försökslaboratorium. ASHVE är förkortning av *The American Society of Heating and Ventilating Engineers*. De streckade linjerna är från Pierce-laboratoriet. På figuren är det angivet kurvor för den samlade värmeutvecklingen eller metabolismen som det kallas, vidare för summan av strålning och konvektionsförluster och för avdunstningen. Som nämnts måste den värme som utvecklas även avges. Men kroppen har en viss förmåga till magasinering i någon mån och den nedersta kurvan på figuren anger denna upplagring. Som man kan se rör sig kurvan på båda sidor om nollinjen och kan vara såväl positiv som negativ, beroende på om värmen uppsamlas eller släpps ut, vid ökning eller minskning i kroppstemperaturen. Under normala förhållanden är avdunstningsförlusten positiv. Strålning och konvektion är positiva så länge kroppens yttemperatur är över temperaturen på de omgivande ytorna och luften, och negativ om den är lägre.

Båda försöken är gjorda med personer som närmast är i vilstillning. De från Pierce-laboratoriet var kanske något mer tunt klädda än de från ASHVE-laboratoriet. Nu är det för övrigt mindre troligt att man vid sådana undersökningar skall komma fram till samma resultat, då även små variationer i försökspersonernas aktivitet och påklädning ger utslag. Kylningen vid strålning och konvektion är större för en tunt klädd person både när det är kallt och när det är varmt i rummet.

Avdunstningen övertar en starkt ökande grad av kylningen vid ökande temperatur.

### Kroppens termostat

Som nämnts måste kroppen hållas på en ganska bestämd temperatur. Man kan då fråga sig vad det är som sörjer för att denna temperatur hålles, trots att såväl energit utvecklingen som de omgivande temperaturförhållandena kan variera inom mycket vida gränser. Den fysiologiska förutsättningen för att kroppen håller konstant temperatur är att den värmemängd som den till varje tid utvecklar är lika stor som värmemängden den avger. För att hålla reda på detta, är kroppen utrustad med ett organ i hjärnan, en slags termostat. Den verkar automatiskt utan att sinnesorganen har något herravälde över den.

Värmeutvecklingen i kroppen är mest beroende av vad den håller på med, och rättar sig inte mycket efter de avkylningsförhållanden som råder för ögonblicket. Utan att ha mycket att säga till om värmeutvecklingen, och utan att kunna bestämma något som helst över de yttre avkylningsförhållandena, skall termostaten hålla kroppens värmeförlust exakt lika stor som värmeutvecklingen.

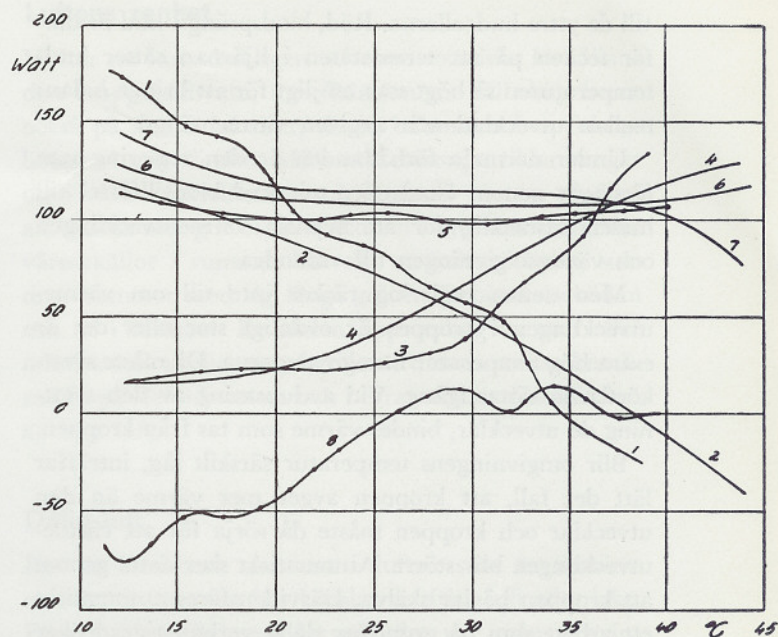


Fig. 5. Kurva 1 Pierce: Strålning + konvektion  
 ” 2 ASHVE: Strålning + konvektion  
 ” 3 Pierce: Avdunstning  
 ” 4 ASHVE: Avdunstning  
 ” 5 Pierce: Metabolismen  
 ” 6 ASHVE: Metabolismen  
 ” 7 ASHVE: Samlade förluster  
 ” 8 Pierce: Värmemagasinerings i kroppen

Det är huden, som hjälper termostaten att klara sitt åtagande. I hudskiktet närmast ytan ligger ett stort antal helt åtskilda kyl- och värmeorgan. Antalet sk kylpunkter är mycket större än antalet värmepunkter, det är ca 250 000 kylpunkter och 50 000 värmepunkter. Varje punkt på huden är emellertid känslig för både värme och köld. Detta p g a värmeledningen genom huden. De olika kroppsdelarna har inte samma känsla för temperaturförändringar. Sticker man t ex ned hela handen i vatten på ca +30°C så känns detta varmare än när man sticker ett finger i vatten på ca +33°C.

Huden är genomvävd av ett fint nät av blodådror och detta nät använder hjärntermostaten vid regleringen av temperaturen.

Om kroppen befinner sig i kylig omgivning som gör det svårt att hålla själva kroppen vid rätt temperatur, så får det gå som det kan med extremiteterna, dvs händer och fötter. Temperaturen kan här sjunka långt under den normala kroppstemperaturen utan att fara är å färde.

Avger kroppen för mycket värme, krymper blodådrorna så att hudens och de underliggande lagrens fulla isolationsförmåga tages i bruk. Det blir då ett stort temperaturfall från kroppens inre till hudytan, som därigenom av sig själv får låg temperatur och därmed avger mindre värme.

Om å andra sidan den värme, som måste avges ser ut att bli för stor behöver huden en högre temperatur för att få avge värme. Då utvidgar blodådrorna sig och sänder genom livligare blodcirkulation mer värme



till de yttre hudcellerna. Röd, blodsprängd hud är därför tecken på att termostaten i hjärnan sätter hudtemperaturen så högt som möjligt för att bringa balans mellan utvecklad och avgiven värmemängd.

Under normala förhållanden är den reglering som försiggår genom ökad eller minskad blodtillförsel till huden tillräcklig för att avpassa värmeutvecklingen och värmeavgivningen till varandra.

Men denna reglering räcker inte till om värmeutvecklingen i kroppen är ovanligt stor eller det är extra hög temperatur i omgivningarna. Då måste svettkörtlarna sättas igång. Vid avdunstning av den svettning de utvecklar, bindes värme som tas från kroppen.

Blir omgivningens temperatur särskilt låg, inträffar lätt det fall, att kroppen avger mer värme än den utvecklar och kroppen måste då sörja för att värmeutvecklingen blir större. Automatiskt sker detta genom att kroppen börjar skälva. Därvid utföres automatiskt ett arbete som på grund av dålig verkningsgrad ökar temperaturen i kroppen. Är inte detta tillräckligt, måste man ta sig en åkarbrasa, ta sig en språngmarsch eller utföra annat mekaniskt arbete så att förlusterna kommer kroppen till godo i så stor grad att värme-förlusten hålles i schack.

Vi har här hela tiden förutsatt att det rör sig om en frisk kropp. Vid sjukdom uppträder ofta feber, dvs att temperaturen stiger över det normala  $+37^{\circ}\text{C}$ . Mekanismen som får temperaturen att stiga är inte känd, men det ser ut som om sjukdomen ställer termostaten uppe i hjärnan någon eller några grader högre.

### Förhållandet mellan kroppens strålningsförluster och konvektionsförluster

Som framgick av fig. 5 är summan av värmeavgivningen vid strålning och konvektion från en stillasittande människa ca 80 kcal/tim. Förhållandet mellan de två komponenterna kan variera, men summan måste vara tämligen konstant. Om man t ex ökar strålningsandelen, måste konvektionsandelen reduceras.

Strålningsandelen ökas som nämnts då temperaturen på de omgivande föremålen reduceras. Skall därvid konvektionsandelen reduceras så kan det bara göras genom att lufttemperaturen hålles högre. Det exempel på extrema förhållanden som nämnades tidigare och som demonstrerades vid ett laboratorium i USA kan då förklaras genom, att i det fall där lufttemperaturen var  $+48^{\circ}\text{C}$  och alltså högre än kroppstemperaturen fick man ingen värmeavgivning vid konvektion, men genom att se till att de omgivande ytorna hade en mycket låg temperatur blev utstrålningen ökad i motsvarande grad, och till och med så stark att försökspersonen frös. I det andra rummet där temperaturen i luften hölls på  $+10^{\circ}\text{C}$  blev det en kraftig konvektionsström längs kroppen. Genom att se till att

begränsningsytorna i rummet hade en förhållandevis hög temperatur blev utstrålningen reducerad så mycket att man tyckte det var i varmaste laget.

Så extrema termiska förhållanden som utfördes i dessa provrum förekommer sällan eller aldrig i vanliga uppehållsrum. Försöken visar att lufttemperaturen endast är en — men inte den mest avgörande — av de faktorer som bestämmer graden av välbehagskänslan. Det som emellertid har större intresse för oss, är att finna ut efter vilka riktlinjer uppvärmningen av rummen skall ske, för att kroppens värmeavgivning skall ske på det hälsomässigt gynnsammaste sättet.

### De behagligaste uppvärmningsförhållandena

En viktig faktor är förhållandet mellan temperaturen i luften och temperaturen på de omgivande ytorna. Fysiologer har konstaterat att det för kroppen är en fördel om värmeavgivningen för det mesta sker vid konvektion. Som nämnts kan man öka konvektionen antingen genom att se till att man har en starkare rörelse i luften eller genom att lufttemperaturen sänkes. Sättes luften i rörelse på konstgjord väg uppstår det mycket lätt en känsla av drag, dvs ojämn avkylning av kroppen. Det bästa sättet är därför att reducera temperaturen i luften. Detta kan göras om man samtidigt ser till att begränsningsytorna i rummet får en ökad temperatur.

Att vara i ett rum med låg lufttemperatur och ändå inte frysa är mycket behagligt. Det har också en stor hälsomässig betydelse att hålla en förhållandevis låg lufttemperatur, då det har visat sig att möjligheterna för att man blir angripen av infektionssjukdomar väsentligt minskas om lufttemperaturen är under  $20^{\circ}\text{C}$  än om den är högre.

Allt eftersom vi ständigt går mer och mer tunnklädda inomhus ökar betydelsen av att ha högre temperatur på begränsningsytorna.

Ökning av temperaturen på begränsningsytorna kan göras såväl direkt som indirekt. Det gäller att få jämnast möjliga temperatur på begränsningsytorna varför man bör undgå koncentrerade värmekällor med hög temperatur.

En direkt uppvärmning av begränsningsytorna sker genom att det på ett eller annat sätt inbygges värmeelement i ytorna. Runt om i världen användes en lång rad olika system för sådan uppvärmning.

Indirekt uppvärmning av ytorna sker genom att man utnyttjar strålvärme från värmekällor placerade i rummet. De apparater som vanligen användes har, när de är fristående, en strålverkningsgrad på ca 10—40 %. Ofta blir den effektiva verkningsgraden reducerad på grund av att möbler och andra föremål skuggar för strålningen.

Den allra största delen av värmen från ett sådant värmeelement blir alltså avgiven som konvektionsvärme till luften, och begränsningsytorna blir upp-



värmda sekundärt, på så sätt att de kommer i beröring med den uppvärmda luften. Vid uppvärmning där konvektionsandelen är den största måste luften alltså ha högre temperatur än begränsningsytorna. Det omvända är emellertid det man gärna vill ha. Ett något så när idealiskt uppvärmningstillstånd har vi här i landet inomhus bara några få dagar om sommaren. Det förekommer ibland om eftermiddagen när solvärmnen har värmt byggnaden så att alla ytor i rummet är tämligen jämnt uppvärmda och temperaturen i luften samtidigt har sjunkit, så att den är lägre än temperaturen på begränsningsytorna.

Att göra en värmeanläggning som ger liknande förhållanden under eldningsperioden är svårt, och att lägga värmeelement både i golv, tak och väggar blir tämligen kostsamt.

Erfarenheterna med de många typerna av strålvärmeanläggningar som de kallas och som verkar så, att de värmer upp begränsningsytorna direkt, visar emellertid att det inte är nödvändigt att värma upp alla ytorna. Det kunde i och för sig vara tillräckligt att använda tex golv, väggar eller tak.

För golvanläggningarnas del tillkommer emellertid det förhållandet, att temperaturen på golvytorna i vanliga uppehållsrum inte bör ligga över ca +23—+24°C, i annat fall uppstår fotbesvär hos dem som skall uppehålla sig i rummet. Det är ju annars naturligt att tänka sig att det måste vara bra att värma upp golvet, så att man då kan hålla sig varm om fötterna. Undersökningar har emellertid visat, att det att gå på ett uppvärmt golv inte är tillräckligt för att hålla fötterna varma. Det är det generella uppvärmningstillståndet i rummet som är avgörande då det bestämmer om kroppen har tillräcklig värme att ge till extremiteterna och alltså även till fötterna.

Vägganläggningar används inte ofta i vanliga uppehållsrum, då man längs en varm vägg får en förhållandevis hög konvektionsavgivning och det ofta är svårt att kontrollera värmeavgivningen på grund av möblering o dyl. Detta förhållande gäller i övrigt även för golvanläggningar.

Takvärmeanläggningar är den typ av strålvärmeanläggningar som dominera. Taket är vanligen en fri yta som står till disposition och strålvärmen fördelas över hela rummet efter behov. Det är golvet som främst blir uppvärmt av strålningen och på grund av att strålningen inte bara sker lodrätt från ytan, utan diffust i alla riktningar, blir även väggar och fönster direkt bestrålade och uppvärmda. För fönstrens del spelar det här en stor roll att strålarna det talas om inte går genom glaset som ljusstrålarna gör, utan praktiskt taget i sin helhet absorberas av glaset. Med takvärmeanläggningar får man en mycket jämn temperaturfördelning både vertikalt och horisontalt och anläggningen frambringar inte luftströmmar som ger känsla av drag.

## Luftens renhet

Vi har nu huvudsakligen talat om termiska förhållanden i uppehållsrum, men känslan av välbehag beror också på andra faktorer, såsom luftens renhet, fuktighetsgrad och rörelse. Millioner dammpartiklar omger oss i våra uppehållsrum och dammet har en tendens att sjunka mot golvet, men om det finns koncentrerade värmekällor i rummet blir det en luftströmning som drar dammet med sig längs golvet, förbi värmekällan och ut i rummet. En sådan uppvirvling av mer eller mindre torkat eller torrdestillerat damm verkar besvärande på slemhinnoerna och bidrar till att öka känslan av torr luft.

## Dålig luft

Det är inte bara dammet i luften som är bestämmande för om man har känslan av frisk luft eller icke. Förr i tiden lärde vi, att när det var många människor i ett rum blev luften förbrukad, genom att det blev för litet syre och för mycket kolsyra i luften. Vi vet dock nu, att även i det minsta och mest fullpackade rum blir kolsyrenehållet bara några få promille, medan människor utan skada kan uppehålla sig i veckor i luft med både 1 och 2 % kolsyrenehåll. Likaså är syrereduktionen, sett från hygienisk synpunkt, utan betydelse.

Så har vi lukt som kommer från människorna, huvudsakligen från huden, men också från andedräkten. Det är mycket komplicerade organiska forbindelser, som kemiskt är mycket svåra att påvisa eller mäta, även om de är mycket kännbara.

Man har emellertid funnit, att det är ett visst sammanhang mellan ökningen av lukttinnehållet i luften och ökningen av kolsyrenehållet, och på grund därav kan kolsyrenehållet användas som en måttstock för hur frisk luften känns.

Men så kommer vi till de faktorer, som är mest avgörande för att man i ett rum med många människor så småningom känner fysiskt obehag. De närvarande avger nämligen både värme och fuktighet. Det gör att temperaturen lätt ökas i rummet och detsamma gäller fuktigheten. Kroppen får svårigheter att avge värmen. Det gäller nu som ett faktum att de större och mindre hälsomässiga svårigheter som uppstår i överfyllda rum varken kan skyllas på syrebrist eller kolsyreöverskott, icke heller obehaglig lukt, utan nästan enbart på för hög temperatur i samband med för stor fuktighetsgrad.

Vi har därmed kommit in på ventilationsfrågan.

När en ventilationsanläggning skall dimensioneras utgår värmekonsulten från att det är nödvändigt med så och så många m<sup>3</sup> luft per person och timme eller så och så många luftväxlingar per timme. Värdena han stödjer sig på finner han i handböcker. Så



menar han att ventilationsluften främst bör förvärmas och det är då lätt att räkna ut värmebehovet, i det han säger att frisk luft skall värmas upp från så och så många köldgrader och till den temperatur han anser rumsluften bör ha. Ofta går han icke så långt ner som till lägst förekommande utetemperaturer men likväl blir det gärna kolossala värmemängder som skall till. För skolor t ex har jag sett en mängd fall där effektbehovet för ventilation är långt större än effektbehovet för att hålla skolan fullt uppvärmd.

### Överdimensionerade ventilationsanläggningar

Jag vill nu sätta ett stort frågetecken vid de data som bildar grundlag för dimensioneringen av sådana ventilationsanläggningar.

Vi måste komma ihåg att de tal som satts t ex för hur många m<sup>3</sup> luft det skall räknas för barn i en skola, är erfarenhetstal baserade på förhållanden som på många sätt är starkt avvikande från de som gör sig gällande vid direktverkande elvärme. De är väl närmast baserade på att det skall användas oljevärmeanläggning med vattenradiatorer eller kanske även ånga, med mycket dåliga regleringsmöjligheter. Friskluften som tas in skall då till stor del användas för att reducera temperaturen i rummet.

Radiatorerna är dammsamlare och bidrar i sig själva till att virvla upp damm i luften och gör på det hela taget luften oren och obehaglig. Handböcker- nas krav är också ofta uppsatta för helt andra klimatiska förutsättningarna än de vi har här, och även detta bidrar till att öka missförhållandet. För torr

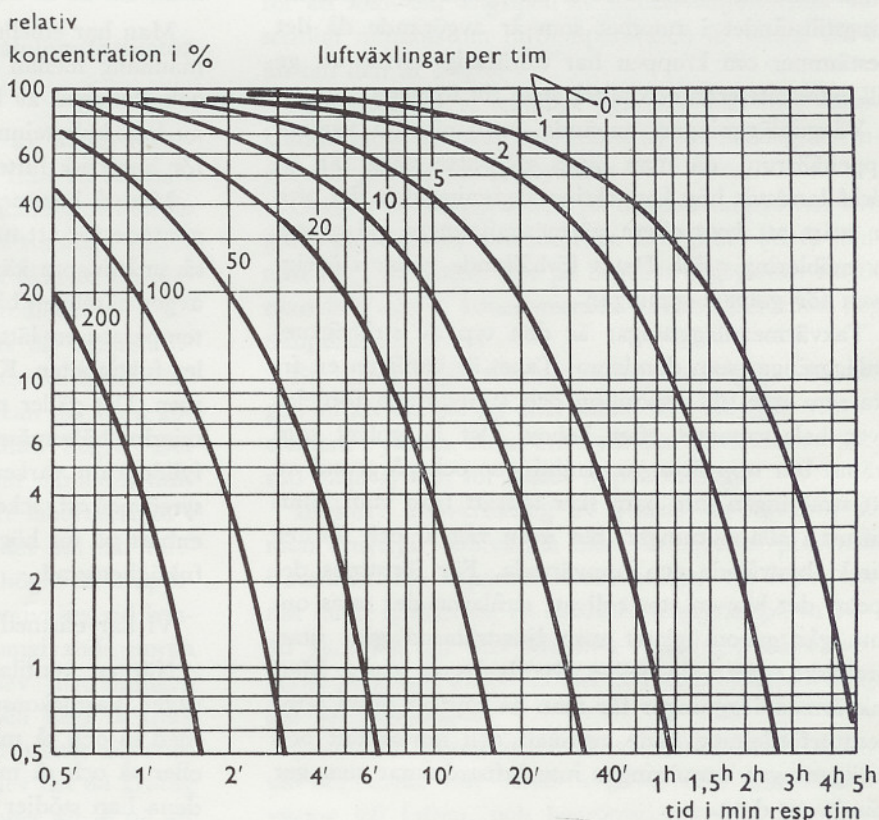
rumsluft förorsakar dessutom onödig ventilation.

Jag anser, att som förhållandet nu är, blir en mängd byggen utförda med överdimensionerade och icke ändamålsenliga ventilationsanläggningar som kostar stora pengar i anskaffning, medför stora byggnadsmässiga problem och stark ökning av driftsutgifterna, såvida inte anläggningen blir helt urkopplad, vilket ofta sker.

Om ett bygge är direkt elektriskt uppvärmt betyder det att regleringsmöjligheterna är praktiskt taget idealiska. Termostater i varje rum sørjer för att man aldrig får onödig värmeavgivning från elementen, när temperaturen i rummet stiger. När värmeelementen är urkopplade är man också kvitt eventuella skadliga verkningar av dammet och uppvärmning av detta, så att man vid den tidpunkt då temperaturen i rummet har kommit över vad man önskar, i varje fall har eliminerat de förhållanden, som kan bidra till att värmeanläggningen försvårar situationen. Vid varje annan form av uppvärmning än direktverkande elektrisk, kommer värmesystemet så snart temperaturförhållanden är i överkant från de önskvärda, att bidra till att försämra situationen.

Jag har talat om skolor och kan gärna fortsätta med att använda skolor som exempel, då det här rör sig om byggen med likartade krav och ändamål.

Jag menar självfallet ej att man skall slopa ventilation i skolor. Riktigt nog har man i skolan raster, som lämpar sig utmärkt till genomvädring, men det är väl troligt att man i alla fall bör ha en viss möjlighet till ventilation även under skoltimmarna. Det jag emellertid inte tror är nödvändigt är att utnyttja värme-



Kurvorna anger utvädringshastigheten vid olika luftomsättningstal. Ur "Hygien och hälsa" av Lars Friberg, Hans Ronge och Bo Bergström. Norstedts, Stockholm 1966.

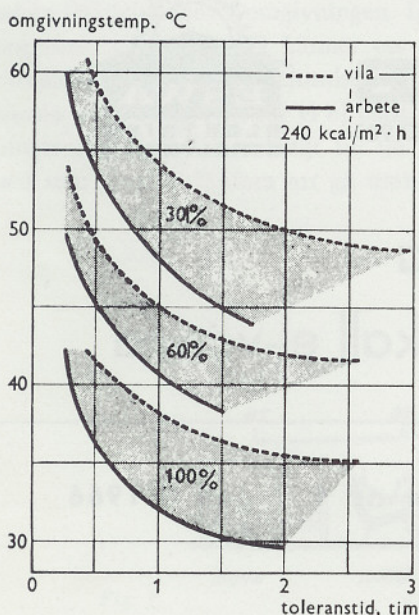


batterier till ventilationsluften. Bortsett från att jag menar det är värmetekniskt onödigt med värmebatterier, så betyder ju en varmluftsanläggning en stark fördyring av bygget. Och här vill jag särskilt påpeka, att det även betyder en kolossal ökning av byggets samlade installationsvärde. Man behöver inte söka länge för att hitta skolbyggen, som på grund av att värmekonsulten har föreskrivit det, får installerat effekter som är både tre och fyra eller kanske flera gånger större än det som har visat sig erforderligt i skolor, där förhållandet verkar till allas tillfredsställelse. Det är ju inte bara anläggningen som blir onödigt dyr, utan vid elektrisk uppvärmning måste även el-tillförseln, transformatorerna och det hela dimensioneras motsvarande högt. Förbrukningstiden för hela installationen måste nödvändigtvis bli mycket kort.

Så tillkommer det förhållandet, att luften är ytterst svår att transportera. Anläggningar utrustas därför med komplicerad automatik, som emellertid ofta är svår att få att fungera som man har tänkt sig.

Med en modern elektrisk takvärmeanläggning kan man enkelt och billigt låta ventilationsluften förvärmas av värmeanläggningen i rummet. Detta kan göras utan nämnvärd ökning av den installerade effekten på grund av att systemet verkar så att man kan utnyttja värmen från de människor det skall ventileras för.

På grund av de metoder som hittills har varit vanliga finns det nu många kommuner och andra byggherrar runt om i landet som har fått, eller är i färd med att få skolor och andra byggen utrustade med ventilationsanläggningar, som är beräknade efter föråldrade metoder och som ger stark ökning av anläggnings- och driftsutgifterna, utan att resultatet kan sägas bli nämnvärt bättre på det värmetekniska området än i byggen som har enklare värmetekniska anläggningar.



## Reglering av värmeanläggningen

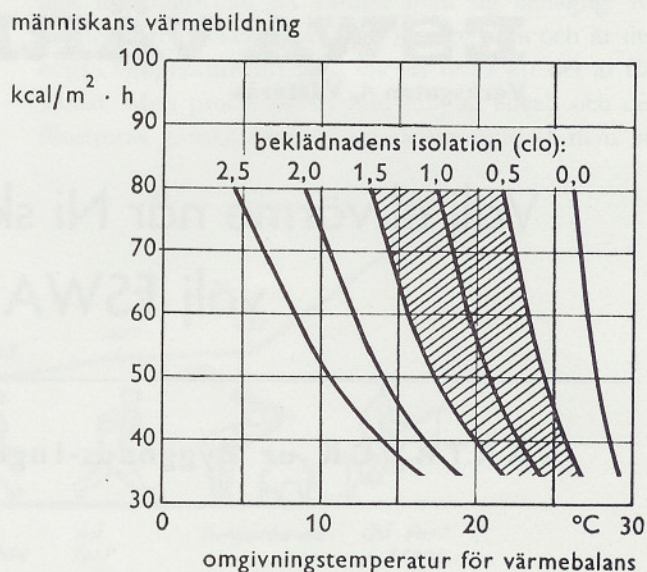
När det gäller fysiologi och rumsuppvärmning har man lätt för att utgå från stabila, termiska förhållanden. Emellertid kan det vara frågan om vilka krav man bör ställa på regleringen av anläggningen. Man bör självfallet fordra att anläggningen är elastisk och lätt att reglera, men det kan även tänkas att det är en fördel att kunna variera de termiska förhållandena under dygnet.

När det gäller förhållandena under arbetstiden, finns det avvikande meningar. Några säger att man bör ha en ökad temperatur under dagen, medan andra forskare säger att värmeavgivningen bör vara jämn. Jag kan tänka mig att svaret varierar om det är fråga om A- eller B-människor, alltså om de är morgonmänniskor eller om de hör till dem som har störst arbetslust och arbetsförmåga på kvällarna. Men med elektrisk uppvärmning har man nu större möjligheter att tillfredsställa de personliga önskemålen, i det man kan förskjuta inställningen på termostaterna lite, om det skulle vara önskvärt. Det kan även finnas orsak till att företa säsongsmässiga justeringar av termostatinställningen.

Det är sorgligt att se, hur många människor det finns som inte vet att utnyttja termostaternas möjligheter för att ge det värmetillstånd de föredrar. Där har förresten termostatfabrikanterna en stor del av skulden. De har nämligen utrustat termostaten med en gradering, som motsvarar graderingen på en termometer, och de försöker till och med att få termostaten till att slå på och av på samma antal grader på termostatskalan som termometern vid sidan om visar.

*Diagrammet nere t.v. visar rekommenderad högsta uppehållstid i vila respektive arbete vid olika omgivningstemperaturer och luftfuktigheter.*

*Diagrammet t.h. visar sambandet mellan omgivningstemperatur för värmebalans, människans värmebildning och beklädnadens isolation i ett dragfritt rum. Ur "Hygien och hälsa" av Lars Friberg, Hans Ronge och Bo Bergström. Norstedts, Stockholm 1966.*



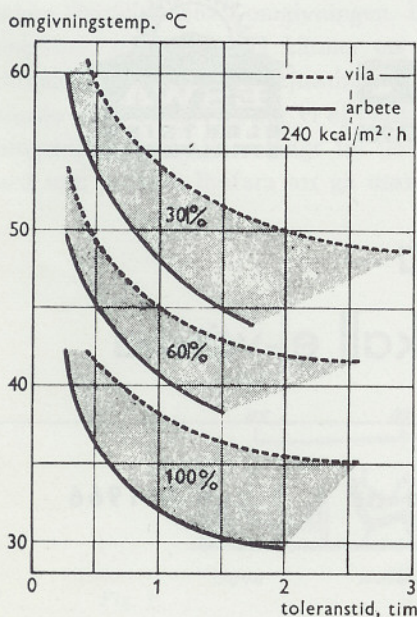


batterier till ventilationsluften. Bortsett från att jag menar det är värmetekniskt onödigt med värmebatterier, så betyder ju en varmluftsanläggning en stark fördyring av bygget. Och här vill jag särskilt påpeka, att det även betyder en kolossal ökning av byggets samlade installationsvärde. Man behöver inte söka länge för att hitta skolbyggen, som på grund av att värmekonsulten har föreskrivit det, får installerat effekter som är både tre och fyra eller kanske flera gånger större än det som har visat sig erforderligt i skolor, där förhållandet verkar till allas tillfredsställelse. Det är ju inte bara anläggningen som blir onödigt dyr, utan vid elektrisk uppvärmning måste även el-tillförseln, transformatorerna och det hela dimensioneras motsvarande högt. Förbrukningstiden för hela installationen måste nödvändigtvis bli mycket kort.

Så tillkommer det förhållandet, att luften är ytterst svår att transportera. Anläggningar utrustas därför med komplicerad automatik, som emellertid ofta är svår att få att fungera som man har tänkt sig.

Med en modern elektrisk takvärmeanläggning kan man enkelt och billigt låta ventilationsluften förvärmas av värmeanläggningen i rummet. Detta kan göras utan nämnvärd ökning av den installerade effekten på grund av att systemet verkar så att man kan utnyttja värmen från de människor det skall ventileras för.

På grund av de metoder som hittills har varit vanliga finns det nu många kommuner och andra byggherrar runt om i landet som har fått, eller är i färd med att få skolor och andra byggen utrustade med ventilationsanläggningar, som är beräknade efter föråldrade metoder och som ger stark ökning av anläggnings- och driftsutgifterna, utan att resultatet kan sägas bli nämnvärt bättre på det värmetekniska området än i byggen som har enklare värmetekniska anläggningar.



## Reglering av värmeanläggningen

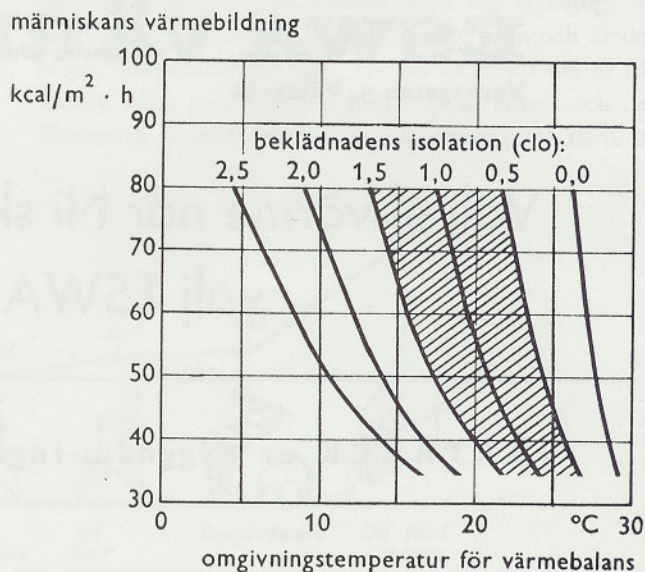
När det gäller fysiologi och rumsuppvärmning har man lätt för att utgå från stabila, termiska förhållanden. Emellertid kan det vara frågan om vilka krav man bör ställa på regleringen av anläggningen. Man bör självfallet fordra att anläggningen är elastisk och lätt att reglera, men det kan även tänkas att det är en fördel att kunna variera de termiska förhållandena under dygnet.

När det gäller förhållandena under arbetstiden, finns det avvikande meningar. Några säger att man bör ha en ökad temperatur under dagen, medan andra forskare säger att värmeavgivningen bör vara jämn. Jag kan tänka mig att svaret varierar om det är fråga om A- eller B-människor, alltså om de är morgonmänniskor eller om de hör till dem som har störst arbetslust och arbetsförmåga på kvällarna. Men med elektrisk uppvärmning har man nu större möjligheter att tillfredsställa de personliga önskemålen, i det man kan förskjuta inställningen på termostaterna lite, om det skulle vara önskvärt. Det kan även finnas orsak till att företa säsongsmässiga justeringar av termostatinställningen.

Det är sorgligt att se, hur många människor det finns som inte vet att utnyttja termostaternas möjligheter för att ge det värmetillstånd de föredrar. Där har förresten termostatfabrikanterna en stor del av skulden. De har nämligen utrustat termostaten med en gradering, som motsvarar graderingen på en termometer, och de försöker till och med att få termostaten till att slå på och av på samma antal grader på termostatskalan som termometern vid sidan om visar.

*Diagrammet nere t.v. visar rekommenderad högsta uppehållstid i vila respektive arbete vid olika omgivningstemperaturer och luftfuktigheter.*

*Diagrammet t.h. visar sambandet mellan omgivningstemperatur för värmebalans, människans värmebildning och beklädnadens isolation i ett dragfritt rum. Ur "Hygien och hälsa" av Lars Friberg, Hans Ronge och Bo Bergström. Norstedts, Stockholm 1966.*





En termostats uppgift är emellertid först och främst att koppla av och på när uppvärmningstillståndet i rummet är det man föredrar. Människorna är inte bara olika när det gäller sina önskningar med hänsyn till termiska förhållanden, utan kroppens krav kan också variera från hus till hus. I ett dåligt isolerat hus måste man ha en högre lufttemperatur än i ett bra isolerat hus där den genomsnittliga yttemperaturen är högre. Frågor som "skall det inte vara +20°C i uppehållsrum?" är därför omotiverade. Det är inte termometern som skall avgöra om vi känner det behagligt eller ej. Och därför tror jag det vore en fördel om termostaterna hade en helt villkorlig gradering. För att tillspetsa det hela kunde jag säga, att graderingen gärna kan variera från termostat till termostat, så att den enskilda människan blir nödsakad att använda sig själv som välbegagsmätare, när hon skall avgöra hur temperaturen bör vara inställd.

När det gäller detta med regleringen, så kommer även den frågan in, om det är riktigt med reduktion av temperaturen om natten. Under svenska förhållanden med elektrisk uppvärmning anser jag det är lite att tjäna på, att företa temperatursänkning, särskilt då det rör sig om tunga byggnationer. Lite kan det kanske sparas i kilowattimmar, men då måste man i gengäld räkna med markerade belastningstoppar på morgonen, och det är i regel oekonomiskt och lite ändamålsenligt, både för abonnent och elverk. Fysiologiskt är det också ogynnsamt att kyltorna då har blivit extra kalla. Men denna fråga måste självfallet ses i samband med vad slags bygge det rör sig om — både utförande och vad det skall användas till. Rör det sig t ex om större industrilokaler, som både är lätt byggda och svagt isolerade är intermitterande drift mer naturligt.

I sådana lokaler sker uppvärmningen bäst med strålvärmeanläggningar, som gör det möjligt att utnyttja lokal uppvärmning av arbetsplatser eller av ett område av lokalen, om det icke är nödvändigt att värma upp hela.

I samband med regleringen kan det också vara en fråga om det är riktigt att använda fast grundbelastning och att den automatiska termostatregleringen bara sker för en del av effekten. Detta är beroende på vad slags rum det rör sig om, men i stort sett tror jag icke det är riktigt att använda grundlast för manuell betjäning. I varje fall inte om det rör sig om rum med många människor, t ex skolor. Då riskerar man ofta att den värme som eleverna avger är mer än nog för att täcka värmebehovet, och då man i tillägg får solvärme genom fönstret eller värme från belysningen blir grundlasten överflödigt, även om det i och för sig är så låg temperatur ute att man skulle tro det var nödvändigt med en viss värmeeffekt inkopplad.

Elektriciteten är en mycket ädel energiform. Det är inte riktigt att se på den som en energiform på linje med fast eller flytande bränsle. Vid utformningen av värmeanläggningar bör man gå längre än att bara försöka göra apparater, som verkar på samma sätt som apparater för de andra värmesystemen. Man måste gå in för att utnyttja de stora möjligheter elektriciteten innebär för rumsuppvärmningen. Jag tänker då inte bara på egenskaper som lättskötthet, renlighet, flexibilitet och utmärkta regleringsmöjligheter, utan också på de goda möjligheterna till att anpassa anläggningarna till de speciella kraven i varje enskilt fall och så att uppvärmningen sker på det hälsomsäsigst gynnsammaste sättet.

**ESWA VÄRME AB**

Verkgatan 4, Västerås

Tel. 021/37 900



Välj el-värme när Ni skall bygga —  
välj ESWA när Ni skall el-värma

**SÄRTRYCK** ur Byggnads-Ingenjören-Team nr 6, 7 och 8 1966