

24/65

Börje Löfstedt:

INOMHUSKLIMATETS FYSIOLOGI
OCH HYGIEN

Särtryck ur Nordisk Hygienisk Tidskrift 3:1965

Rapport från Byggforskningen, Stockholm

Rapport 24:1965
(UDK 697.9)

INOMHUSKLIMATETS FYSIOLOGI OCH HYGIEN

Physiology and Hygiene of Indoor Climate

av med. kand. *Börje Löfstedt*

Institutionen för hygien, Universitetet, Lund

Utgivare: Statens institut för byggnadsforskning

Denna rapport utges enligt byggnadsforskningsrådets beslut med medel från fonden för byggnadsforskning; försäljningsintäkterna tillfaller fonden.

Innehåll

Inledning	3
Grundläggande problem beträffande termiska klimatfrågor	4
Temperaturregleringens fysiologiska mekanism	4
Ämnesomsättning och vätskebalans	5
Värmebalansens fysik	5
Mättekniska problem	7
Sammanfattande klimatbedömningsskalor	9
Klimatinverkan på prestationsförmåga och komfort	11
Aklimatisation och adaptation	12
Vissa klimatfysiologiska detaljproblem	13
Beklädnaden	15
Ventilationens fysiologiska grundvalar	16
Överlevnadskrav	16
Luftfuktighet	17
Lukt	17
Luftjonisering	19
Bakteriologiska problem	19
Mätning av ventilation	19
Undersökningar över de tekniska uppvärmnings- och ventilations- systemens funktion ur fysiologisk och hygienisk synpunkt	20
System för rumsuppvärmning	20
Regleringsmöjligheter och klimatkonstans	21
Ventilation	21
Samhällsplaneringsfrågor och socialmedicinska aspekter	22
Klimat och hälsa	22
Samhällsplanering	23
Litteraturreferenser	23
Summary in English	40

Inomhusklimatets fysiologi och hygien

En litteraturöversikt och analys av aktuella problemställningar med hänsyn till byggnaders konstruktion, utformning och utrustning

Inledning

En allmän utvecklingstendens i vårt samhälle är, att fler och fler människor tillbringar större delen av sin dag inomhus. Tendensen mot stora husenheter med för många individer gemensamma uppvärmnings- och ventilationsanordningar har överfört problemet att skapa ett lämpligt och stimulerande inomhusklimat från den enskilde individen till den som planerar och konstruerar byggnaden och dess utrustning. En minskad kontakt med den skiftande yttre miljön och utomhusklimatet accentuerar ytterligare skillnaderna mellan ett äldre samhälle och det nuvarande. Det är därför naturligt och nödvändigt att inomhusklimatet och dess inverkan på människan är föremål för stort intresse både från forskarnas, byggnadsproducenternas och konsumenternas sida.

En fullständig bedömning av ämnesområdet innefattar fysikaliska problem beträffande klimatföreteelserna som sådana, fysiologiska beträffande dels allmänna fysiologiska förlopp och dels specifikt klimatfysiologiska problem och slutligen tekniska problem beträffande utformningen av hithörande anordningar. Den väsentligaste måttstocken på byggandets kvalitet måste alltid vara i vad mån byggnaden fyller de krav som kan ställas ur fysiologiska och hygieniska synpunkter. Detta problem behöver undersökas både med fysiologisk metodik, som renodlat inverkan av de olika klimatvariablerna för sig, och med sociologiska och socialmedicinska metoder, som studerar attityder, trivsel, anpassning och hälsotillstånd hos individer och grupper. En förutsättning för att den senare typen av undersökningar skall kunna ge tydbara resultat är i regel, att tillräckligt ingående kunskap om de fysikaliska och fysiologiska grundförloppen föreligger, så att problemställ-

FOTNOT: Refererad litteratur återfinnes i slutet av artikeln grupperad i enlighet med översiktens dispositionsplan.

ningen kan definieras tillräckligt och undersökningen planeras, så att ovidkommande variabler i möjligaste mån uteslutas.

Tyngdpunkten i denna litteraturöversikt ligger på de fysiologiska problemen. En strikt begränsning till inomhusklimatets problem har inte varit möjlig och är sannolikt inte heller önskvärd, då därigenom värdefulla möjligheter att interpolera de måttliga klimatpåverkningsarnas betydelse från resultatet som vunnits vid mera extrema betingelser skulle uppoftas. Ett hållfasthetsprov förutsätter exempelvis att hållfasthetsgränsen för materialet överskrides, trots att man sedan avser att använda det under förhållanden där så icke är fallet.

För en litteraturinventering är fullständighet ett önskemål, som praktiskt taget alltid kommer i konflikt med krav på att avsluta arbetet inom begränsad tid. Den här presenterade översikten sträcker sig väsentligen över tiden 1948—juni 1962. Den gör inte anspråk på att vara fullständig men torde täcka det viktigaste inom den angivna tiden. Materialet har sovrats så, att i huvudsak artiklar, som innehåller väsentligt nytt stoff eller som ger sammandrag av tidigare litteratur, medtagits. Beträffande den äldre litteraturen kan i många fall referenser återfinnas i de här upptagna arbetena.

Grundläggande problem beträffande termiska klimatfrågor

Temperaturregleringens fysiologiska mekanism

De stora dragen i temperaturregleringens fysiologi kan anses någorlunda välkända för närvarande. Kärldsystemets reaktioner i kyla och värme har varit föremål för många studier och vikten av vissa kärlområden särskilt i extremiteterna som temperaturregulator är klarlagd. (23,9) En mycket väsentlig detalj härvidlag är den av Bazett klarlagda arterial precooling-mekanismen, (8,9) som möjliggör att extremiteterna i stor utsträckning utnyttjas i värmereglerande syfte, utan att denna funktion kommer i konflikt med vävnadernas nutritionskrav. En öppen fråga i detta sammanhang är dock, i vad mån liknande mekanismer kan förekomma inom andra kärlprovinser.

Temperaturregleringscentrums läge och principiella funktion kan anses klarlagd redan tidigare. (21) Stor osäkerhet råder däremot beträffande de regleringstekniska detaljerna. Det är känt, att värmereglerande impulser utlöses proportionellt med både det blandade artärblodets temperatur och med medelhudtemperaturen, men integreringen mellan båda dessa faktorer inverkan och deras inbördes relationer är ej helt klarlagd vilket sannolikt beror på förekomsten av ytterligare mekanismer. Sålunda tycks temperaturreceptorer föreligga även i de större venstammarna, vilket nyligen experimentellt visats genom registrering av aktionspotentialer från dessa termo-

receptorer.*) Ytterligare rön inom detta område kan få stor betydelse för bedömning av frågor beträffande inverkan av vissa typer av asymmetrisk och lokal avkylning, exempelvis betydelsen av lokala temperaturgradienter.

En fråga av stor vikt i synnerhet för bedömningen av arbetsplatsers klimat är inverkan av kroppsarbete på värmeregleringsmekanism. Som tidigare visats (av Nielsen) ger arbete en i proportion till arbetsnivån höjd rektaltemperatur tämligen oberoende av omgivningsklimatet. Huruvida svettning kan utlösas även i relativt låga omgivningstemperaturer vid tungt kroppsarbete, trots att den allmänna värmebalansen inte fordrar detta, är för närvarande inte känt.

Ämnesomsättning och vätskebalans

Det är sedan länge känt att inom det normala inomhusklimatets område den metaboliska temperaturregleringen är av relativt underordnad betydelse och den enda fråga i detta sammanhang som har större aktualitet är de varma klimatens inverkan på vätskebalansen och elektrolytbalansen, speciellt vid tungt arbete i varm miljö. På grund av att problemen har stort militärt intresse har de blivit tämligen grundligt genomforskade. En fundamental fråga är i detta sammanhang dock olöst. Det är gammal praxis att referera värmeutbyte, värmeproduktion m.m. till kroppsytans storlek och inom kliniken har detta bruk varit allena rådande i över 25 år. Grundvalen här för är dock lika mycket spekulativ som experimentell. Ett antal undersökningar synes visa att den så kallade lagen om kroppsytan ingalunda är obetingat giltig. Sålunda synes under varma förhållanden tillämpningen av ytlagen som regel inte vara rekommendabel. (6) Från flera håll antydes att det vore riktigare att utgå ifrån "lean body mass", dvs. vikten av den metaboliskt aktiva vävnaden. Denna vikt erhålles ur kroppsvikten genom reduktion för den genomsnittliga fetthalten, eftersom fettväven har en i förhållande till övrig vävnad mycket låg metabolism. Svårigheten är att experimentellt bestämma organismens fetthalt. Tillförlitliga och för praxis tillräckligt enkla metoder härför saknas för närvarande. I den mån detta problem kan lösas, kan man förvänta att nya synpunkter på eventuella könsskillnader i fråga om klimattolerans samt individuella olikheter därvidlag kan fås fram.

Värmebalansens fysik

Grunddragen av värmebalansens fysik var kända redan under förkrigsåren och studerades ytterligare under senaste världskriget. Sammanhängande framställningar därvidlag har lämnats i ett antal monografier. De all-

*) Meddelande av Hensel, Iggo och Tauer vid International Symposium on Temperature Acclimation Leiden, 5—7 sept. 1962.

männa förfaringssätten och beräkningsmetoderna skiljer sig principiellt inte från dem som tillämpas inom fysik och teknik, men speciella mätproblem, den intima sammankopplingen mellan fysiologiska och fysikaliska faktorer m.m. har nödvändiggjort att speciella beräkningsmetoder, förfaringssätt och approximationer tillämpas inom detta område. I många fall är man i praktiken hänvisad att arbeta med analogier, empiriska konstanter av tämligen godtycklig natur eller analogier som förutsätter antaganden om relativ konstans av vissa inverkanse fysiologiska variabler. På vilket sätt dessa antaganden görs, vilka analogier som väljs och vilka fysikaliska modellförlopp som tages som utgångspunkt kan i hög grad påverka både ekvationernas grad av komplikation och säkerheten i kalkylen.

Beträffande konvektion och strålning är förhållandena teoretiskt lätt överskådliga men de praktiska beräkningarna trots detta behäftade med en stor osäkerhet beroende på att den effektiva kroppsytan knappast direkt låter mäta sig, och dessutom är i hög grad variabel genom förändringar i kroppens ställning och hållning. Väsentliga data inom detta område har givits av Winslow, Herrington och Gagge under 1930-talet och senare av Nielsen och Pedersen som arbetat med en modell, "Järn-Henrik". (22) Av stort intresse är metoder att direkt uppmäta de ingående ytorna, något som via fotografiska reproduktioner från ett stort antal upptagningar i olika vinklar låter sig göra beträffande strålning. Sådana data har publicerats. (11) De erhållna uppskattningarna är dock tillämpliga endast på vissa givna modell-situationer och lämnar i flertalet praktiska fall frågan om de aktiva ytornas storlek öppen. Den angivna metodiken är visserligen i princip användbar under dessa omständigheter men torde vara alldeles för komplicerad för att i större utsträckning komma till praktisk användning.

En annan viktig principiell fråga beträffande värmebalansberäkningar är, hur den mänskliga organismens värmeinnehåll bör beräknas. Då det är givet att människokroppen har en betydande värmekapacitet i förhållande till sin värmeproduktion är korrekta förfaranden härvidlag en förutsättning för tillförlitliga värmebalanskalkyler. Det har länge varit praxis att räkna med en kärntemperatur och en yttemperatur och ett vägt medeltal för hudtemperatur, varvid sedan en vägningsfaktor för rektaltemperatur och en annan vägningsfaktor för medelhudtemperatur tillämpas vid beräkningar av det totala värmeinnehållet. Beträffande detaljerna i dessa förfaranden, som i regel bygger på formler av Burton, synes nyare undersökningar visa att beräkningen av medelhudtemperatur kan förenklas och baseras endast på ett fåtal punkter. (25) Likaså synes som om valet av vägningsfaktor mellan rektaltemperatur och hudtemperatur inom vissa gränser lämnar slutresultatet relativt opåverkat. En invändning mot det angivna förfarandet är dock, att inga garantier finns att rektaltemperaturen är den verkliga kärntemperaturen. Enligt Benzinger skulle temperaturen i hörselgången alldeles intill trumhinnan sålunda vara ett bättre mått på kärntemperaturen. Ett flertal under-

sökningar visar också, att temperaturgradienter förefinns inte bara radiellt genom extremiteterna utan också axiellt och att liknande gradienter förefinns inom bålen. De härigenom uppmätta gradienterna visar ringa överensstämmelser med de antaganden som ligger bakom den Burtonska vägningsformeln. (23) Denna har alltså ett icke korrekt teoretiskt underlag, trots att den empiriskt befunnits fungera någorlunda väl. Vissa undersökningar antyder att fullt korrekta resultat icke kan erhållas genom att räkna med kroppen som en enhetlig värmekapacitet, som i princip skulle bete sig som en fysikalisk kropp där värmen konduktivt överförs från centrum till ytan. Istället bör man räkna med en värmekapacitet för kroppskärnan, ett variabelt överföringsmotstånd, motsvarande blodcirkulationens variationer, varifrån värmen överförs till omgivningen. (28) Teoretiskt förefaller detta resonemang övertygande, men det kan ännu inte sägas ha avkastat lika användbara praktiska resultat som det äldre.

Beträffande avdunstningens fysik är förhållandet ännu mera ogynnsamt. Redan den fysikaliska grundprocessen bereder här i vissa fall svårigheter. Undersökningar av Buettner m.fl. visar att hudens hornlager, genom vilket vattnet diffunderar, har en väsentlig fuktabsorptionskapacitet och förskjutningar i detta skikts vattenhalt kan ge temporära förändringar i hudens värmebalans. (2, 3, 4, 5, 6, 7, 14) Vilka problem som fortfarande är olösta inom detta område torde vara välkänt för dem, som haft anledning syssla med fukttransporten genom väggar i byggnader. Det icke obetydliga "våta" värmeutbytet genom respirationsvägarnas slemhinnor har varit föremål för studier, och utförliga mätningar och beräkningar häröver har publicerats. (19) Beträffande fuktavdunstningen från hudytan är en av de gängse metoderna att räkna med en variabel våt yta. Detta betraktelsesätt tycks dock inte vara väl grundat, då betydande variationer i vattendiffusionen genom hudens hornlager förekommer redan innan hudytan blivit vått. (6, 7) Variationerna i den våtta ytans storlek förekommer dessutom huvudsakligen under inställningsförloppet i ett varmt klimat och är därför av begränsad betydelse. Redan små variationer av hudtemperaturen ger inom det aktuella området stora förskjutningar i vattenångtrycket på hudytan varför denna faktor är av väsentligt större betydelse. Någon tillfredsställande samlad lösning av hithörande problem tycks för närvarande inte existera. Ett annat viktigt resultat är påvisandet av att svettningens termiska verkningsgrad är avsevärt sänkt genom mellan huden och avdunstningspunkten liggande isolation, då svetten avdunstar från hår eller beklädnad. (10)

Mättekniska problem

Några principiella nyheter inom temperatur- och värmeflödesmätningens område tycks inte ha presenterats. Ett antal undersökningar angående tillförlitligheten av termoelementmätningar av ytemperatur jämfört med mät-

ningar med strålningsmetoder demonstrerar betydelsen av de tekniska detaljerna i användningen av termoelement. (14, 15) Sålunda är det av största vikt att kontakten mellan termoelement och mätytan är fullgod. Likaledes är svårigheten att förhindra avledning av värme från mätytan genom tilldelningarna ett besvärligt problem, dock icke helt olösligt. En intressant metod för mätning av värmeflöden är den av Hensel beskrivna kalorimetersonden, som möjliggör bedömning av värmeledningsförmågan i olika vävnader. För värmeflödesmätningar har den traditionella kalorimetermetoden allt mera ersatts av metoder, där temperaturgradienten över ett värmemotstånd ger måttet på värmeflödet. Sådana metoder har publicerats av Hensel samt av Hatfield. En intressant applikation av denna princip är beskriven av Benzinger m.fl. som byggt en hel kalorimeterkammare där värmeflödet över samtliga väggytor kan integreras och ge det totala torra värmeflödet. (2)

Inom strålningsmätningen rör man sig väsentligen också med modifikationer av kända principer. Bland goda konstruktioner kan nämnas den av Stoll & Hardy beskrivna radiometern, (16) som kan användas i olika versioner för såväl hudtemperatur som omgivningstemperaturmätningar. En värdefull nyhet beträffande strålningsmätningen förefaller de av Crockford och Hellon genomförda förbättringarna av globtermometern vara. (8) Värdet av detta instrument för bedömning av den sammanlagda verkan av strålning och konvektion under varma förhållanden kan anses bevisat. Instrumentets beundransvärda enkelhet ökar ytterligare användbarheten. De nya förbättringarna innebär, att genom luftomröring inuti globen, användning av mycket tunnt skal samt övergång till finkalibriga termoelement för temperaturmätningen inställningstiden kunnat nedbringas från ca 30 minuter till mindre än 5 minuter.

Med kännedom om lufthastighet och lufttemperatur ger globtermometern möjligheter att beräkna medelstrålningstemperaturen för rymdvinkeln 4π . I de fall då asymmetriskt strålningsklimat föreligger, som ofta är fallet inomhus (strålningsdrag från fönster etc.), behöver man mäta medelstrålningstemperaturen för mindre rymdvinkelavsnitt. En sådan mätmetod för rymdvinkeln 2π har publicerats av Korsgaard. (11) Genom sådana mätningar kan strålningsöverföringen från en infinitesimalt liten yta i en viss huvudriktning uppmätas. För att helt nyttiggöra mätningarna skulle integrering över hela kroppsytan göras. Detta ställer sig för närvarande ofta omöjligt. Tabellerade mätningar och beräkningar över s.k. shape factors för olika kroppsdelar i vissa typfall finns utgivna. Användningen av shape factors är dock ingalunda enkel. För små hudytor, som är approximativt plana, kan tekniska beräkningsmetoder exempelvis för att bedöma strålningsvärmeutbytet användas. Dessa metoder förutsätter kännedom om de båda ytornas temperatur och inbördes läge och avstånd i förhållande till varandra, vilka utgör lätt mätbara storheter. Tyvärr låter det sig knappast göra att integrera dessa resultat över större kroppsytor. Generella metoder att korrekt upp-

mäta strålningsutbytet i asymmetriska och ojämna strålningsfält saknas fortfarande. Det totala värmeutbytet kan relativt väl komma åt med hjälp av exempelvis den teknik som använts av Nielsen och Pedersen, (13) dock endast under laboratorieförhållanden. Störst är bristen på metoder som kan användas i praktisk hygien.

De tidigare använda metoderna för lufthastighetsmätning vid fritt strömmande luft har för högre strömningshastigheter med definierad riktning väsentligen varit olika former av vinghjulsanemometrar och för långsamma luftströmmar utan definierad riktning har vanligen lufthastighetens inverkan på konvektionsvärmetransporten utnyttjats. De största mätproblemen föreligger i det senare fallet. Den ursprungligen för andra ändamål konstruerade katatermometern är en tillförlitlig anemometer, ehuru tidsödande att använda. En mängd olika elektriska anemometrar avser att ge fördelen av direktindikation av lufthastigheten. Kalibreringsproblem och vissa svårigheter att göra instrumenten fullständigt riktningsoberoende föreligger dock. En ny princip har beskrivits som använder ett radioaktivt preparat placerat på en elektrod i centrum av en klotformig "nätbur". (18) Genom strålningen från mittelektroden kommer den i "buren" befintliga luften att joniseras och borttransporteras sedan av rådande luftströmmar från bildningsplatsen. "Buren" och mittelektroden har var sin polaritet i ett elektriskt spänningsfält på något hundratal volt. En direkt registrerbar ström mellan centralelektroden och nätburen är måttet på luftströmningshastigheten. De engelska erfarenheterna av denna metod lär vara mycket gynnsamma. Någon dokumentation av hur det förhåller sig med eventuella strålningsrisker ges inte av konstruktörerna.

För hygrometri finns sedan länge metoder med fullt tillräcklig noggrannhet såväl som snabba och lättarbetade fältmetoder. Några väsentliga nyheter förefaller inte ha publicerats inom detta område. Standardmetoden är fortfarande psykometri, vars nackdelar i form av långsamhet och tabellarbete är välkända. För snabbmätningar finns dels hårhygrometrarna med sin begränsade noggrannhet, dels metoder byggande på hygroskopiska salter och deras variation i ledningsförmåga. Dessa elektriska hygrometrar tål i allmänhet inte mättad eller övermättad luftfuktighet, något som stundom kan utesluta deras användning.

Sammanfattande klimatbedömningsskalor

En sammanfattande klimatbedömningsskala skall på ett riktigt sätt integrera alla på värmebalansen inverkan fysikaliska och fysiologiska faktorer. Den bör ha en sådan konstruktion att den fysiologiska effekten av klimatet lineärt följer skalenheter. Ju fullständigare man avser att penetrera samtliga ingående problem, desto svårare blir det att uppställa ett index. Komplikationsgraden är sålunda vida större för beklädda personer och för ar-

betsförhållanden än för naken person och vila. En god klimatbedömningskala förutsätter tillräcklig kännedom om alla hittills diskuterade problem och mekanismer, såväl som en tillförlitlig metod att bedöma klimatets fysiologiska påfrestningsverkan. Följaktligen är den perfekta skalan för närvarande en utopi. Att de rent empiriska systemen hittills visat sig mest funktionsdugliga är mot denna bakgrund inte förvånansvärt.

Det tidigare mest använda måttet, effektiv temperatur, var redan från början otillfredsställande så till vida, att arbetsfaktorn inte inkluderades. Ett flertal undersökningar visar också att förhållandet mellan effektiv temperatur och klimatstress inte är lineärt och att torra och fuktiga klimat med samma effektiva temperatur inte visar samma fysiologiska effekter. (4, 6, 7, 9, 13) Inte ens inom den institution där skalan skapades och där man längst vidhållit den finner man den nu acceptabel. Rimliga förklaringsgrunder och felkällor vid skalans tillkomst har också påvisats teoretiskt och experimentellt. Nyare undersökningar visar att luftfuktigheten, som man teoretiskt förväntar, är av minimal betydelse inom det lägre temperaturområdet, för att istället få en överväldigande betydelse inom det område, där evaporativ kylning svarar för huvuddelen av eller hela värmetransporten. (5, 6, 7.) Arbetena har hittills inte lett till ett enhetligt indexsystem, som kan fylla den effektiva temperaturskalans ändamål.

Två bedömningssystem för varma klimat har dock publicerats och förefaller att ge lovande resultat. I England konstruerades redan under 1940-talet den s.k. P4SR-skalan som kan användas inom området för evaporativ kylning, och inkluderar både arbets- och beklädningsfaktorer. (10, 11, 13) Denna skala är rent empirisk och bygger på ett mycket omfattande erfarenhetsmaterial. Åtskilliga efterundersökningar och mycken praktisk erfarenhet bekräftar skalans värde. En annan skala som utgår från ett antal biofysiska ekvationer har uppställts av Belding och Hatch. (2) Även i denna skala beräknas ingående klimatvariabler samt arbetsfaktorn, medan beklädnadsfaktorn har ansetts i regel vara negligibel. Utifrån en beräkning av det totala behovet av evaporativ kylning och den aktuella situationens möjligheter därför fås ett index. Toleransgränsen antas ligga där möjligheter och behov är lika. För att praktiskt möjliggöra beräkningarna har man antagit konstant hudtemperatur, vilket uppenbarligen är en grov approximation. Vådorna därav måste tyvärr mest göra sig gällande i området nära toleransgränsen, där hudtemperaturavvikelse från genomsnittet är störst. Bakom Belding och Hatch-skalan ligger inte något mera omfattande eget försöksmaterial. De experimentella undersökningarna över dess validitet är ofullständiga.

Behovet av nya och förbättrade klimatbedömningsskalor är manifest, i synnerhet för måttligare klimateffekter, t.ex. i bostadsklimatet. Kravet på fullständighet hos klimatskalorna är givet, liksom det är givet, att man inte får förvänta sig att individuella försöksresultat skall överensstämma med

klimatbedömningsskalans standard, något som förekommit i viss kritik mot P4SR-skalan. Ett speciellt problem, som knappast förefaller alls uppmärksammat, är hur integrationen av en varierande klimatexposition skall ske för en person, som alternerar mellan olika klimat. Betydelsen av detta problem för bedömningen av arbetsklimat är stor och bedömningen kan medföra stora ekonomiska konsekvenser ifråga om klimatanläggningarnas kapacitet att omhänderta tillfälliga belastningstoppar.

Klimatinverkan på prestationsförmåga och komfort

Arbetet inom detta område är nödvändigtvis starkt avhängigt av det föregående, då en tillförlitlig jämförelseskala för klimaten erfordras. En stor del av de arbeten som hittills publicerats baserar sig helt på den effektiva temperaturskalan och är följaktligen genom dennas ofullkomlighet omöjlig att till fullo utnyttja. En annan väsentlig förutsättning är möjligheter att uppmäta och ange komfort, psykisk och fysisk prestationsförmåga. Beträffande dylika test finnes standardförfaranden som med fördel kan tillämpas. Mätning av komfort och psykisk prestationsförmåga bereder däremot svårigheter då här psykologiska och sociologiska metoder måste användas. En bedömning av sådan metodik tillkommer psykologisk expertis och faller utanför detta arbetes ram.

Det har visat sig praktiskt omöjligt att strikt definiera en klimatkomfortzon. Uppenbarligen föreligger stora individuella olikheter, såväl som skillnader i nationell vana och standard. Engelska och amerikanska arbeten visar exempelvis betydande skillnader. Värda speciell uppmärksamhet inom detta område torde Chrenkos undersökningar vara, (11) där en standardiserad subjektiv klimatbedömningskala föreslås. Denna skala underlättar statistisk bearbetning och kan, om den konsekvent användes, ge möjligheter till jämförelser av olika undersökningsmaterial. Ett intressant resultat, som belyser svårigheterna är det förhållandet att i intet fall mera än 70 % av Chrenkos försökspersoner angav full komfort i ett visst klimat.

Frågor om klimatets inverkan på prestationsförmågan måste tillmätas en väsentlig betydelse bl.a. därför att man här ofta finner motivet till de kostnader som nedlägges på klimatkonditionering. Hittills publicerade undersökningar kan anses ha klarlagt att klimatet kan inverka på den psykiska prestationsförmågan, men att verkan understundom kan maskeras av andra effekter, varför under vissa omständigheter och med vissa metodiker negativa resultat redovisas. (4, 5, 6, 25, 26, 27, 29) En stor del av det hittills nedlagda arbetet på detta område avser extrema klimatsituationer under relativt kort tid, något som betingas av resultatens avsedda militära applikationer. Beträffande mera normala arbetsprestationer under längre tid är kunskaperna än mer ofullständiga. Det är uppenbart av de hithörande undersökningar, som gjorts, att en förutsättning för användbara resultat är ett

intimt samarbete mellan psykolog och fysiolog. Det är också markant att flertalet av publicerade undersökningar sysslar med den mera lättbedömda effekten av varma klimat.

Klimatverkan på den fysiska prestationsförmågan har också varit föremål för ett flertal studier, och har bekräftats för de varma klimaten. De tidigare omnämnda klimatbedömningsskalorna, främst P4SR-skalan, synes ge ett rimligt underlag för att bedöma möjligheterna till tungt fysiskt arbete i olika miljöer. (8, 9, 10, 19, 21, 23, 24) Intimt förknippad med dessa problem är frågan om var toleransgränserna skall förläggas. Även där synes P4SR-skalan erbjuda ett användbart underlag när det gäller unga friska män. Osäkerhet råder beträffande resultatens tillämpning på andra grupper än det genomsnittliga soldatmaterialet. Ett flertal andra metoder för bedömning av toleransgränserna föreligger. I USA synes ett av Blockley och Craig föreslaget system att beräkna "Heat Storage" vara uppskattat. Som sagts är dock det teoretiska underlaget härför behäftat med osäkerhet och den föreslagna metoden har väsentligen provats under korta belastningar med extremt torra klimat. Under andra förhållanden förefaller det, som om en väsentligt större säkerhet nås genom att direkt lita till de funktioner som i sig själva utgör begränsningen för prestationsförmågan, något som i princip sker i såväl P4SR- som Belding och Hatch-skalan.

Acklimatisation och adaptation

Problemen angående acklimatisation och adaptation har sin väsentligaste tillämpning på utomhusklimatet men saknar inte betydelse för inomhusklimatet. Hithörande frågor tilldrar sig för närvarande stort internationellt intresse. Sålunda samlades i september 1962 ett internationellt symposium över temperaturacklimatisation i Leiden med 140 deltagare från olika länder. Vid symposiet presenterades ett 40-tal undersökningar varav många har intresse även ur andra synpunkter. Uppenbarligen förekommer acklimatisation till värme. Köldacklimatisation främst genom en förhöjning av metabolismen och reglerad delvis hormonellt förefaller också påvisad. Beträffande de närmare detaljerna i regleringsmekanismen och de bakom liggande biokemiska processerna är enigheten ingalunda fullständig. Många resultat härrör från djurförsök. Det har dock visats, att stor försiktighet måste iakttagas vid resultatens generalisering. Redan en jämförelse mellan vanliga vita laboratorieråttor och vildråttor visar grundläggande skiljaktigheter i adaptationsmekanismen till ett kallt klimat. Det synes vidare framgå, att acklimatisation till kyla, är av praktisk begränsad räckvidd. En väsentlig mekanism är att cirkulationen i perifera kroppsdelar, händer, fötter, öron etc., som ofta exponeras för kyla, modifieras så att den bättre kan upprätthållas även i sträng köld. Därigenom minskas risken för förfrysningar.

Acklimatisation till värme innebär att organismen genom tidigare in-

sättande och ökad svettproduktion effektivare reglerar kärntemperaturen. Det har tidigare antagits att en inskränkning i saltutsöndringen i svetten vore en väsentlig del i acklimatisationen. Nyare undersökningar visar dock att saltkoncentrationen i svett mest beror av kroppens förråd av koksalt. Om sålunda koksaltmängder motsvarande förlusterna tillföres, uteblir sänkningen av svettens salthalt vid acklimatisation. Vidare har man tidigare antagit att hypofysbinjurebarksystemet vore inkopplat i regulationen av svettens salthalt, vilket dessa undersökningar motsäger. En intressant undersökning redovisades vid Leiden-symposiet. En grupp i tropikomgivningar naturligt acklimatiserade soldater jämfördes med en grupp som artificiellt acklimatiserats i klimatkammare och en annan grupp utan acklimatisation men med god fysisk träning. Den tropikacklimatiserade gruppen var genom sin kännedom om lämpligt tropikbeteende m.m. vida överlägsen den artificiellt acklimatiserade gruppen, vilken i fråga om förekomsten av värmeskador, sjukskrivning, smärre olycksfall etc. på intet sätt skilde sig från den oacklimatiserade gruppen. Vikten av fältmässig kontroll av laboratorieförsöksresultat är här slående illustrerad.

Vissa klimaffysiologiska detaljproblem

Listan över klimaffysiologiska detaljproblem som studerats eller behöver studeras kan göras mycket lång. Här skall upptagas några som har praktiskt intresse.

Klagomål över lokala avkylningseffekter genom drag m.m. visar en ofta förekommande brist hos uppvärmnings- och ventilationssystem. Trots detta är hithörande problem ofullständigt behandlade i fysiologisk litteratur och svår brist på praktiskt användbara data föreligger. Existensen av konsensuella temperaturreflexer är väl känd. Värderingen av deras fysiologiska och patofysiologiska betydelse är däremot osäker. Stor vikt måste tillmätas av Drettner nyligen publicerade undersökningar, (7) vilka visar att kylning av fötterna minskar nässlemhinnans genomblödning. Häri kan antligen ses en möjlighet att förklara den gamla kliniska iakttagelsen, att kalla fötter speciellt disponerar för förkylningssjukdomar. Danska undersökningar, (6) visar att ett klimat med asymmetrisk avkylning, trots att medelvärdet för de båda kroppshalvorna innebar full temperaturjämvikt, framkallade smärtor och palpabel svullnad, stelhet och ödem i muskulaturen på den köldexponerade sidan. Av praktiskt intresse är också undersökningar över handfunktionens beroende av handtemperatur och värmebalans. Det synes klart att handtemperaturen och i viss mån fottemperaturen snarare beror av den allmänna värmebalansen än av lokal köldexposition. (2, 21, 28) Däremot synes handfunktionen bestämmas av handens temperatur snarare än den totala värmebalansen. (11)

Temperatursinnesfysiologin är uppenbarligen av betydelse för flera frå-

gor inom temperaturregleringens fysiologi och reflexmekanismer. Två typer av termoreceptorer tycks existera, dels en som vid normala hudtemperaturer utsänder aktionspotentialer med en medelfrekvens för att vid stigande temperatur minska och vid sjunkande temperatur öka antalet urladdningar per tidsenhet. Ovanför ett visst intervall där ingen aktivitet förekommer inträffar så värmereceptorernas arbetsområde, som ligger vid 38—40°C. (29) Tidigare av Bazett lanserade teorier om temperaturgradienter i huden som det adekvata stimulus för termoreceptorerna kan anses motbevisade, genom att uppvärmning inifrån ger samma resultat som yttre uppvärmning. Enligt undersökningar bl.a. av Hardy och Opper synes förutom den absoluta temperaturnivån också temperaturändringens hastighet spela in i receptormekanismen. En möjlighet, som kan förtjäna att undersökas vore därför, huruvida en mycket långsam avkylning av ett visst hudområde kan leda till "för stora" värmeförluster innan den reflektoriska skyddsreaktionen inträder.

Att kroppskärnans temperaturkonstans ingalunda är absolut har länge varit känt. Kroppstemperaturens variation med arbetsnivån är ett exempel härpå. Varje kliniker vet att morgon- och kvällstemperatur skiljer sig, även där några nämnvärda kroppsansträngningar inte inverkar. Närmare studier av denna dygnsrytmik visar att hos friska människor oväntat stora individuella variationer i såväl temperaturnivå som dygnsvariationer kan förekomma. En total variationsvidd om ca 2°C, som uppmätts, måste givetvis beaktas, vid uppläggning av försöksserier. (20) Betingelserna måste standardiseras i möjligaste mån i förhållande till dygnsrytmen.

Att kroppskonstitution, ålder, kön m.m. kan inverka på toleransen för klimatbelastningar har sedan länge antagits, dock utan närmare kunskaper om dessa faktorerens betydelse. Undersökningar över olika rasgrupper beträffande tolerans för såväl värme som kyla förekommer i litteraturen. Väsentligare olikheter påvisas i regel inte i värme. Undersökningarna över värmebalans innefattar ofta fysiskt arbete. Flertalet av de gjorda undersökningarna lider av bristen att ingen hänsyn tagits till rasbundna olikheter i kroppsstorlek, muskelmassa etc. Orimligheten häri framgår, om man föreställer sig att vilja jämföra en mus och en elefant. Felkällan är aktuell också för skillnader mellan män och kvinnor. Beträffande kroppsfettets inverkan tycks det klarlagt att dess isolerande egenskaper är av minimal betydelse vid värmeexposition. (10) Den väsentliga inverkan skulle då ligga i det merarbete som erfordras för att bära den större kroppsvikten. I köld förefaller fettets isolationsvärde däremot påtagligt. (14)

Över ålderns inverkan på värmeteransen föreligger intressanta undersökningar. Det är sålunda klarlagt att svettningmekanismen hos äldre individer börjar arbeta med större fördröjning än hos yngre, medförande en större värmeackumulation och en lägre värmeterans. (13) Vasodilatationen i huden når därigenom större utsträckning. Hudtemperaturen blir högre och påverkan på cirkulationssystemet kraftigare, samtidigt som åldern med-

för att tåligheten mot dylika påfrestningar avtar. Vikten härav är uppenbar. Alldeles nyligen har av Hertig & Sargent jämförelser mellan värmeterans och acklimatisationsförlopp hos män och kvinnor exponerade för höga temperaturer och fysiskt arbete gjorts.*) En lägre tolerans hos kvinnorna kan eventuellt förklaras av deras lägre fysiska arbetsförmåga, men det synes sannolikt att även mera specifika skillnader skulle föreligga. Vikten av ytterligare forskning inom detta område är uppenbar. Flertalet av de standardtest och standardförfaranden som utarbetats hänför sig som nämnts till ett genomsnittligt värnpliktsmaterial. Att ett genomsnitt av befolkningen skulle visa samma toleranskaraktistika är varken bevisat eller sannolikt. Att också hänsyn inte bara till genomsnittsindividerna utan även till extremvarianterna måste tas förefaller också självklart, även om avvägningsfrågan, hur mycken hänsyn man bör taga till dem som skiljer sig från flertalet, ständigt är lika svår.

Ett problem som mest gäller utomhusklimatet är den eventuella samverkan mellan fukt och kyla. De gängse uttrycken "råkyla och kalla sjövindar" innefattar en föreställning att fuktig luft skulle kännas kallare än torr, speciellt vid temperaturer omkring 0°C. Undersökningar där nollgradig luft med relativa fuktigheter nära mätnadspunkten jämförts med torr luft visar inga påtagliga skillnader i kylande verkan. (5, 16, 24) Utan vidare kan dock inte den praktiska erfarenheten av råkyla förkastas som vidskepelse. Möjligt är, att man avser ett lufttillstånd där flytande vatten i form av dimma eller duggregn finns i luften, medan undersökningarna genomförts med vattenånga. Om flytande vatten absorberas av hud och klädedräkt bör verkan likna genomslagsfuktens på ett hus. Undersökningar häröver kan vara praktiskt motiverade bl.a. genom att eventuella resultat kan ge bedömningsgrunder för bebyggelsens topografiska inplacering.

Beklädnaden

Det är markant att flertalet fysiologiska undersökningar över klimatfrågor gjorts med obeklädda försökspersoner, trots att resultatens praktiska tillämpning med undantag för de många finska bastuundersökningarna förutsätter beklädda människor. Beklädnadens termiska och hygroskopiska egenskaper har därför stort intresse. Angreppspunkterna på detta forskningsobjekt har mycket gemensamt med motsvarande studier över byggnads-material.

Beklädnadens viktigaste uppgift är att ge en termisk isolation. Svårigheten är att uppmäta den termiska isolationen på ett sätt som överensstämmer med det då kläderna används. Gängse plattapparatur där luftisolationen

*) Föredrag vid International Symposium on Temperature Acclimation, Leiden 5—7 sept. 1962.

försummas är sålunda inadekvat. En god men besvärlig möjlighet är att placera kläderna på en försöksperson eller en uppvärmd docka och mäta den totala värmeförlusten. Andra möjligheter är uppmätning av beklädnadens tjocklek som i allmänhet är väl korrelerad med de isolerande egenskaperna. Mätapparatur där luft användes som värmebärande medium på beklädnadens båda sidor finnes också beskriven. Uppgifterna om dylika problem är dock mycket sparsamma i litteraturen, till en viss del beroende på militära sekretessbestämmelser.

Sämre utrett är problemet om fukttransport och fuktabsorption i beklädnaden*). Mycket stora variationer mellan olika material föreligger härvidlag och någon möjlighet att teoretiskt förutsäga fukttransporten genom en beklädnad eller eventuella kondensationspunkter föreligger knappast, ett förhållande som också tycks gälla byggnadsmaterialen. Mätmetoder för fukttransmission i textilmaterial under betingelser som efterliknar användningen finns beskrivna. Förvånansvärt höga transmissionstal tycks gälla för flertalet textilier. Fuktabsorptionens betydelse är helt otillräckligt belyst. Vissa mätningar över olika materials fuktabsorptionsförmåga föreligger. Det är visat att temporära förskjutningar i innehållet hygroskopiskt bundet vatten i beklädnaden kan ge betydande inverknings på värmebalansen. Någon möjlighet att bedöma den optimala fuktabsorptionskapaciteten under olika förhållanden tycks dock saknas. De fysikaliska och fysikaliskt-kemiska grunderna för hithörande processer är nämligen inte tillfredsställande utredda. Ett annat olöst problem är frågan om inverkan av ventilation genom beklädnadens öppningar. Utom dessa frågor vore det önskvärt att beklädnadsvanor för olika folkgrupper, åldrar etc. utreddes.

Ventilationens fysiologiska grundvalar

Överlevnadskrav

De basala kraven på ventilation grundar sig på de mest grundläggande och bäst undersökta avsnitten av den mänskliga fysiologien. De första arbetena inom detta område daterar sig redan från Lavoisiers dagar. Våra nuvarande kunskaper om förbränningens storlek i den mänskliga organismen under olika förhållanden, om syreförbrukning, kolsyreproduktion, den fysiologiska inverkan av inandningsluftens halt av dessa gaser etc. utgör ett väl genomarbetat problemkomplex. Med elementärkunskaper i fysiologi kan man utan större svårighet beräkna ventilationsbehovet för en standardperson för att tillgodose de elementära krav som förbränningsprocesserna i organismen ställer. Emellertid skulle den ventilation, som

*) Detta avsnitt bygger till stor del på egna undersökningar under publikation.

endast nätt och jämnt tillfredsställer dessa krav, utan tvekan betraktas som innebärande sanitär olägenhet med hänsyn till andra kriterier. Tyvärr är kunskapsmaterialet beträffande dessa ingalunda av samma karaktär. Under katastrofsituationer såsom i skyddsrum och inom flyg- och navalmedicin kan man emellertid fortfarande vara tvungen att begränsa ventilationen till de fundamentala överlevnadskraven beträffande kolsyrehalt och syretillgång.

Luffuktighet

Hygrometrar och psykrometertabeller har ofta en särskilt markerad komfortzon, vanligen mellan 40 och 70 % relativ luftfuktighet. Den fysiologiska grunden härför är dock svag. Den övre gränsen kan motiveras bl.a. av tekniska skäl (kondensfukt i ytterväggar m.m.). Komfortkraven beträffande luftfuktighet hänföres emellertid vanligen till dennas inverkan på respirationsvägarnas slemhinnor. Alltför torr luft skulle ha en särskilt ogynnsam inverkan, enligt allmän klinisk erfarenhet. Sådan erfarenhet skall ingalunda föraktas men tyvärr måste man räkna med att proportionerna mellan tro och vetande däri alltid är osäkra och stundom har övervikt av den förra. Grundläggande fysiologiska studier över värme och fuktutbytesprocessen i luftvägarna har gjorts av Ingelstedt och av Toremalm. (3, 5) Det framgår att luften efter passage genom näsan är synnerligen effektivt befuktad och uppvärmd till en temperatur mycket nära kroppstemperaturen. Vissa tvivel kan härigenom uppkomma beträffande betydelsen av rumsluftens fuktighetsvariationer för intakta luftvägar. Vissa erfarenheter bl.a. från engelsk militärpersonal stationerad i torra respektive fuktiga klimat synes visa en högre frekvens av tonsilliter i de extremt torra klimaten. (4) Bärigheten i dessa observationer anges inte ens av författaren som alltför god. Beträffande ogynnsamma verkningar av extremt torr luft, 15 % relativ fuktighet, finnes säkra resultat från flygmedicinska undersökningar. (7) Behovet av ytterligare kunskap inom detta område är manifest och det är uppenbart att såväl socialmedicinska som fysiologiska metoder bör användas. Möjligheter härvidlag skulle eventuellt den av Drettner och Ronge beskrivna metodiken för mätning av näsandningsmotstånd kunna erbjuda. Att också lufttemperaturen har en respirationsfysiologisk inverkan, visar Drettners undersökningar. Sänkning av respirationsluftens temperatur medför en viss reduktion av näsans genomblödning. (6)

Lukt

Vad som i praktiken avgör ventilationens dimensionering, är önskemål om luktfrihet. Tyvärr är redan grundprocessen i luktsinnesepitelet ouppklarad och möjligheter att objektivt mäta och bedöma lukt saknas. Hypotesen att lukt- och smaksinnet bygger på en adsorptionsprocess i den speci-

fika slemhinnan är gammal. Ett flertal andra förslag har framförts, men adsorptionshypotesen tycks för närvarande få visst stöd. (5) Försök att gruppera luktämnen efter deras kemiska natur eller olika subjektiva luktkaraktär har inte lett till något praktiskt användbart luktspektrum som möjliggör att av en molekyls kemiska struktur förutsäga dess luktkverkan. Möjligheterna att mäta luktintensitet är alltså begränsade till subjektiva test, där olika former av spädningsförfaranden tillämpas. För närvarande mest använd synes Elsbergs olfaktometer vara. (2, 5, 6, 10, 11) Denna arbetar med en given mängd gasspädning som blåses direkt upp i försökspersonens näsa. Existensen av ett särskilt sinne för kemisk irritation skilt från luktsinnet och med andra nervbanor än detta är sedan länge känd. I fortsättningen kommer här ingen strikt distinktion mellan dessa två sinnen att göras, eftersom de funktionellt är så intimt sammanknippade.

En intressant möjlighet att studera hithörande problem något mera objektivt utgör användning av den psykogalvaniska reflexen, innebärande att en retning av luktsinnet medför en registrerad sänkning av hudmotståndet. (9) Samma princip har för hörselsinnet sedan länge använts vid audiometri på små barn. En allmän iakttagelse är, att kvinnor har känsligare luktsinne än män. Undersökningar på ett antal kvinnor med sjukligt sänkt östrogeninsöndring under behandling med östrogena och androgena substanser visade att deras luktrösklar sjönk under östrogenbehandling i proportion till doseringen och steg under androgenbehandling. (8) Betydelsen härav vid val av försökspersoner i luktförsök är given.

Att luftfuktigheten kan inverka på luktsinnets känslighet göres sannolikt genom praktisk erfarenhet. Vissa systematiska undersökningar angående såväl luktrösklar som adsorptionsprocesser i olika material vid olika temperaturer och luftfuktigheter har också redovisats. Sålunda tycks adsorptionen av luktämnen i textilmaterial m.m. ske snabbare vid 50 % relativ luftfuktighet än vid högre eller lägre luftfuktigheter och snabbare vid normal rumstemperatur än högre eller lägre temperaturer. (4, 7) Detsamma tycks gälla för luktsinnets känslighet och för effekten av deodorantia. Beträffande luktämnen av aerosolkaraktär, där partikelaggregation m.m. kan förväntas påverkas av luftfuktigheten kan dylika verkningar tänkas vara särskilt markanta. Några data härvidlag har dock icke påträffats. Inte ens uppgifterna om den kemiska naturen hos de vanligast förekommande luftföroreningarna är fullständiga. Vissa undersökningar framförallt över fekala luftföroreningar och tarmgaser har publicerats. Det i praktiken vanligaste ventilationsproblemet, matos, har däremot veterligen inte behandlats. Det är känt att vissa adsorptions- och överföringsprocesser i hygroskopiska material är beroende av luktämnenas vattenlöslighet (luktoverföring i värmeväxlare). Närmare utredning om såväl sammansättningen och mängden av vanliga lukter, som om adsorptionsförhållandena är önskvärda.

Klagomål över dålig ventilation är vanliga i bostadshygienisk praxis.

Några försök till objektiva eller möjligast objektiva bedömningar av vilken luktstandard som kan anses vanlig eller acceptabel och luftförekomstens möjliga effekter har inte påträffats.

Luftjonisering

Inom biometeorologien har sedan länge luftens halt av joner antagits vara av betydelse. Moderna undersökningar tycks visa specifika effekter av luftjoner på andningsvägarnas slemhinnor, vars cilieaktivitet stimuleras av negativa och inhiberas av positiva joner. (4) Ett flertal undersökningar över allmänna effekter av luftjonisering har också publicerats, men synes inte ge tillräckliga hållpunkter för något ställningstagande till frågan om luftjoniseringens betydelse för hälsotillståndet. Erfarenheterna från de s.k. inhalatorierna, där försök att utnyttja joniserad luft i terapeutiskt syfte vid luftvägssjukdomar har gjorts, är föga uppmuntrande. För närvarande torde en viss avvaktande hållning beträffande praktiska applikationer av resultaten vara befogad.

Bakteriologiska problem

Den sänkning av halten luftburna smittämnen som en hög ventilation ger är ett vägande skäl för förbättrad ventilationsstandard. Anmärkningsvärt är dock att även relativt låga ventilationer och ventilation med enbart återcirkulation håller luftbakteriehalten på en måttlig nivå. (1, 2) Litteraturen inom detta område är sparsam och en utvidgning av kunskaperna förefaller önskvärd. Alldeles speciellt borde väsentligt större hänsyn tagas till skillnader mellan olika smittämnen och skillnader mellan patogena och oskyldiga luftbakterier, då överlevnadstid, känslighet för luftfuktighet etc. är starkt varierande. Värld speciell uppmärksamhet är iakttagelsen att överlevnadsförmågan för luftbakterier, och bakterieresistensen emot olika för bakterien skadliga agens är beroende av luftfuktigheten.

Mätning av ventilation

Ett flertal olika metoder för ventilationsmätning har publicerats. I princip bygger samtliga på tillförsel av en ringa mängd lättanalyserad spårgas vars försvinnande sedan följes. Den mängd olika ämnen som föreslagits torde vara ett indicium på att intet är idealiskt. Frånsett de välkända katarometermätningarna med vätgas eller helium har kolmonoxid, acetonånga, nitroäsa gaser m.m. föreslagits. Det är svårt att inse fördelarna hos dylika icke ofarliga ämnen jämfört med helium. En intressant lösning är användning av små mängder radioaktivt argon eller krypton vars försvinnande följes med β -känslig Geigerräknare. Någon påtaglig förenkling i apparaturen innebär detta kanske inte, men temperaturberoende och instabilitet i den vanliga katarometern bör på detta sätt kunna elimineras.

Undersökningar över de tekniska uppvärmnings- och ventilations-systemens funktion ur fysiologisk och hygienisk synpunkt

Uppgiften att åstadkomma ett ur fysiologisk och hygienisk synpunkt tillfredsställande klimat i byggnader kan lösas tekniskt på många sätt, och innebär en kombination av hygieniska och tekniska problem. Bestämmande för valet av tekniska lösningar är delvis ekonomiska faktorer. Ofta befinner man sig i det läget, att det med nuvarande mått "perfekta rums-klimatet" mycket väl ligger inom de tekniska möjligheternas gräns. Betydelsen av vissa ofullkomligheter som avsevärt kan förbilliga anläggningen får emellertid vägas mot den ekonomiska vinsten. Också ur rent hygienisk synpunkt kan ofta kompromisser komma ifråga. Det kan sålunda kanske vara värt att offra något av termisk komfort om istället en bättre utrymme-standard kan erbjudas. Väsentligt är dock att vissa klimathygieniska minimikrav under alla omständigheter blir uppfyllda. Att genomföra undersökningar härvidlag genom att bygga i stor skala och därefter invänta eventuella starkare klagomål för att sedan försöka göra nödtorftiga justeringar kan ur ingen synpunkt anses försvarligt.

De undersökningar som utförts beträffande de fysiologiska kravens tillgodoseende vid olika uppvärmnings- och ventilationssystem är relativt få. Sådana försök innebär en tillämpning på speciella tekniska system av de allmänna principer som tidigare redovisats. En förutsättning för framgång inom dylika studier är att både tekniska och fysiologiska aspekter beaktas. Svårigheten i att förena dylika kunskaper torde förklara sparsamheten i materialet. I det följande diskuteras huvudsakligen arbeten där fysiologisk teknik och försöksuppläggning tillämpats eller där principiellt fysiologiska resonemang utgör en huvudpunkt.

System för rumsuppvärmning

En väsentlig fråga, som undersökts, är för- och nackdelar med konvektiv uppvärmning och med strålningsvärme. Vissa undersökningar antyder, att ur vissa synpunkter strålningsvärme skulle vara att föredraga och att den vid detta uppvärmningssystem något kallare luften skulle kunna kännas friskare. (8) De tekniska lösningarna vid strålningsvärme ger nästan undantagslöst upphov till vissa asymmetrier i strålningsfältet. Det har också undersökts hur pass stora dessa ojämnheter kan få vara vid strålningsvärme från golv och från tak utan att olägenheter därigenom skall uppstå. (3, 4, 10) Dessa undersökningar torde ge en relativt god vägledning för dimensionering av strålningsvärmeanläggningar. Den konvektiva uppvärmningen erbjuder, där den är tekniskt fullkomlig, inga problem av denna art och har därför mindre uppmärksamhets. I praktiken är dock fullkomlighet inte regel. Bl.a. förekommer ofta en skiktning av luften med åtföljande vertikala

temperaturgradienter. Betydelsen av och toleransen mot sådana är endast ofullständigt känd. Undersökningar av deras förekomst vid olika rumsyttemperaturer och vid olika inblåsninganordningar för varmluftsuppvärmning har undersökts. Problemen är särskilt uttalade vid låg ventilation då den tillförda rörelseenergin genom ventilationsluften är liten jämfört med de krafter som den olika tätheten hos luft av olika temperaturer åstadkommer. Uppenbarligen är undersökningar såväl av temperaturgradienternas fysiologiska betydelse som av de tekniska betingelserna för deras uppkomst önskvärda. Ett annat praktiskt viktigt område, som synes tämligen oarbetat, är frågor om tekniska betingelser för och fysiologiska verkningar av kallras. Också storleken av de asymmetriska avkylningseffekter som kalla rumsytor, fönster, ytterväggar etc. kan ge, liksom den fysiologiska betydelsen därav, är ofullständig studerade.

Regleringsmöjligheter och klimatkonstans

En fråga, som ej beaktats, är värme- och ventilationsanordningars reglerbarhet. Det har tagits som ett axiom, att idealet är största möjliga jämnhet och konstans i klimatet. I synnerhet gäller detta den amerikanska luftkonditioneringstekniken. Från brittiskt håll har sagts att vissa klimatvariationer vore önskvärda. Av Bedford citeras sålunda Sir Leonard Hills uttalanden om hur klimatkonditioneringen i parlamentshuset borde ordnas, så att den efterliknade väderleken en vacker vårdag med dess variabilitet och vindilar. Envar som besökt Storbritannien har också haft tillfälle att iakttaga hur nära ett sådant ideal den brittiska uppvärmnings- och ventilationspraxis ibland kommer, även om utgångsmodellen inte alltid förefaller att vara den vackra vårdagen. Inom psykologien har den s.k. monotonieffekten länge varit känd. Den innebär, att vakenhetsgrad och psykisk prestationsförmåga ogynnsamt påverkas i en miljö och med ett arbete, som innebär alltför stor enformighet. Goda skäl synes därför föreligga att undersöka huruvida inte ett visst fog för de brittiska åsikterna föreligger. En annan öppen fråga är, vilka krav på att snabbt anpassa klimatet efter variationer i verksamhetsgrad och värmeproduktion hos människan som bör ställas.

Ventilation

Nyligen har genom Statens institut för byggnadsforskning publicerats undersökningar över ventilationens storlek i hus med olika ventilationsystem. Resultaten härav har varit tämligen nedslående beträffande allmän ventilationsstandard, ehuru knappast oväntade. Dessa rent tekniska undersökningar behöver kompletteras med studier av förekomst av luktämnen, luftbakterier m.m. samt med undersökningar angående ventilationens inverkan på komfort m.m. Andra problem i samband med ventilationen är frågor om luftkub och rumshöjd. Vissa amerikanska undersökningar visar

att luftkuben inverkar på luktnivån i rummet även där kvoten mellan produktion och ventilation borde innebära lika förhållanden. Någon förklaring härtill har inte givits. Tänkbara möjligheter är, att vissa luktämnen elimineras genom oxidation eller genom adsorption i rumsytorna. Undersökningar över huruvida och i vilken utsträckning sådana mekanismer är i funktion borde vara väsentliga. Problem, som också kunde förtjäna närmare utredning, är, varför ångbefuktning erfarenhetsmässigt är sämre än dysbefuktning, vilken skulle ge intryck av friskare luft. En annan specialfråga som kan vara av ekonomisk betydelse är de hygieniska egenskaperna hos värmeväxlare. Nyligen slutförda undersökningar över en värmeväxlartyp, där också viss fuktöverföring sker, visar att luftföroreningarnas löslighetsförhållanden är av största betydelse för överföringsgraden av föroreningar.

Samhällsplaneringsfrågor och socialmedicinska aspekter

Klimat och hälsa

Syftet med och motiveringen för alla de här relaterade arbetena är givetvis att vidmakthålla eller förbättra det allmänna hälsotillståndet. Det är därför anmärkningsvärt, ehuru mycket förklarligt, att få konklusiva studier över klimateffekterna härvidlag genomförts. Många av de publicerade resultaten är motsägande. Ett flertal undersökningar över sambandet mellan olika väderleksförhållanden och dödsfall framförallt i cardiovasculära och respiratoriska sjukdomar har genomförts. En ökning av dödsfallen i de senare tycks förekomma vid kall väderlek och möjligen också i samband med särskilt höga luftfuktigheter. Viss hänsyn härtill kanske bör tagas vid samhällsplaneringen, och kanske stödes här det gamla påståendet att låglänta och fuktiga marker är ohälsosamma. Litteratur beträffande den allmänna bostadsstandardens inverkan på hälsotillståndet skall icke refereras här. Förhållandena kompliceras av att "osunda" bostäder mest förekommer i de ekonomiskt och socialt sämsta miljöerna, varför dessa faktorer tenderar att maskera förekommande skillnader. Vissa holländska undersökningar synes visa att fall av astma är vanligare och svårare i gammal och fuktig bebyggelse.

Samband mellan klimat och vissa infektioner har påvisats. Sålunda överväger stafylokockinfektioner i varma och streptokockinfektioner i kalla klimat liksom man kunnat visa att förekomsten av dylika bakterier allmänt i näs- och svalgprov varierar på samma sätt, en god förklaring till variationer i förekomsten av reumatiska sjukdomar. Uppenbart är att hithörande problem förtjänar avsevärt mera studium varvid en adekvat sociologisk metodik måste användas. Den officiella sjukdoms- och dödlighetsstatistiken

är synbarligen insufficient för dessa ändamål. Större studier av liknande typ beträffande bullerproblem, psykiskt hälsotillstånd m.m. har dock kunnat genomföras varför möjligheter bör finnas. Man måste dock räkna med att lång tid kommer att erfordras.

Samhällsplanering

Beträffande klimathygieniska synpunkter på samhällsplaneringen finnes endast enstaka arbeten publicerade. Sålunda har man studerat och diskuterat hur parker och grönområden kan påverka klimatet i sin närmaste omgivning. Av tidigare nämnda undersökningar och förhållanden bör också vissa hållpunkter beträffande vindstyrka, vindriktning, dimbälten m.m. kunna deduceras. Av särskilt intresse i detta sammanhang är också solinstrålningen mot husfasader och genom fönster. Utförligt fysikaliskt och tekniskt underlag för bedömning av dessa frågor föreligger liksom vissa möjligheter att bedöma deras fysiologiska betydelse.

Litteraturreferenser

I: Grundläggande problem beträffande termiska klimatfrågor

: I Temperaturregleringens fysiologiska mekanism

1. Albert, R.E. & Palmer, E.D.: Evaporative rate patterns from small skin areas as measured by an infrared gas analyzer. *J. Appl. Physiol.*: 4:208, 1951.
2. Bader, M.E., Mead, J. & Pillion, M.E.: Effect of local cooling on finger blood flow in individuals exposed to warm ambient temperature. *J. Appl. Physiol.*: 3:508, 1951.
3. Barnett, P.W.: Some effects of body heating prior to extreme cooling. Arctic Aeromed. Lab. TR 61-27, Fort Wainwright, Alaska, 1961.
4. Baruetto, R.B., Mager, M. & Bass, E.D.: Measurement of rates of excretion of sweat solutes under physiological conditions. *J. Appl. Physiol.*: 14:435, 1959.
5. Bass, D.E. & Henschel, A.: Responses of body fluid compartments to heat and cold. *Physiol. Rev.*: 36:128, 1956.
6. Belding, H.S. & Hertig, B.A.: Sweating and body temperatures following abrupt changes in environmental temperature. *J. Appl. Physiol.*: 17:103, 1962.
7. Bazett, H.C.: Theory of reflex controls to explain regulation of body temperature at rest and during exercise. *J. Appl. Physiol.*: 4:245, 1951.
8. Bazett, H.C., Love, L., Newton, M. & Eisenberg, L.: Temperature changes in blood flowing in arteries and veins in man. *J. Appl. Physiol.*: 1:3, 1948.
9. Bazett, H.C., Mendelsohn, A.S., Love, L. & Libet, B.: Precooling of blood in the arteries, effective heat capacity and evaporative cooling as factors modifying cooling of the extremities. *J. Appl. Physiol.*: 1:169, 1948.
10. Buettner, K.: Diffusion of water and water vapour through human skin. *J. Appl. Physiol.*: 6:229, 1953.

11. Buettner, K.: Diffusion of liquid water through human skin. *J. Appl. Physiol.*: 14:261, 1959.
12. Buettner, K.: Diffusion of water vapour through small areas of human skin in normal environment. *J. Appl. Physiol.*: 14:269, 1959.
13. Buettner, K. & Holmer, F.F.: Diffusion of water vapour through human skin in hot environment and with application of atropine. *J. Appl. Physiol.*: 14:276, 1959.
14. Cooper, T., Randall, W.C. & Hertzman, A.B.: Vascular convection of heat from active muscle to overlying skin. *J. Appl. Physiol.*: 14:207, 1959.
15. Craig, F.N.: Effects of atropine, work and heat on heart rate and sweat production in man. *J. Appl. Physiol.*: 4:826, 1952.
16. Craig, F.N.: Uptake or output of water by the skin as influenced by external vapour pressure in liquid or vapour contact and by atropine. *J. Appl. Physiol.*: 8:473, 1956.
17. Culver, W.E.: Effects of Cold on Man. An annotated bibliography 1938—51. *Physiol. Rev.*: 39:Suppl. 3, 1959.
18. Greenfield, A.D.M., Shephard, J. T. & Whelan, R.F.: Circulatory response to cold in fingers infiltrated with anesthetic solution. *J. Appl. Physiol.*: 4:785, 1952.
19. Hale, F.C., Westland, R.A. & Taylor, C.L.: Barometric and vapour pressure influences on insensible weight loss. *J. Appl. Physiol.*: 12:20, 1958.
20. Hardy, J.D.: Physiology of temperature regulation. *Physiol. Rev.*: 41:521, 1961.
21. Hertzman, A.B.: Individual differences in regional sweating. *J. Appl. Physiol.*: 10:242, 1957.
22. Hertzman, A.B. & Randall, W.C.: Regional differences in the basal and maximal rates of blood flow in the skin. *J. Appl. Physiol.*: 1:234, 1948.
23. Hertzman, A.B., Randall, W.C., Peiss, C.N. & Seckendorf, R.: Regional rates of evaporation from the skin at various environmental temperatures. *J. Appl. Physiol.*: 5:153, 1952.
24. Horvath, S.M., Radcliffe, C.E., Hutt, B.K. & Spurr, G.B.: Metabolic responses of old people to a cold environment. *J. Appl. Physiol.*: 8:145, 1955.
25. Hick, F.K., Keeton, R. N. & Clickman, N.: Physiologic responses of man to environmental temperature. *Trans. ASHVE*:55:145, 1948.
26. Hoimovici, H.: Evidence for adrenergic sweating in man. *J. Appl. Physiol.*: 2:512, 1950.
27. Jacobi, O.: Water and water vapour absorption of the stratum corneum of the living human skin. *J. Appl. Physiol.*: 12:403, 1957.
28. Love, L.H.: Heat loss and blood flow of the feet under hot and cold conditions. *J. Appl. Physiol.*: 1:20, 1948.
29. McDonald, D.K.C. & Wyndham, C.H.: Heat transfer in man. *J. Appl. Physiol.*: 3:342, 1950.
30. Macht, M.B. & Bader, M.E.: Iontophoresis with acetyl-beta-methyl choline and blood flow through the hand at low environmental temperatures. *J. Appl. Physiol.*: 1:205, 1948.

31. Pennes, H.H.: Analysis of tissue and arterial blood temperatures in the resting Human Forearm. *J. Appl. Physiol.*: 1:93, 1948.
32. Randall, W.C. & McClure, W.: Quantitation of the output of individual sweat glands and their response to stimulation. *J. Appl. Physiol.*: 2:72, 1949.
33. Randall, W.C., Peiss, C. N. & Rawson, R.O.: Simultaneous recruitment of sweating and perception of warmth in man. *J. Appl. Physiol.*: 12:385, 1958.
34. Rawson, R.O. & Randall, W.C.: Vascular and sweating responses to regional heating of the body surface. *J. Appl. Physiol.*: 16:1006, 1961.
35. Robinson, S., Gerking, S.D., Turrell, E.S. & Kincaid, R.K.: Effect of skin temperature on salt concentration of sweat. *J. Appl. Physiol.*: 2:654, 1950.
36. Senoy, L.C., Christensen, M. & Hertzman, A.B.: Cutaneous vascular responses in finger and forearm during rising ambient temperatures. *J. Appl. Physiol.*: 15:611, 1960.
37. Sonnenschein, R.R., Kobrin, H., Janowik, H.D. & Grossman, M.J.: Stimulation and inhibition of human sweat glands by intradermal sympathomimetic agents. *J. Appl. Physiol.*: 3:573, 1951.
38. Sproute, B.J. & Arcker, R.K.: Change in intravascular temperature during heavy exercise. *J. Appl. Physiol.*: 14:983, 1959.
39. Taylor, C.L. & Buettner, K.: Influence of evaporative forces upon skin temperature dependency of human perspiration. *J. Appl. Physiol.*: 6:113, 1953.
40. Teichner, W.H.: Assessment of mean body surface temperature. *J. Appl. Physiol.*: 12:169, 1958.
41. Wada, M., Asai, T., Tahagaki, T. & Nahagarve, T.: Axon reflex mechanism in sweat responses to nicotine, acetylcholine and sodium chloride. *J. Appl. Physiol.*: 4:745, 1952.
42. Veghte, J.H. & Webb, P.: Body cooling and response to heat. *J. Appl. Physiol.*: 16:235, 1961.
43. Weiner, J.S. & van Heyningen, R.E.: Relation of skin temperature to salt concentration of general body sweat. *J. Appl. Physiol.*: 4:725, 1952.
44. Wood, J.E., Bass, D.E. & Iampietro, P.F.: Responses of peripheral veins of man to prolonged and continuous cold exposure. *J. Appl. Physiol.*: 12:352, 1958.

:2 Ämnesomsättning och vätskebalans

1. Adams, T. & Heberling, E.J.: Human physiological responses to a standardized cold stress as modified by physical fitness. *J. Appl. Physiol.*: 13:226, 1958.
2. Amatruda, T.T. & Welt, L.G.: Secretion of electrolytes in thermal sweat. *J. Appl. Physiol.*: 5:759, 1953.
3. Bernstein, L.M., Johnston, L.C., Ryan, R., Inouye, T. & Hick, F.K.: Body composition as related to heat regulation in women. *J. Appl. Physiol.*: 9:241, 1956.
4. Culver, W.E.: Effect of Cold on Man. An annotated bibliography 1938—51. *Physiol. Rev.*: 39:Suppl. 3, 1959.

5. Dupol, L.P. & Fortier, C.: Ascorbic acid and acclimatization to cold in monkeys. *J. Appl. Physiol.*: 5:143, 1952.
6. Galvao, P.E.: Human heat production in relation to body weight and body surface. III. Inapplicability of surface law on fat men in the tropical zone. IV. General interpretation of climatic influence on metabolism. *J. Appl. Physiol.*: 3:21, 1950.
7. Grande, F., Monagle, J.E., Buskirk, E.R. & Taylor, H.L.: Body temperature responses to exercise in man on restricted food and water intake. *J. Appl. Physiol.*: 14:194, 1959.
8. Hellman, K. & Weiner, J.S.: Antidiuretic substance in urine following exposure to high temperatures. *J. Appl. Physiol.*: 6:194, 1953.
9. Heremans, M.T. & Leyh, D.: Reaction de Domaggio et tout des eosinophiles sanguins après l'effort physique effectué aux hautes températures. *Rev. Inst. Hyg. des Mines*: s. 135, 1960.
10. Horvath, S.M., Spurr, G.B., Hutt, B.K. & Hamilton, L.H.: Metabolic cost of shivering. *J. Appl. Physiol.*: 8:595, 1956.
11. Kanter, G.S.: Heat and excretion in man. *J. Appl. Physiol.*: 7:533, 1955.
12. Kreider, M.B. & Buskirk, E.R.: Supplemental feeding and thermal comfort during sleep in the cold. *J. Appl. Physiol.*: 11:339, 1957.
13. Macfarlane, W.V. & Robinson, K.W.: Decrease in human excretion of 17-ketogenic and 17-ketosteroids with increasing ambient temperature. *J. Appl. Physiol.*: 11:199, 1957.
14. Pecrey, M., Robinson, S., Miller, D.I., Thomas, J.T. & Brate, J.: Effects of dehydration, salt depletion and pitressin on sweat rate and urine flow. *J. Appl. Physiol.*: 8:621, 1956.
15. Robinson, S., Gerking, S.D., Turrell, E.S. & Kincaid, R.K.: Effect of skin temperature on salt concentration of sweat. *J. Appl. Physiol.*: 2:654, 1950.
16. Robinson, K.W. & Macfarlane, W.V.: Urinary excretion of adrenal steroids during exercise in hot atmospheres. *J. Appl. Physiol.*: 12:13, 1958.
17. Robinson, S., Maletick, R.T., Robinson, W.S., Rokser, B.B. & Kunz, A.L.: Output of NaCl by sweat glands and kidneys in relation to dehydration and to salt depletion. *J. Appl. Physiol.*: 8:615, 1956.
18. Robinson, S., Kincaid, R.K. & Rhamy, R.K.: Effect of salt deficiency on the salt concentration in sweat. *J. Appl. Physiol.*: 3:55, 1950.
19. Radigan, L.R. & Robinson, S.: Effects of environmental heat stress and exercise on renal blood flow and filtration rate. *J. Appl. Physiol.*: 2:185, 1949.
20. Wyndham, C.H., Bouwer, W.M., Devine, M.G. & Paterson, H.E.: Effect of exercise and environment on urine secretion after a water load. *J. Appl. Physiol.*: 5:285, 1952.

:3 Värmebalansens fysik

1. Bazett, H.C., Mendelsohn, A.S., Love, L. & Libet, B.: Precooling of blood in the arteries, effective heat capacity and evaporative cooling as factors modifying cooling of the extremities. *J. Appl. Physiol.*: 1:169, 1948.

2. Buettner, K.: Effects of extreme heat and cold on human skin. I. Analysis of temperature changes caused by different kinds of heat application. II. Surface temperature, pain and heat conductivity in experiments with radiant heat. *J. Appl. Physiol.*: 3:691, 703, 1951.
3. Buettner, K.: Diffusion of water and water vapour through human skin. *J. Appl. Physiol.*: 6:229, 1953.
4. Buettner, K.: Diffusion of liquid water through human skin. *J. Appl. Physiol.*: 14:261, 1959.
5. Buettner, K.: Diffusion of water vapour through small areas of human skin in normal environment. *J. Appl. Physiol.*: 14:269, 1959.
6. Buettner, K. & Holmer, F.F.: Diffusion of water vapour through human skin in hot environment and with application of atropine. *J. Appl. Physiol.*: 14:276, 1959.
7. Craig, F.N.: Uptake or output of water by the skin as influenced by external vapour pressure in liquid or vapour contact and by atropine. *J. Appl. Physiol.*: 8:473, 1956.
8. Pennes, H.H.: Analysis of tissue and arterial blood temperatures in the resting human forearm. *J. Appl. Physiol.*: 1:93, 1948.
9. Fetcher, E.S., Rapaport, S.I., Hall, J.F. & Shaub, H.G.: Biophysical requirements for the ventilation of clothing. *J. Appl. Physiol.*: 2:49, 1949.
10. Givoni, B. & Belding, H.S.: The cooling efficiency of sweat evaporation. — In *Biometeorology* (S.W. Tromp, editor), Pergamon Press, Oxford, 1962, sid. 304.
11. Guibert, A. & Taylor, C.L., Radiation area of the human body. *J. Appl. Physiol.*: 5:24, 1952.
12. Hale, F.C., Westland, R.A. & Taylor, C.L.: Barometric and vapour pressure influences on insensible weight loss. *J. Appl. Physiol.*: 12:20, 1958.
13. Hardy, J.D., Hammel, H.T. & Murgatroyd, D.: Spectral transmittance and reflectance of excised human skin. *J. Appl. Physiol.*: 9:257, 1956.
14. Jacobi, O.: Water and water vapour absorption of the stratum corneum of the living human skin. *J. Appl. Physiol.*: 12:403, 1958.
15. Jaquez, J.A. & Kuppenheim, H.F.: Spectral reflectance of human skin in the region 235—1000 m μ . *J. Appl. Physiol.*: 7:523, 1955.
16. Jaquez, J.A., Kuppenheim, H.F., Dinitroff, J.M., Mekeehan, W. & Huss, J.: Spectral reflectance of human skin in the region 235—700 m μ . *J. Appl. Physiol.*: 8:212, 1955.
17. Kuppenheim, H.F. & Heer, R.R.: Spectral reflectance of white and negro skin between 440 and 1000 m μ . *J. Appl. Physiol.*: 4:800, 1952.
18. Lipkin, M. & Hardy, J.D.: Measurement of some thermal properties of human tissues. *J. Appl. Physiol.*: 7:212, 1954.
19. McCutchan, J.W. & Taylor, C.L.: Respiratory heat exchange with varying temperature and humidity of inspired air. *J. Appl. Physiol.*: 4:121, 1951.
20. McDonald, D.K.C. & Wyndman, C.H.: Heat transfer in man. *J. Appl. Physiol.*: 3:342, 1950.
21. Miller, A.T. & Blyth, C.S.: Lack of insulating effect of body fat during exposure to internal and external heat loads. *J. Appl. Physiol.*: 12:17, 1958.

22. Nielsen, M. & Pedersen, L.: Studies on the heat loss by radiation and convection from the clothed human body. *Acta Physiol. Scand.*: 27:272, 1952.
23. Reader, S.R. & Whyte, H.M.: Tissue temperature gradients. *J. Appl. Physiol.*: 4:396, 1951.
24. Taylor, C.L. & Buettner, K.: Influence of evaporative forces upon skin temperature dependency of human perspiration. *J. Appl. Physiol.*: 6:113, 1953.
25. Teichner, W.H.: Assessment of mean body surface temperature. *J. Appl. Physiol.*: 12:169, 1958.
26. Webster, A.P.: Caloric requirement of man in cold climates: Theoretical considerations. *J. Appl. Physiol.*: 5:134, 1952.
27. Webb, P., Gerlington, L.N. & Schwarz, M.J.: Insensible weight loss at high skin temperatures. *J. Appl. Physiol.*: 11:41, 1957.
28. Wyndham, C.H., Bouwer, W.M., Devine, M.G., Petersen, H.E. & McDonald, D.K.C.: Examination of use of heat exchange equations for determining changes in body temperature. *J. Appl. Physiol.*: 5:299, 1952.

:4 Mättekniska problem

1. Comparison of the accuracy of humidity measuring instruments. *ASHRAE J.*: 2:56, 1960.
2. Benzinger, T.H., Huebscher, R.G., Minard, D. & Kitzinger, C.: Human calorimetry by means of the gradient principle. *J. Appl. Physiol.*: 12, suppl. 1, 1958.
3. Buettner, K.J.K.: Diffusion of water vapour through small areas of human skin in normal environment. *J. Appl. Physiol.*: 14:269, 1959.
4. Pennes, H.H.: Analysis of tissue and arterial blood temperatures in the resting human forearm. *J. Appl. Physiol.*: 1:93, 1948.
5. Guibert, A. & Taylor, C.L.: Radiation area of the human body. *J. Appl. Physiol.*: 5:24, 1952.
6. Guillemin, V., Benjamin, F., Cornbleet, T. & Grossman, M.J.: A method of quantitative heat application to small skin areas at controlled temperature. *J. Appl. Physiol.*: 4:920, 1952.
7. Hatfield, S.: A heat flow meter. *J. Physiol.*: 111:10 P, 1950.
8. Hellon, R.F. & Crockford, G.W.: Improvements to the globe thermometer. *J. Appl. Physiol.*: 14:649, 1959.
9. Hensel, H.: Fortlaufende Wärmeleitfähigkeit und Durchblutungsmessung im Gewebe mit einer Differential-Calorimetersonde. *Ber. Physiol.*: 162:360, 1954.
10. Kemp, J.F.: Omnidirectional low speed hot wire anemometer. *Trans. ASHRAE*: 65:205, 1959.
11. Korsgaard, P.: Heating Piping and Air Conditioning. July 1949 p 129.
12. Meed, J. & Bonmarito, C.L.: Reliability of rectal temperatures as an index of internal body temperature. *J. Appl. Physiol.*: 2:97, 1949.
13. Nielsen, M. & Pedersen, L.: Studies on the heat loss by radiation and convection from the clothed human body. *Acta Physiol. Scand.*: 27:272, 1952.

14. Stillwell, K.G., Hemingway, A. & Kattlee, F.J.: Accuracy of thermocouples as surface thermometers. *J. Appl. Physiol.*: 8:223, 1955.
15. Stoll, A.M. & Hardy, J.D.: Study of thermocouples as skin thermometers. *J. Appl. Physiol.*: 2:531, 1950.
16. Stoll, A.M. & Hardy, J.D.: A method for measuring radiant temperatures of the environment. *J. Appl. Physiol.*: 5:117, 1952.
17. Strydom, N.B., Morrison, J.F., Booyens, J. & Peter, J.: Comparison of oral and rectal temperatures during work in heat. *J. Appl. Physiol.*: 8:406, 1956.
18. Welman, W.L. & Loveloch, J.E.: An ionization anemometer with omnidirectional response. *J. Inst. Heat. Vent. Engrs.*: 22:421, 1955.

:5 Sammanfattande klimatbedömningsskalor

1. Belding, H.S., Hertig, B.A. & Riedesel, M.L.: Laboratory simulation of a hot industrial job to find effective heat stress and resulting physiological strain. *Amer. Industr. Hyg. Ass. J.*: sid. 25, 1960.
2. Belding, H.S. & Hatch, T.F.: Index for evaluating heat stress in terms of resulting physiological strains. *Trans. ASHAE*: 62:213, 1956.
3. Chrenko, F.A.: The assessment of subjective reactions in heating and ventilation research. *J. Inst. Heat. Ventil. Engrs.*: 23:281, 1955.
4. Glickman, N., Inouye, T., Keeton, R. & Fahnstock, M.: Physiologic examination of the effective temperature index. *Trans. ASHVE*: 56:1380, 1950.
5. Jennings, B.H. & Givoni, B.: Environment reactions in the 80—105°F zone. *Trans. ASHRAE*: 65:115, 1959.
6. Koch, W., Jennings, B.H. & Humphreys, C.M.: Is humidity important in the temperature comfort range. *ASHRAE J.*: 2:63, 1960.
7. Koch, W., Jennings, B.H. & Humphreys, C.M.: Environmental study II—Sensation responses to temperature and humidity under air conditions in the comfort range. *Trans. ASHRAE*: 66:264, 1960.
8. Lewis, C. E., Scherberger, R.F. & Miller, F.A.: A study of heat stress in extremely hot environments and the infra red reflectance of some potential shielding materials. *Brit. J. Indust. Med.*: sid. 52, 1960.
9. Lind, A. R. & Hellon, R.F.: Assessment of physiological severity of hot climates. *J. Appl. Physiol.*: 11:35, 1957.
10. McArdle, B., Dunham, W., Holling, H.E., Ladell, W.S.S., Scott, J.W., Thomson, M.L. & Weiner, J.S.: The prediction of the physiological effects of warm and hot environments. *Roy. Nav. Pers. Comm., Med. Res. Council, London. Rep. No: 47—391, 1947.*
11. MacPherson, R.K.: Physiological responses to hot environments. *Med. Res. Council. Spec. Rep. Ser. No. 298. Her Majesty's Stationary Office London, 1960.*
12. Missenard, A.: On thermally equivalent environments. *J. Inst. Heat. Ventil. Engrs.*: 27:231, 1959.
13. Smith, F.E.: Indices of heat stress. *Med. Res. Conc. Mem. 29, Her Majesty's Stationary Office, London, 1955.*

:6 Klimatinverkan på prestationsförmåga och komfort

1. Adams, T. & Heberling, E.J.: Human physiological responses to a standardized cold stress as modified by physical fitness. *J. Appl. Physiol.*: 13:226, 1958.
2. Angus, I.C. & Brown, J.R.: Thermal comfort in the lecture room. *J. Inst. Heat. Ventil. Engrs.*: 175, 1957.
3. Beetham J:r, W.P. & Buskirk, E.R.: Effects of dehydration, physical conditioning and heat acclimatization on the response to passive tilting. *J. Appl. Physiol.*: 13:465, 1958.
4. Bedford, T.: Comfort in relation to warmth and ventilation. The result of recent studies. *J. Inst. Heat. Ventil. Engrs.*: 22:85, 1954.
5. Bedford, T.: Research on heating and ventilation in relation to human comfort. *Trans. ASHRAE*: 65:83, 1959.
6. Bedford, T.: Researches on thermal comfort. *Ergonomics*: 4:289, 1961.
7. Bonjer, F.H.: Physiological aspects of work in a hot environment with special reference to investigation in Birck Kilns. *J. Soc. Geneesk.*: 39:169, 1961.
8. Brouha, L.: Effects of muscular work and heat on the cardiovascular system. *Indust. Med. & Surg.*: sid. 114, 1960.
9. Brown, J.R., Crowden, G.P. & Taylor, P.F.: Circulatory responses to change from recumbent to erect posture as an index of heat stress. *Ergonomics*: 2:262, 1959.
10. Buskirk, E.R., Iampetro, P.F. & Bass, D.E.: Work performance after dehydration effects of physical conditioning and heat acclimatization. *J. Appl. Physiol.*: 12:189, 1958.
11. Chrenko, F.A.: The assessment of subjective reactions in heating and ventilation research. *J. Inst. Heat. Ventil. Engrs.*: 23:281, 1955.
12. Dutkiewicz, J.S., Grect Krause, M. & Strzada, L.: Weiter Untersuchungen über Veränderungen im Organismus des im Ruhezustand in trockener Hitze verweilenden Menschen. *Bull. Acad. Polon Sci.*: 4:89, 1956.
13. Ellis, F.P.: Tolerable and desirable levels of warmth in warm climates with special reference to the requirements of men in the Royal Navy. *Am. Roy. Coll. Surg., Engl.*: 13:269, 1953.
14. Hall, J.F. & Polte, J.W.: Physiological index of strain and body heat storage in hypertermia. *J. Appl. Physiol.*: 15:1027, 1960.
15. Hick, F.K., Keeton, R.N. & Glickman, N.: Physiological responses of man to environmental temperature. *Trans. ASHVE*: 55: 145, 1938.
16. Horwath, S. M. & Botelka, S.Y.: Orthostatic hypotension following hot or cold baths. *J. Appl. Physiol.*: 1:586, 1949.
17. Kock, W., Jennings, B.H. & Humphreys, C.M.: Is humidity important in the temperature comfort range. *ASHRAE J.*: 2:63, 1960.
18. Koch, W., Jennings, B.H. & Humphreys, C.M.: Environmental study II — Sensation responses to temperature and humidity under still air conditions in the comfort range. *Trans. ASTRAE*: 66:264, 1960.
19. Kranfeld, D.S., Macfarlane, W.V., Harvey, N., Howard, B. & Robinson, K.W.: Strenuous exercise in a hot environment. *J. Appl. Physiol.*: 13:425, 1958.

20. Jennings, B.H. & Givoni, B.: Environment reaction in the 80—105°F zone. *Trans. ASHRAE*: 65:115, 1959.
21. Lind, A.R.: The effect of heat on the industrial worker. *Ann. Occup. Hyg.*: 2:190, 1960.
22. McArdle, B., Dunham, W., Holling, H.E., Ladell, W.S.S., Scott, J.W., Thomson, M.L. & Weiner, J.S.: The prediction of the physiological effects of warm and hot environments. *Roy. Nav. Pers. Res. Comm. Med. Res. Council., London. Rep. No: 47—391, 1947.*
23. MacPherson, R.K.: Physiological responses to hot environments. *Med. Res. Council. Rep. Ser. No. 298, Her Majesty's Stationary Office, London, 1960.*
24. Noltie, H.R.: Effect of a hot and humid atmosphere on the pack fitness index. *J. Appl. Physiol.*: 7:105, 1954.
25. Payne, R.B.: Tracking proficiency as a function of thermal balance. *J. Appl. Physiol.*: 14:387, 1959.
26. Pepler, R.D.: Extreme warmth and sensorimotor coordination. *J. Appl. Physiol.*: 14:383, 1959.
27. Provins, K.A.: Environmental conditions and driving efficiency: a review. *Ergonomics* 2:97, 1958.
28. Roberts, B.M.: Environmental testing. *J. Inst. Heat. Ventil. Engrs.*: 27:238, 1959.
29. Simonson, E.: Effect of cold application on the fusion frequency of flicker. *J. Appl. Physiol.*: 13:445, 1958.
30. Speelman, C.R., Bixly, E.W., Wiley, J.L. & Newton, M.: Influence of hemorrhage, albumin infusion, bed rest and exposure to cold on performance in the heat. *J. Appl. Physiol.*: 1:242, 1948.
31. Webb, C.G.: Thermal discomfort in equatorial climate. *J. Inst. Heat. Ventil. Engrs.*: 27:297, 1960.

:7 Acklimatisation och adaptation

1. Adams, T. & Heberling, E.J.: Human physiological responses to a standardized cold stress as modified by physical fitness. *J. Appl. Physiol.*: 13:226, 1958.
2. Beetham J:r, W.P. & Buskirk, E.R.: Effects of dehydration, physical conditioning and heat acclimatization on the response to passive tilting. *J. Appl. Physiol.*: 13:465, 1958.
3. Bass, D.E., Buskirk, E.R., Iampietro, P.F. & Mager, M.: Comparison of blood volume during physical conditioning, heat acclimatization and sedentary living. *J. Appl. Physiol.*: 12:186, 1958.
4. Buskirk, E.R., Iampietro, P.F. & Bass, D.E.: Work performance after dehydration effects of physical conditioning and heat acclimatization. *J. Appl. Physiol.*: 12:189, 1958.
5. Dupol, L.P. & Fortier, C.: Ascorbic acid and acclimatization to cold in monkeys. *J. Appl. Physiol.*: 5:143, 1952.
6. Fray, F.E.J.: Temperature compensation. *Ann. Rev. Physiol.*: 20:207, 1958.
7. Macfarlane, W.V. & Robinson, K.W.: Decrease in human excretion of 17-ketogenic and 17-ketosteroids with increasing ambient temperature. *J. Appl. Physiol.*: 11:199, 1957.

8. MacPherson, R.K.: Physiological responses to hot environments. Med. Res. Counc. Spec. Rep. Ser. No. 298, Her Majesty's Stationary Office, London, 1960.
9. Robinson, S., Gerking, S.D., Turrell, E.S. & Kincaid, R.K.: Effect of skin temperature on salt concentration of sweat. *J. Appl. Physiol.*: 2:654, 1950.
10. Robinson, S., Kincaid, R.K. & Rhamy, R.K.: Effect of salt deficiency on the salt concentration in sweat. *J. Appl. Physiol.*: 3:55, 1950.
11. Stein, H.J., Eliot, J.W. & Bader, R.A.: Physiological reactions to cold and their effects on the retention of acclimatization to heat. *J. Appl. Physiol.*: 1:575, 1949.
12. Weiner, J.S.: Acclimatization in man and animals with references to hormonal adjustments (1). *I.J.B.B.*:2: Part IV, sect. A.4., 1958.
13. Wood, J.E., Bass, D.E. & Iampietro, P.F.: Responses of peripheral veins of man to prolonged and continuous cold exposure. *J. Appl. Physiol.*: 12:352, 1958.
14. Wyndham, C.H., Effects of acclimatization on circulatory responses to high environmental temperatures. *J. Appl. Physiol.*: 4:383, 1951.
15. Wyndham, C.H. & Jacobs, C.E.: Loss of acclimatization after six days of work in cool conditions on the surface of a mine. *J. Appl. Physiol.*: 11:197, 1957.

:8 Vissa klimatfysiologiska detaljproblem

1. Bader, M.E. & Mead, J.: Individual differences in vascular responses and their relationship to cold tolerance. *J. Appl. Physiol.*: 2:608, 1950.
2. Bader, M. E., Mead, J. & Pillion, M.E.: Effect of local cooling on finger blood flow in individuals exposed to warm ambient temperature. *J. Appl. Physiol.*: 3:508, 1951.
3. Bader, M.E. & Macht, M.E.: Indirect peripheral vasodilatation produced by the warming of various areas. *J. Appl. Physiol.*: 1:215, 1948.
4. Baker, P.T. & Fennington, D.: Relationship between skinfold thickness and body cooling for two hours at 15°C. *J. Appl. Physiol.*: 8:409, 1956.
5. Burton, A.C., Snyder, R.A., Leach, W.G., Butler, W.R. & Bartelink, P.J.: Damp cold vs. dry cold. Specific effects of humidity on heat exchange of unclothed man. *J. Appl. Physiol.*: 8:269, 1955.
6. Bøje, O., Nielsen, M. & Olesen, J.: Undersøgelser over betydningen af ensidig straalingsafkøling. Boligopvarmningsudvalgets meddelse nr. 7. København, 1948.
7. Drettner, B.: Vascular reactions of the human nasal mucosa on exposure to cold. *Acta Oto-Laryng. Stockh.*: Suppl. 166, 1961.
8. Ebaugh, F.G. & Thauer, R.: Influence of various environmental temperatures on the cold and warmth thresholds. *J. Appl. Physiol.*: 3:173, 1950.
9. Froese, G. & Burton, A.C.: Heat losses from the human head. *J. Appl. Physiol.*: 10:235, 1957.
10. Galvao, P.E.: Human heat production in relation to body weight and body surface. III. Inapplicability of surface law on fat men in the tropical zone.

- IV. General interpretation of climatic influence on metabolism. *J. Appl. Physiol.*: 3:21, 1950.
11. Gaydes, H.F. & Dusch, E.R.: Effects of localized hand cooling versus total body cooling on manual performance. *J. Appl. Physiol.*: 12:377, 1958.
 12. Guillemin, V., Benjamin, F., Cornbleet, T. & Grossman, M.I.: A method of quantitative heat application to small skin areas at controlled temperature. *J. Appl. Physiol.*: 4:920, 1952.
 13. Hellon, R.F., Lind, A.R. & Weiner, J.S.: The physiological reactions of men of two age groups to a hot environment. *J. Physiol.*: 133:132, 1956.
 14. Horwath, S.M., Radcliffe, C.E., Hutt, B.K. & Spurr, G.B.: Metabolic responses of old people to a cold environment. *J. Appl. Physiol.*: 8:145, 1955.
 15. Iampietro, P.F., Bass, D.E. & Buskirk, E.R.: Heat exchanges of nude men in the cold. Effect of humidity, temperature and wind speed. *J. Appl. Physiol.*: 12:351, 1958.
 16. Iampietro, P.E. & Buskirk, E.R.: Effects of high and low humidity on heat exchanges of lightly clothed men. *J. Appl. Physiol.*: 15:212, 1960.
 17. Kreider, M.B., Buskirk, E.R. & Bass, D.E.: Oxygen consumption and body temperatures during the night. *J. Appl. Physiol.*: 12:361, 1958.
 18. Love, L.H.: Heat loss and blood flow of the feet under hot and cold conditions. *J. Appl. Physiol.*: 1:20, 1948.
 19. Macht, M.B. & Bader, M.E.: Iontopheresis with acetyl-beta-methyl choline and blood flow through the hand at low environmental temperatures. *J. Appl. Physiol.*: 1:205, 1948.
 20. Melette, H.C., Hutt, B.K., Askowitz, S.I. & Horvath, S.M.: Diurnal variations in body temperatures. *J. Appl. Physiol.*: 3:665, 1951.
 21. Mills, A.W.: Finger numbness and skin temperature. *J. Appl. Physiol.*: 9:447, 1956.
 22. Pape, J. & Brown, G.M.: Effect of heating and cooling the legs on hand and forearm blood flow in the Eskimo. *J. Appl. Physiol.*: 5:753, 1953.
 23. Rapaport, S.I., Fetcher, E.S., Haub, H.G. & Hall, J.E.: Control of blood flow to the extremities at low ambient temperatures. *J. Appl. Physiol.*: 2:61, 1949.
 24. Renbourn, E.T.: A contribution to the physiology of damp cold. An aspect of temperate climate. *Int. J. Bioclim. B.*: III: 1—21, sect. A.4, 1961.
 25. Turner, D.: Radiative and convective stimuli of threshold intensity. *J. Hyg. Camb.*: 53:32, 1955.
 26. Vendrich, A.J.H. & Vos, J.J.: Comparison of the stimulation of the warmth sense organ by microwave and infrared. *J. Appl. Physiol.*: 13:435, 1958.
 27. Wyndham, C.H., Bouwer, W.M., Devine, M.G. & Petersson, H.E.: Physiological responses of African laborers at various saturated air temperatures, wind velocities and rates of energy expenditure. *J. Appl. Physiol.*: 5:290, 1952.
 28. Wyndham, C.H. & Wilson-Dickinson, W.G.: Physiological responses of hands and feet to cold in relation to body temperature. *J. Appl. Physiol.*: 4:199, 1951.
 29. Zotterman, Y.: Thermal receptors. *Ann. Rev. Physiol.*: 15:357, 1953.

:9 Beklädnaden

1. Craig, F.N. & Cummings, E.G.: Thermal influence of sunshine and clothing on men walking in humid heat. *J. Appl. Physiol.*: 17:311, 1962.
2. Gralen, N. & Werner, G.: The movement of water vapour through textiles. (Föredrag)
3. Jokl, M.: Mereni tepetue izolacuich ulastuasti odevu. *Procov Léh.*: 13:17, 1961.
4. Klyugin, S.A. & Kusmina, V.K.: Determination of thermal insulating properties of clothing (Russian text). *Gig. I San.*: No. 7, 60, 1960.
5. Koch, W. & Kaplan D.: A simple method of estimating the ventilation of footwear. *Am. Trop. Med. Parasit.*: 50:113, 1956.
6. Renbourn, E.T.: A contribution to the physiology of damp cold. An aspect of temperate climate. *Int. J. Bioclim. B.*: III:1—21, sect. A.4, 1961.
7. Werner, G.: Värme- och fukttransport genom vävnader. *Meddelanden från Svenska Textilforskningsinstitutet nr. 14*, 1951.

II. Ventilationens fysiologiska grundvalar

:2 Luftfuktighet

1. Frischknecht, K.: Chauffage moderne des appartement et infections respiratoire des voies aeriennes chez les enfants. *Med. et Hyg.*: 19:167, 1961.
2. Hinchcliffe, R.: Some aspects of nasal function and dysfunction in relation to environmental air. *Ann. Occup. Hyg.*: 3:6, 1961.
3. Ingelstedt, S., Studies on the conditioning of air in the respiratory tract. *Acta Oto-Laryng., Stockh.*: suppl. 131, 1956.
4. Thorburn, W.B.: Observations on the incidence of upper respiratory infections in a Royal Air Force formation in southern Rhodesia. *Brit. J. Prev. Soc. Med.*: 11:36, 1957.
5. Toremalm, N.-G.: Funktionella rubbningar i andningsvägarna efter trakeotomi. *Diss., Lund*, 1960.
6. Drettner, B.: Vascular reactions of the human nasal mucosa on exposure to cold. *Acta Oto-Laryng., Stockh.*: suppl. 166, 1961.
7. McFarland, R.A.: *Human Factors in Air Transportation*. McGraw-Hill, New York, 1952, sid. 692.

:3 Lukt

1. Angus, T.C. & Brown, J.R.: Thermal comfort in the lecture room. *J. Inst. Heat. Ventil. Engrs.*: 25:175, 1957.
2. Fordyce, I.D.: Olfaction tests. *Brit. J. Indust. Med.*: sid. 213, 1961.
3. Halfpenny, P. F. & Starret, P.S.: Control of odor and irritation due to cigarette smoking aboard aircraft. *ASHRAE J.*: 3:39, 1961.
4. Hopper, W.F.: Surface odor adsorption and retention properties measured. *ASHRAE J.*: sid. 92, 1959, Mars.

5. Jones, F.N.: Olfactory absolute thresholds and their implications for the nature of the receptor process. *J. Physiol.*: 40:223, 1955.
6. Nader, J.S.: On odor evaluation apparatus for field and laboratory use. *AIHA J.*: 19:1, 1958.
7. Roberts, B.M.: Deodorants in air-conditioning. *J. Inst. Heat. Ventil. Engrs.*: 27:49, 1959.
8. Schneider, R.A., Castilae, J.P., Howard, R.P. & Wolf, S.: Olfactory perception thresholds in hypogonadal women: changes accompanying administration of androgen and estrogen. *J. Clin. Endocr.*: 18:379, 1958.
9. Semeria, C.: Studio delle reazioni psicogalvanometriche alle stimolazione olfattive. *Olfattometria attiettiva. Minerva Otorinolaring.*: 6:97, 1956, nr 2.
10. Tanzariello, R.: L'olfattometria: tecnica ed applicazioni. *Ross Clin. Sci. Ist Biochim. Ital.*: 31:290, 1955.
11. Zilstorff Pedersen, K.: Further studies on blast olfactometry. *Acta Otolaryng.*: 45:268, 1955.
12. Yaglou, C.P. & Witheridge, W.N.: Ventilation requirements (part 2). *Trans. ASHVE*: 43:423, 1937.

:4 Luftjonisering

1. Becket, J.C.: Dynamics of fresh air as seen from the view of ionization in a changing environment. *ASHRAE J.*: 1:47, 1959.
2. Beckett, J. C., Kornblueh, I.H. & Tromp, S.W.: Ionization, *General Bioclimatology. Sect.*: 6: World literature. *I.J.B.B.*: II. part I, Sect. 6, 1958.
3. Kornblueh, I.H.: Brief review of effects of artificial ionization of the air and of ultraviolet radiation. *I.J.B.B.*: II: Part IV, Sect. C 6 e, 1958.
4. Krueger, A.P.: The physiological significance of positive and negative ionization of the atmosphere. *Roy. Soc. Health. J.*: 79:642, 1959, nr 5.
5. Krueger, A.P.: Some biological properties of gaseous ions. *I.A. Einstein Med. Center*: 8:79, 1960, nr 2.
6. Yaglou, C.P. & Benjamin, L.C.: Diurnal and seasonal variations in the small ion content of outdoor and indoor air. *Trans. ASHVE*: 40:271, 1934.
7. Yaglou, C.P., Benjamin, L.C. & Choote, S.P.: Changes in ionic contents of the air in occupied rooms ventilated by natural and by mechanical methods. *Trans. ASHVE*: 38:191, 1932.
8. Yaglou, C.P., Brandt, A.D. & Benjamin, L.C.: Physiologic changes during exposure to ionized air. *Trans. ASHVE*: 39:357, 1933.

:5 Bakteriologiska problem

1. Angus, T.C.: The effects of mechanical ventilation on airborne bacteria. *Med. Press*: sid. 214, 1960, nr 10.
2. Angus, T.C. & Brown, J.R.: Thermal comfort in the lecture room. *J. Inst. Heat. Ventil. Engrs.*: 25:175, 1957.
3. Tikhomiroff, K.V.: Dust and microbial contamination of the air in rooms heated by the usual central heating and by the panel heating. *Gigiene*: sid. 41, 1954, nr 4.

:6 Mätning av ventilation

1. Collins, B.G. & Smith, D.B.: The measurement of ventilation rates using a radioactive tracer. *J. Inst. Heat. Ventil. Engrs.*: 23:270, 1955.
2. Lidwell, O.M.: The evaluation of hygiene. *J. Hyg.*: 1960: sid. 297, nr 3.
3. Oppl, L. & Vosak, V.: An indirect method for measuring ventilation rates. *Ann. Occup. Hyg.*: sid. 243, 1960, nr 4.

III. Undersökningar över de tekniska uppvärmnings- och ventilations-systemens funktion ur fysiologisk och hygienisk synpunkt

:1 System för rumsuppvärmning

1. Bedford, T.: Researches on thermal comfort. *Ergonomics*: 4:289, 1961, nr 4.
2. Chrenko, F.A.: Heated ceilings and comforts. *J. Inst. Heat. Ventil. Engrs.*: 20:375, 1953, nr 209.
3. Chrenko, F.A.: Heated floors and comfort. *J. Inst. Heat. Ventil. Engrs.*: sid. 385, 1956, Jan.
4. Chrenko, F.A.: The effects of the temperatures of the floor surface and of the air on thermal sensations and the skin temperature of the feet. *Brit. J. Indust. Med.*: 14:13, 1957, nr 1.
5. Chrenko, F.A. & Pearse, R.J.: The thermal environment of some modern railway signal boxes. *Ann. Occup. Hyg.*: sid. 62, 1961, Sept.
6. Erhardt, J.G.: Technical means of protection against radiant heat. I *Soc. Genesk*: 39:174, 1961, nr 5.
7. Hermsen, H.: Raumhöhe in Kleinwohnungen. *Städtehygiene*: 6:80, 1955, nr 4.
8. Munro, A.F. & Chrenko, F.A.: The effect of radiation from the surroundings on subjective impressions of freshness. *J. Hyg.*: 47:4, 1949.
9. Nevins, R.G.: Comfortable uniform environment. *ASHRAE J.*: sid. 41, 1961, Juli.
10. Nielsen, M.: Undersøgelser over betydningen af gulvopvarmning for behaglighedsfølelser og fodtemperaturer. *Boligopvarmningsudvalgets meddelelse nr 4*, Köpenhamn, 1948.
11. Tikkomiroff, K.V.: Dust and microbial contamination of the air in rooms heated by the usual central heating and by the panel heating. *Gigiena*: 4:41, 1954.
12. Turner, D.: Radiative and convective stimuli of threshold intensity. *J. Hyg.*: 53:32, 1955, nr 1.
13. Tzipper, N. A. & Geromosaw, M.S.: Hygienic assessment of central air heating system. *Gig. I. San.*: sid. 8, 1960, nr 7.
14. Wright, J. R. & Bahnfleth, D.R.: Supply outlet locations for basement heating. *Trans. ASHRAE*: 65:137, 1959.

:2 Regleringsmöjligheter och klimatkonstans

1. Bedford, T.: Comfort in relation to warmth and ventilation. The result of recent studies. *J. Inst. Heat. Ventil. Engrs.*: 22:85, 1954, 226.
2. Bedford, T.: Research on heating and ventilation in relation to human comfort. *Trans. ASHRAE*: 65:83, 1959.
3. Bedford, T.: Researches on thermal comfort. *Ergonomics*: 4:289, 1961, nr 4.

:3 Ventilation

1. Angus, T.C. & Brown, J.R.: Thermal comfort in the lecture room. *J. Inst. Heat. Ventil. Engrs.*: sid. 175, 1957, Oct.

IV. Samhällsplaneringsfrågor och socialmedicinska aspekter

:1 Klimat och hälsa

1. von Bormann, E.: Die Bedeutung der makroklimatischen Einflüsse für die Zusammensetzung der bakteriellen Assoziation der menschlichen Mund-Rachen- und Nasenhöhle. *Zbl. Bakt. J. Akt. Orig.*: 172:242, 1958.
2. Boyd, J.T.: Climate air pollution and mortality. *Brit. J. Prev. and Soc. Med.*: sid. 123, 1960, nr 3.
3. Frischknacht, W.: Chauffage moderne des appartement et infections respiratoire des voies aeriennes chez les enfants. *Med. et Hyg.*: 19:167, 1961.
4. Gordon, J.E. & Erhardt, C.L.: Weather and death. *Am. J. Hed. Sci.*: 236:383, 1958, nr 3.
5. Hinchcliffe, R.: Some aspects of nasal function and dysfunction in relation to environmental air. *Ann. Occup. Hyg.*: 3:6, 1961.
6. Holland, W.W., Ricer, S. & Wilson, M. G.: Influence of the weather on respiratory and hear disease. *Lancet*: sid. 338, 1961, Aug.
7. Leschke, F.: Die Einflüsse des Wetters und des Luftzuges auf die Entstehung von Krankheiten des Nasen-Rachen-Raumes und ihre Verhütung. *Dtsch. Med. J.*: 11:615, 1960.
8. Moren, S., Miya, F., Phelps, J. & Spencer, L.U.: Studies on klebsiella pneumoniae passed through mice maintained at low ambient temperatures. *Arctic Aeromedical Lab. TR 61—7 Proj. 8241—32*, Oct. 1961.
9. Thorburn, W.B.: Observations on the incidence of upper respiratory infections in a Royal Air Force formation in southern Rhodesia. *Brit. J. Prev. Soc. Med.*: 11:36, 1957.
10. Verekamp, H. & Voorhorst, R.: De unlaed von klimat en behuizing op patienten met asthma bronchiale en rhinitis vasomotorica. *Nederl. T. Genesk.*: 105:2022, 1961, nr 41.

:2 Samhällsplanering

1. Bernatsky, A.: Die Beeinflussung des Kleinklimas (Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit) durch Grünanlagen. *Städtehygiene*: 9:191, 1958, nr 10.
2. Itskova, A.I.: On the establishment of hygienic standards in windbreaking measures. *Gigiena*: sid. 11, 1056, nr 9.
3. Page, J.K.: Some aspects of architectural bioclimatology. *I.J.B.B.*: II: part IV, Sect. D 2, 1958.

Klimatfysiologiska publikationer från Klimatfysiologiska laboratoriet, Uppsala, respektive Institutionen för hygien, Lund

- Ronge, H.E.: Hudkostymens fysiologi. En översikt av människokroppens värmeisoleringsproblem. Meddelande från Sv. Textilforskningsinstitutet nr 16, 1951. P. 48—62.
- Ronge, H.E. och Laurell, G.: Det ultravioletta ljusets användning inom barnsjukhus. *Nord. Med.* nr 48, 1952. P. 1140.
- Ronge, H.E.: Lämplig värmegrad och nödig luftväxling. *Byggmästaren* nr 31, 1952. P. 205—210.
- Ronge, H.E.: Aktuella uppvärmningsanordningar i lantbrukets ekonomibyggnader — fysiologiska synpunkter. Årsredovisning för jordbrukets skyddspropaganda 1957. P. 10—15.
- Ronge, H.E.: Må bra på kontor. Fysiologiska och hygieniska förutsättningar för ett gott kontorsklimat. *Civilekonomen* 26 sept. 1958. P. 45—70. Svenska fläktfabrikens publikation "Fläkten" 1958, och den engelska upplagan *SF Review* vol. 5, 1958.
- Ronge, H. E.: Putsfria betonghus. Andra inledningsföredraget. *Cement och Betong* nr 30, 1955. P. 10—14.
- Aschan, G., Drettner, B. och Ronge, H.E.: En objektiv metod för mätning och registrering av näsandningsmotståndet. *Förhandl. i Sv. Otolaryng. Förening*, häfte 2, 1956.
- Ronge, H.E. och Löfstedt, B.E.: Strålningsdrag från kalla tak. Med några observationer om dragavkylningens fysiologi. *VVS* nr 5, 1957.
- Ronge, H. E. och Löfstedt, B.E.: Radiant draft from cold ceilings. *ASHAE Journal Section, Heating, Piping and Air Conditioning*. Sept. 1957. P. 167—174.
- Ronge, H. E. och Löfstedt, B.E.: Luftfuktighetens värmeverkan och "effektiv temperatur", modellstudier av temperatur, fuktabsorption och isolation hos en klädesdräkt vid variation av luftfuktigheten. *VVS* nr 9, 1957.
- Ronge, H.E. och Löfstedt, B.E.: Hur varma är kläder vid olika luftfuktighet? *VVS* nr 11, 1957.
- Ronge, H.E., Adamson, B., Brown, G. och Hovmöller, E.: Hygieniska synpunkter på innetemperaturen. Kap. E. 4 i "Dimensionerande utetemperatur". *Stat. Byggnadsbespar. utredn.* 1957.

- Aschan, G., Drettner, B. och Ronge, H.E.: A new technique for measuring nasal resistance to breathing, illustrated by the effects of histamine and physical effort. *Annales Academiae Regiae Scientiarum Upsaliensis* 2/1958. P. 111—126.
- Ronge, H.E.: The influence of clothing on human thermal comfort. *Comité International de Chauffage et Climatisation*, 1958.
- Ronge, H.E. och Löfstedt, B.E.: Rumsuppvärmning med små varmluftsmängder. SNB Rapport nr 51, Stockholm 1959.
- Ronge, H.E.: Att värma med ventilation. VVS nr 9, 1959.
- Ronge, H.E.: Enkel, grafisk metod för statistisk bearbetning av termohygrografkurvor och andra kontinuerligt registrerade förlopp. VVS nr 1, 1961.
- Ronge, H.E. och Löfstedt, B.E.: Klimatfysiologiska laboratoriet i Uppsala 1949—1959. Beskrivning av anläggning och mätutrustning. SNB rapport nr 67.
- Löfstedt, B.E. och Ronge, H.E.: Strålningsdrag från en kall fönsteryta. Experimentell undersökning med värmeflödesmätning. *Byggforskningen*, särtryck 12, 1961.
- Löfstedt, B.E.: Varma rumsklimats inverkan på människans komfort och prestationsförmåga. *Byggforskningen*, särtryck 2, 1962.
- Löfstedt, B.E.: Vertikal temperaturgradient och väggtemperatur — modellförsök i klimatkammare. VVS nr 5, 1961.
- Ronge, H.E.: Fysiologiska och hygieniska synpunkter på kontorsklimatet. *Kontorsvärlden* nr 10—11, 1961.
- Ronge, H.E. Bostadsklimatet i murverkshus och betonghus. *Byggforskningen*, handlingar nr 38, 1961.
- Ronge, H.E., Åström, A.G. och Bränd-Persson, Å.: Fysiologiska, hygieniska och tekniska problem vid långtidsbeläggning i skyddsrum. *Tidskrift för Militär hälsovård* årg. 86, 1961.
- Löfstedt, B.: Brittisk värmefysiologi. En reserapport och kort översikt. *Svenska Läkartidningen* nr 8, 1962.
- Löfstedt, B.: Beklädnadens inverkan på människans tolerans för höga temperaturer och luftfuktigheter. *Nord. hyg. tidskrift* vol. XLII, s. 247, 1961.
- Löfstedt, B.: Gas- och aerosolöverföring i en värmeväxlare. *Nord. hyg. tidskrift* vol. XLIV, s. 8, 1963.

Monografier och handböcker

- Adolf, E.F. and Associates: *Physiology of man in the desert*. Interscience Publishers Inc., New York 1947.
- Bedford, T.: *Basic principles of ventilation and heating*. Lewis & Co, London 1948.
- Burton, A.C. and Edholm, O.G.: *Man in a cold environment. Physiological and pathological effects of exposure to low temperatures*. Monographs of the Physiological Society No. 2, first published 1955.
- Brouho, L.: *Physiology in industry, evaluation of industrial stresses by the physiological reactions of the worker*. Pergamon Press, London 1960.

- Holmes, Th. H., Goodell, H., Wolf, S. and Wolff, H.G.: The nose, an experimental study of reactions within the nose in human subjects during varying life experiences. C.C. Thomas, Springfield 1950.
- Kollmar, A. und Liese, W.: Die Strahlungsheizung Flächen-, Strahlplatten- und Infrarotheizungen. Oldenbourg, München 1957.
- McCord, C.P. & Witheridge, W.N.: Odors, Physiology and control. McGraw-Hill, New York 1949.
- Moncrieff, R. W.: The chemical senses. Leonard Hill, London 1951.
- Newburgh, M.D.: Physiology of heat regulation and the science of clothing. W.B. Saunders, Philadelphia 1949.
- Precht, H., Christophersen, J. und Hensel H.: Temperatur und Leben. Springer-Verlag, Berlin 1955.
- Raber, B.F. and Hutchinson, F.W.: Panel heating and cooling analysis. John Wiley and Sons, New York 1945.
- Winslow, C.-E.A. and Herrington, L.P.: Temperature and human life. Princeton University Press, Princeton 1949.
- ASHRAE Guide and Data Book 1962. Applications for heating, refrigerating, ventilating and air conditioning. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 1962.

Physiology and Hygiene of indoor climate

A literature review and analysis of problems concerning the construction design and equipment of buildings.

Summary

The increasing urbanization with a tendency towards big houses with heating and ventilating equipment common for many families has made it necessary for the community and the building producers to take over the task to produce a suitable and stimulating indoor climate.

A full evaluation of the effects of indoor climate on man includes the physics of the climate variables, the physiology of man as influenced by climatic variables, as well as technical problems concerning the design of heating and ventilation.

This review deals mainly with the physiological problems. It is not restricted to the problems of indoor climate, because thereby valuable information, that can be reached by interpolation from extreme climates, would have been sacrificed. The review covers the time 1948—juni 1962. It is not extensive but is supposed to cover the most important material.