

BYGGFORSKNINGEN

Särtryck 12:1961

Strålningsdrag från en kall fönsteryta

Experimentell undersökning med värmeflödesmätning

av *Börje Löfstedt* och *Hans Rönge*

STOCKHOLM 1961

Strålningsdrag från en kall fönsteryta

*Experimentell undersökning
med värmeflödesmätning*

Med. kand. Börje E. Löfstedt, professor Hans E. Ronge

Med.kand Börje E. Löfstedt
Professor Hans E. Ronge
LUNDS UNIVERSITET
LUND

Strålningsdrag från en kall fönsteryta

Experimentell undersökning med värmeflödesmätning

I en tidigare artikel, "Strålningsdrag från kalla tak" (1), redogjordes för en undersökning angående strålningens inverkan på människokroppens termiska balans och på temperaturen hos hud exponerad mot en kall yta. I denna undersökning kunde endast registrering av temperaturer utföras. Med enbart temperaturmätning befinner man sig i samma läge, som om man vid analyser av elektriska förlopp endast förfogade över spänningsmätande men ej strömmätande instrument. Det väsentliga behovet av att i det termiska förlopp, som människokroppens värmebalans utgör även registrera *värmeflöden*, har föranlett dessa försök, där en direkt metod för värmeflödesmätning använts.

En allmän översikt och en utförligare litteraturomgång av hithörande problem har lämnats i tidigare artiklar i denna tidskrift (2).

Metodik

Försöken utfördes under åren 1956—1957 i Klimatfysiologiska laboratoriet i Uppsala klimatkammare.*) En av kammarens väggar var försedd med ett "artificiellt fönster", $1,4 \times 1,0$ m, vars temperatur kunde varieras oberoende av rummets. Försökspersonerna placerades sittande i kammaren med naken överkropp och ryggen vänd mot fönstret på ett avstånd från detta av ca 50 cm, se fig. 1. Klimatkammaren har beskrivits i en särskild publikation (3). 5 unga friska kvinnliga försökspersoner användes. Försöksserien upptog 11 försök, varav 5 förförsök för metodikutvecklingen.

Hudtemperaturer på ryggen (4 olika punkter), pannan, en fingertopp och ena stortån registrerades kon-

tinuerligt med hjälp av kopparkonstantan-termoelement och en 16-punkts potentiometerskrivare (Leeds & Northrup Speedomax). På temperaturskrivaren registrerades dessutom luftens temperatur 0,5 och 1,5 m över golvet samt fönsterytans temperatur. Jämn temperaturfördelning hos rumsluften åstadkoms med hjälp av en långsamt roterande stor blandningsfläkt omedelbart under taket. Temperaturgradienten mellan de angivna nivåerna i rummet uppgick högst till $0,5-0,75^\circ \text{C}$.

Värmeflödet från ryggen på en punkt mitt emellan de fyra temperaturmätningarna registrerades med en metodik, angiven av S. Hatfield (4). Mätroppen består av en 1,5 mm tjock platta av en telluriumlegering. På plattans båda sidor är tunna kopparnät fastlödda. Dessa bildar mot plattan två differenskopplade termoelement. Den av värmeflödet genom plattan bildade temperaturgradienten, vilken är relativt stor då tellurium har högt värmemotstånd, ger därigenom upphov till en termoelektrisk potential mellan de båda kopparnäten. Denna potential registrerades galvanometriskt med låg-ohmig ljusvisargalvanometer (Multiflex MGFO) och fotoelektriskt styrd följeskrivare (Nachlaufschreiber 2 nach Wilhelmi, fabrikat Lange). Värmeflödesmätaren var av fabrikanten kalibrerad i $\mu\text{V}/\text{kcal} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{tim}$.

Efter en kontrollperiod utan exposition för den kalla fönsterytan insattes i vissa försök en successiv avkylning av denna, i andra en momentan exposition, genom att en mellan försökspersonen och fönstret placerad skärm avlägsnades. Kontrollperiodens längd var ca 30 minuter och expositionstiden 25 à 60 minuter.

*) Den klimatfysiologiska forskningen är numera nedlagd vid detta laboratorium och överflyttad till Institutionen för hygien vid Lunds universitet.

Undersökningen har utförts med anslag från dåvarande Statens Nämnd för Byggnadsforskning.

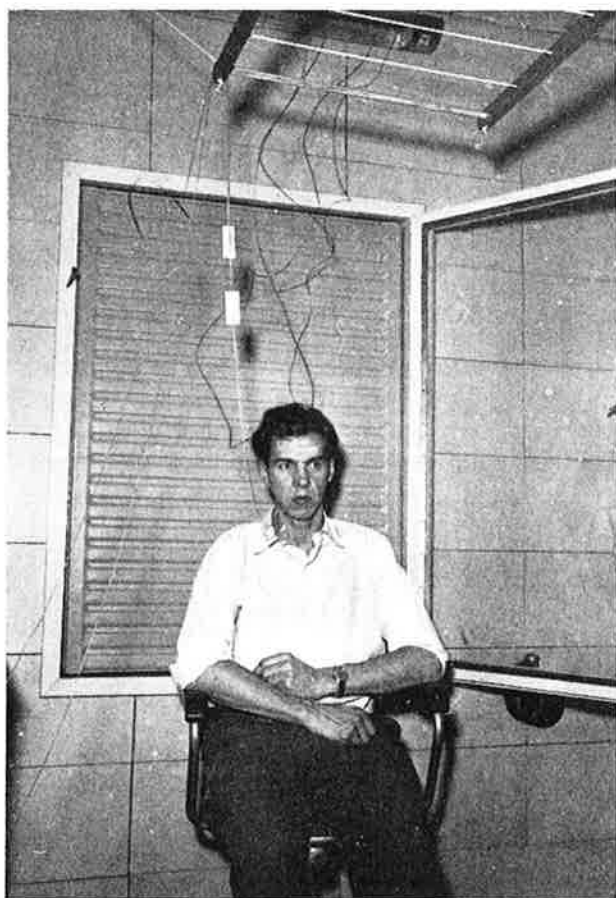


Fig. 1.

Fig. 1. Fotografi av försöksupställningen. "Fönstret" utgöres av en panelradiator, som kan genomströmmas med vätska av önskad temperatur. Observera att de här redovisade försöken utförts med naken överkropp. På försökspersonens panna syns värmeflödesmätare och termoelement fixerade med häfta.

Photograph of the experimental setup. The "window" consists of a panel radiator through which liquid at the required temperature can flow. It is to be noted that the experiments reported here were carried out with the subject stripped to the waist. The heat-flow-meter and the thermocouple are visible on the forehead of the subject where they are fixed by means of adhesive tape.

Aufnahme der Versuchseinrichtung. Das "Fenster" besteht aus einem flachen Heizkörper durch welchem eine Flüssigkeit mit der erwünschten Temperatur strömen kann. Man beachte, dass diese Versuche mit nacktem Oberkörper durchgeführt wurden. Auf dem Stirn des Versuchspersones sind die mit Heftplaster befestigten Wärmestrommesser und Thermoelement sichtbar.

Fig. 2. Diagram över samtliga registreringar från ett försök. Efter 36 min. avlägsnas strålningskärmen. Därvid inträder omedelbart fall av ryggens hudtemperatur och en plåtformig stegring av värmeflödet. Efter 55 minuter börjar fingertemperaturen visa en konstant fallande tendens, tydande på allmän köldreaktion. Efter 93 minuter vändes försökspersonen med pannan mot fönstret. Därvid sjunker pannans hudtemperatur, medan ryggen stiger och värmeflödet åter vänder momentant till utgångsvärdet.

Diagram over all recordings made during one test. After 36 min. the radiation screen is removed. An immediate drop of the skin temperature on the subject's back as well as a plateau-shaped increase of the heat flow can be noted. After 55 min. the finger temperature starts to show a constant decreasing tendency, which indicates a general chill reaction. After 93 min the subject is turned with the forehead facing the window. The skin temperature on the forehead decreases while the corresponding temperature on the back increases and the heat flow momentarily return to its original value.

Fig. 2. ▼

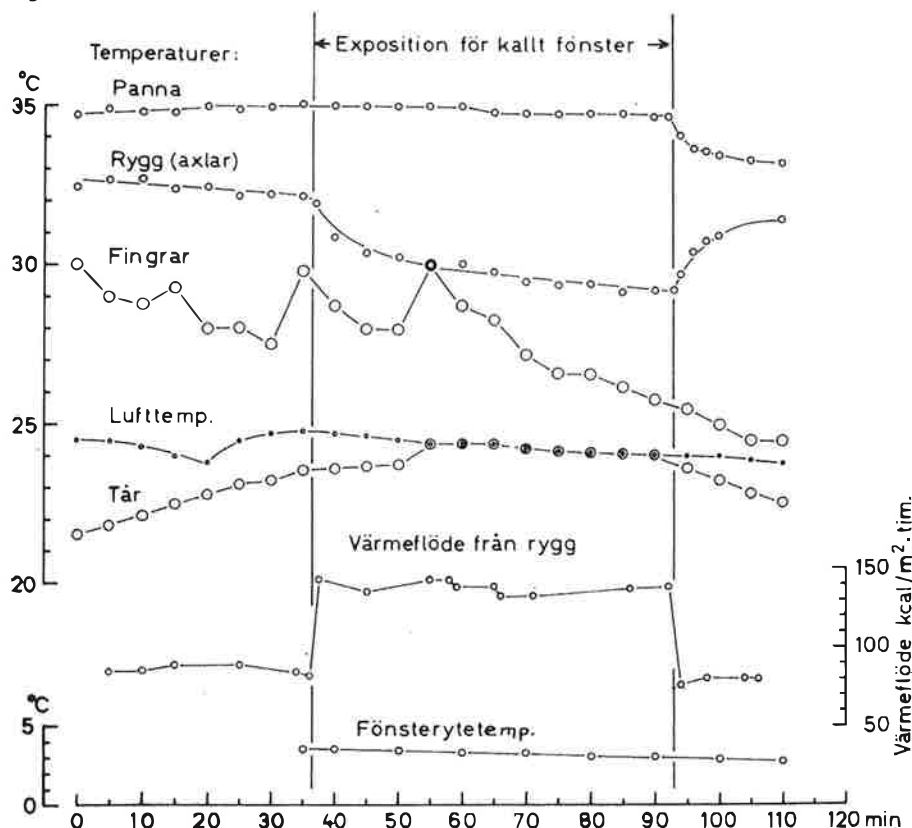


Diagramm över samtliga under ett försök upptecknade data. Efter 36 min. tas strålningskärmen bort. Detta ger omedelbart en sänkning av rygghudtemperaturen och en plåtförmig ökning av värmeflödet. Efter 55 min. börjar fingertemperaturen visa en konstant fallande tendens, vilket tyder på en allmän köldreaktion. Efter 93 min. vänds försökspersonen med pannan mot fönstret. Därvid sjunker pannans hudtemperatur, medan rygghudtemperaturen stiger och värmeflödet åter vänder till utgångsvärdet.

Resultat

Expositionen för den kalla ytan resulterade såsom väntat i en ökning av värmeflödet från huden och en sänkning av hudtemperaturen. Fig. 2 visar ett diagram över samtliga registreringar från ett typiskt experiment. Efter 36 minuters kontrollperiod, där hudtemperaturen håller en konstant nivå, flyttas strålningskärmen bort. En tydlig sänkning av ryggens temperatur inträder momentant, och vid expositionstidens slut, efter 90 minuter, är temperaturen fortfarande fallande. Efter 20 minuters exposition börjar finger-temperaturen falla, tydande på en generell köldreaktion. Tåtemperaturen ligger vid eller under rumstemperatur (det senare på grund av "kallras" från fönstret). Efter 93 minuter vändes försökspersonen helt om så att ansiktet vetter mot fönstret, varvid ryggens

hudtemperatur snabbt åter stiger, medan pannans sjunker.

Värmeflödesregistreringen, som under kontrollperioden och efter expositionens slut visar ett värmeflöde på omkring $80 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{tim.}$, stiger momentant vid expositionens början till $140 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{tim.}$ och bibehåller en hög nivå under hela expositionstiden.

I fig. 3 visas ett avsnitt ur en originalregistrering av värmeflödet från ett försök. Den momentana ökningen av värmeflödet vid expositionens början framgår tydligt.

Fig. 4 visar en sammanställning från några olika experiment av relationen mellan värmeflödesökningen (i relativa mått) vid exposition för den kalla ytan och dennas undertemperatur i förhållande till luften. Värmeflödet vid lika luft- och strålningstemperatur har därvid satts till 100. Inom detta temperaturområde

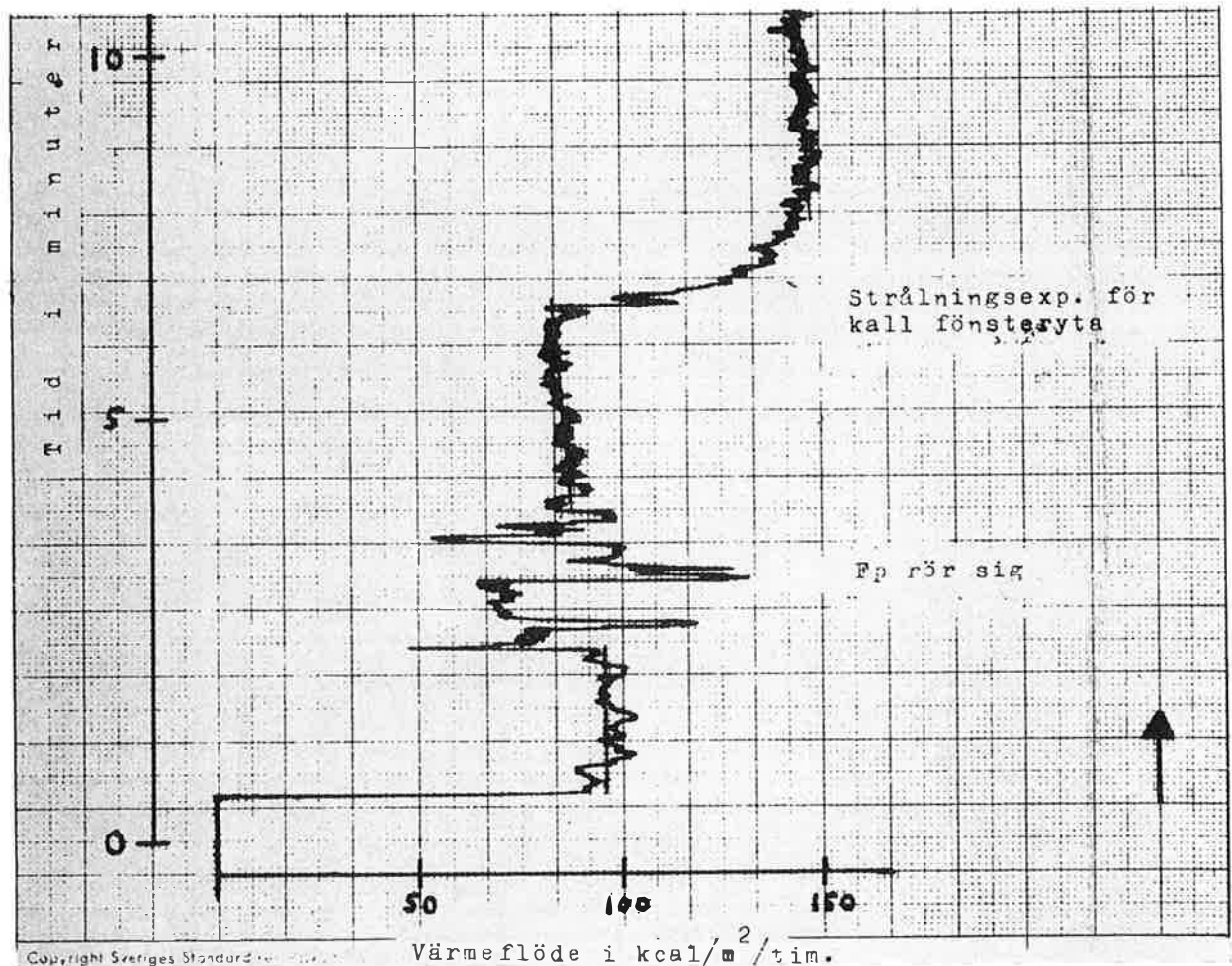


Fig. 3. Avsnitt ur originalregistreringskurva av värmeflödet. Den momentana stegringen av detta vid exposition mot den kalla ytan framgår.

Portion of an original record of the heat-flow. The momentary increase of the heat flow as the subject is exposed to the cold surface can be seen.

Abschnitt aus der Originalregistrierungskurve des Wärmestroms. Die momentane Steigerung des Wärmestromes bei Exposition zur kalten Fläche geht hervor.

Relativt värmefflöde
mot fönstret

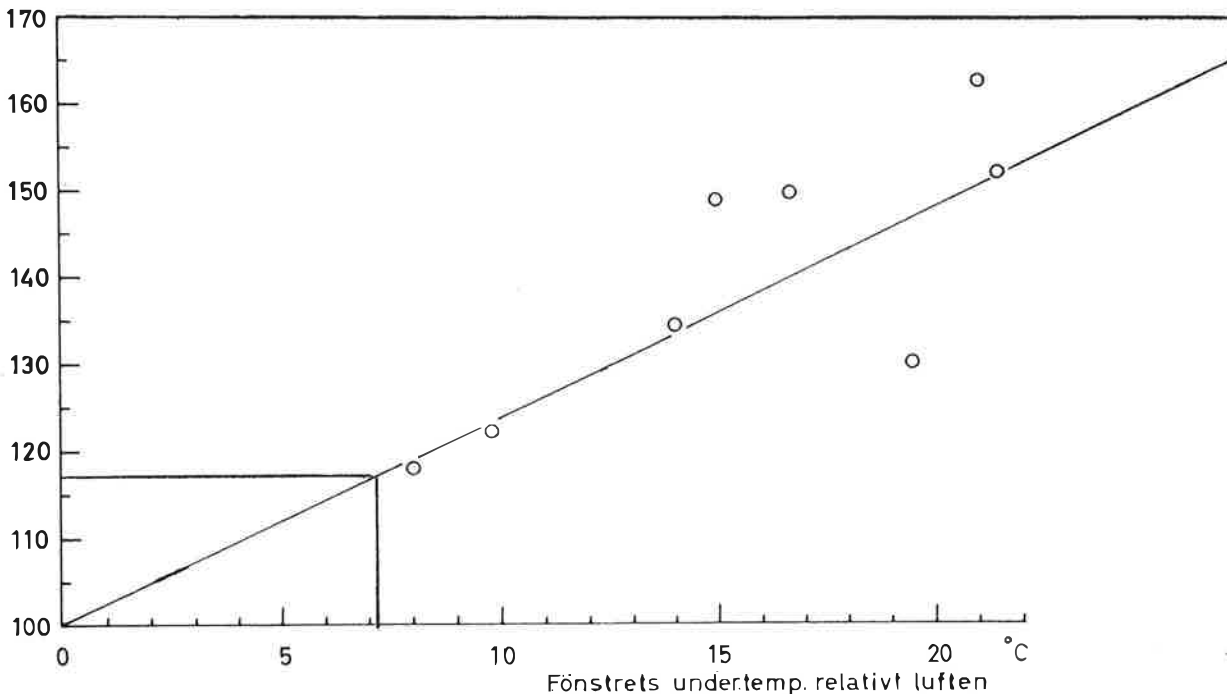


Fig. 4. Sambandet mellan den relativa ökningen i värmefflöde vid strålningsexposition och kylytans undertemperatur i förhållande till luften. Värmefflödet vid lika luft- och ytemperatur är satt till 100.

The relation between the relative increase of the heat flow upon the subject's exposure to the radiation and the under-temperature of the cooling surface in relation to the air. The heat flow for an equal temperature of the air and of the surface has been set to 100.

Der Zusammenhang zwischen der relativen Zunahme des Wärmestroms bei Exposition zur Strahlung und der Untertemperatur der Kühlfläche im Verhältnis zur Luft. Der Wärmestrom ist bei gleicher Luft- und Kühlflächentemperatur auf 100 gesetzt.

synes en tämligen linjär relation med ca 2,5 % stegring av värmefflödet per °C undertemperatur råda. Denna relation är givetvis giltig endast för den rymdvinkel, vilken kyltan i dessa försök upptagit i förhållande till den exponerade hudytan. Spridningen av de enskilda mätresultaten kan delvis förklaras av ojämnheter i mätkroppens anläggning mot huden. Ibland är mätningarna dessutom svårtolkade på grund av svängningar betingade av ojämn luftturbulens. Smärre ändringar i försökspersonens kroppsställning kan också ha haft avsevärd betydelse (cosinus-effekten).

Diskussion

För en närmare bedömning av de vunna resultaten kan gängse värmefflödesekvationer användas. Det totala värmeöverföringstalet, α_o , erhålles genom insättning av uppmätta data (värmefflödet respektive hud- och omgivningstemperaturer) från perioden före exposition mot fönstret i den allmänna värmefflödesekvationen

$$\alpha_o \cdot \Delta t_o = Q \quad (1)$$

α_o = värmeöverföringstalet, kcal/m² h °C

Δt_o = skillnaden mellan hud och omgivningstemperatur, $(t_h - t_o)$. t_o är här lufttemperaturen (t_l).

Q = värmefflöde kcal/h

Genom insättning av mätdata från expositionsperioden kan därefter de separata överföringstalen för konvektion respektive strålning, α_k och α_s , bestämmas enligt ekvation 2, då $\alpha_o = \alpha_k + \alpha_s$

$$\alpha_k \cdot \Delta t_k + \alpha_s \cdot \Delta t_s = Q \quad (2)$$

α_k = konvektionsöverföringstalet, kcal/m² h °C

α_s = strålningsöverföringstalet, kcal/m² h °C

$\Delta t_k = t_h - t_l$, där t_h = hud- och t_l = lufttemperatur.

$\Delta t_s = t_h - t_s$, där t_s = omgivningens strålnings-temperatur.

Strålningstemperaturen erhålles genom en vägning i förhållande till rymdvinklarna av ingående ytemperaturer, här fönstertemperaturen, t_f , och väggtemperaturen i rummet, här = t_l . En sådan vägning kan göras på följande sätt:

$$\Delta t_s = \varphi_1 \cdot (t_h - t_l) + \varphi_2 \cdot (t_h - t_f)$$

eller

$$\Delta t_s = \varphi_1 \cdot \Delta t_k + \varphi_2 \cdot \Delta t_f$$

där φ_1 = rymdvinkelfaktorn för de strålningsverk-samma rumsytorna fränsett fönstret och φ_2 = fönstrets rymdvinkelfaktor. Faktorerna angivas så att $\varphi_1 + \varphi_2 = 1$.

Rymdvinkelfaktorn erhålles enligt Kollmar o. Liese (5) ur avståndet mellan de strålande ytorna, vinkeln mellan dem samt deras mått. För beräkningen av φ_2 har följande antaganden gjorts: hud- och fönsterytor-

na är parallella; värmeflödesmätarens yta betraktas som liten i förhållande till fönstrets; mätpunkten har antagits ligga 30 cm över fönstrets underkant. Dessa förhållanden har givetvis varierat mellan olika försök, men så stora avvikelser från de ovan angivna antagandena har knappast förelegat, att de nämnvärt kan påverka storleksordningen av resultaten. Rymdvinkelfaktorn för fönsterytan $f_s = 0,58$, och för återstående rymyta blir den således $= 0,42$.

Ekvation 2 får med insättning härav formen:

$$\alpha_k \cdot \Delta t_k + \alpha_s (0,42 \Delta t_k + 0,58 \Delta t_f) = Q \quad (3)$$

Beräkningarna av α_k och α_s enligt denna ekvation för 6 försök visas i tabell 1 (de 4 första försöken har uteslutits då de huvudsakligen gällde prov med mätmetodernas utformning). Det framgår, att α_s är relativt konstant ≈ 10 . (Försök 11 ger helt avvikande värden, troligen beroende på något mättekniskt fel.) Detta värde överensstämmer väl med tidigare resultat. (2) Förhållandet mellan α_k och α_s avviker däremot avsevärt från det teoretiskt väntade: α_s och α_k bör vid här rådande lufthastighet vara nära likstora, medan beräkningarna enligt ovan ger ett α_s som är nära dubbelt så stort som α_k . Förklaringen är troligen att ojämn konvektion förelegat. Då strålningskärmen bakom ryggen avlägsnades från fönstret kan lufthastigheten intill huden ha stigit. Felbedömningar av rymdvinkelfaktorerna kan också ha haft betydelse. Hänsyn till att α_s ändras något vid olika medeltemperaturer har icke tagits; inom det aktuella temperaturområdet kan denna förskjutning dock uppgå till högst ca 7 %. De beräknade α_k -värdena är därför sannolikt avsevärt för låga och α_s -värdena i motsvarande grad för höga.

Med kännedom om α_k och α_s kan man beräkna den beklädnadsisolation som skulle ha erforderats för att under strålningsexpositionen mot fönstret bibehålla värmeflöde och hudtemperatur vid de värden de hade före expositionen. Ekvationen härför är:

$$Q = \alpha_k \cdot (\Delta t_k - \Delta t_{kl}) + \alpha_s [0,42 \cdot (\Delta t_k - \Delta t_{kl}) + 0,58 (\Delta t_f - \Delta t_{kl})] \quad (4)$$

där Δt_{kl} = den temperaturgradient, som klädisolationen måste åstadkomma. Δt_{kl} kan som enda obekant lösas ur ekvationen. Därur beräknas klädisolationen enligt följande formel:

$$I_{kl} = \frac{\Delta t_{kl} \cdot 5,55}{Q}$$

där I_{kl} = isolationstalet i clo. (Isolationsenheten clo = $0,18^\circ \text{C}/\text{m}^2 \text{h}/\text{kcal}$ eller som värmegenomgångstal $5,55 \text{ kcal}/\text{m}^2 \text{h } ^\circ\text{C}$; 1 clo är den klädisolationen som en vilande person behöver i 21°C omgivningstemperatur).

Den sista kolumnen av tabell 1 visar resultatet av dylika beräkningar för de olika försöken. Osäkerheten beträffande det inbördes förhållandet mellan α_s och

α_k inverkar föga på det beräknade isolationsbehovet; även om de numeriska värdena på α_s och α_k utbytes vid beräkningen fås blott obetydliga ändringar av isolationsciffrorna. De kan därför anses ge en åtminstone för praktiska ändamål tillräckligt säker uppfattning om den erforderliga isoleringsförstärkningen mot strålningsdraget enligt försöksbetingelserna.

Det framgår att det genomsnittligt erfordras en klädisolation om ca 0,25 clo per 10°C undertemperatur hos ytan i förhållande till luften, vid en exposition under den här aktuella rymdvinkeln. Detta motsvarar ett ca 2 mm tjockt skikt av normala textilmaterial.

En annan illustration av strålningsdragets storlek kan man få genom att beräkna vilken höjning av lufttemperaturen på försökspersonens "ryggsida", som skulle erfordras för att bibehålla hudtemperatur och värmeflöde på samma nivå under expositionen som före densamma. Om rumsytorna frånsett fönstret antages ha luftens temperatur och den nya konvektionsgradienten betecknas Δt_k , får man följande ekvation $Q = \alpha_k \cdot \Delta t_k + \alpha_s \cdot 0,42 \cdot \Delta t_k + \alpha_s \cdot 0,58 \cdot \Delta t_f$ ur vilken Δt_k , som enda obekant löses. Göres denna beräkning med de sannolikt för låga α_k -värden, som erhållits enligt tabell 1, får man för låga Δt_k , d. v. s. för stor "kompenserande" lufttemperaturhöjning. Om beräkningen i stället göres med antagande att $\alpha_k = \alpha_s = \alpha_{0/2}$ finner man, att per 10°C undertemperatur hos fönstret en kompensatorisk lufttemperaturhöjning på ca 4°C skulle erfordras.

Det bör påpekas att olägenheterna av strålningsdrag svårligen kan helt elimineras på detta sätt, eftersom asymmetrin i värmeavgången från kroppen torde bestå. Värmetransporten från den från fönstret vända delen av kroppen skulle ju bli för liten, om lufttemperaturen höjdes med det beräknade beloppet. Att åstadkomma en så stor lufttemperaturhöjning enbart invid fönstret är knappast möjligt; inblåsning av förvärmad luft vid fönstret ger dock en verkan i önskvärd riktning. Den funna relationen mellan ytundertemperatur och erforderlig lufttemperaturhöjning överensstämmer väl med egna tidigare resultat (1), enligt vilka ca 5° höjning per 10° ytundertemperatur skulle erfordras.

Slutsats

Genom att i fysiologiska värmebalansundersökningar införa direkta värmeflödesmätningar vinnes uppenbarligen väsentliga fördelar, speciellt för förhållandena, där asymmetrisk avkylning råder. Graden av asymmetri kan bedömas, liksom nöjaktiga beräkningar över erforderlig kompensation av asymmetrin kan göras. Detta är av vikt både för problemens teoretiska bearbetning och deras praktiska lösning. Det huvudsakliga syftet med denna artikel är att presentera en enkel metodik härför och dess applikation på

Tabell 1.

Försök nr	Hudtemp. t_h °C		Lufttemperatur t_l °C	Fönstertemperatur t_f °C	Δt_k ($t_h - t_f$) °C		Δt_f ($t_h - t_f$) °C		Fönstrets under-temperatur rel. luft °C	Värmeflöde Q kcal/m ² h		αk kcal/m ² °C h	αs kcal/m ² °C h	αo kcal/m ² °C h	Erforderlig isolation clo
	Före exposition	Under exposition			F. exp.	U. exp.	F. exp.	U. exp.		Före exposition	Under exposition				
1—4	Förförsök														
5	31,2	29,0	23,3	3,5	7,9	5,7	27,7	25,5	19,8	85	125	5,1	5,7	10,8	0,4
6	32,2	30,1	24,1	8,0	8,1	6,0	24,2	22,1	16,1	80	120	3,4	6,5	9,9	0,42
8	32,7	31,0	24,6	10,0	8,1	6,4	22,7	21,0	14,6	90	133	3,7	7,4	11,1	0,35
9	31,7	28,7	24,5	2,6	7,2	4,2	29,1	26,1	21,9	60	98	3,7	4,7	8,4	0,67
10	32,2	29,2	24,5	3,0	7,7	4,7	29,2	26,2	21,5	82	138	3,7	7,0	10,7	0,56
11	30,0	28,0	22,5	2,4	7,5	5,5	27,6	25,6	20,1	108	138	9,4	5,0	14,4	0,28

praktiska fall. Det framgår att en finslipning av metoden i avsikt att eliminera vissa felkällor och osäkerhetsmoment behövs. Uppenbart är dock att metoden i och för sig har acceptabel noggrannhet och tillförlitlighet. Genom enkla åtgärder kan vissa felkällor undvikas, och redan i dessa preliminära försök nås resultat, som låter sig praktiskt tillämpas. En presentation av metoden redan på tidigt stadium har därför ansetts lämplig.

Referenser

1. Ronge, H. E. & Löfstedt, B. E.: Strålningsdrag från kalla tak. VVS 28: 139, 1957.
2. Ronge, H. E.: Människans värmereglering. VVS 23: 189, 1952.
3. Löfstedt, B. E. & Ronge, H. E.: Klimatfysiologiska laboratoriet i Uppsala 1949—1959. Byggforskningen, rapport nr 67, 1961.
4. Hatfield, S.: A Heatflow-meter. Proceed. Physiol. Soc., 16—17 Dec. 1949, J. of Physiology, vol. III.
5. Kollmar, A. & Liese, W.: Die Strahlungsheizung. R. Oldenbourg, München, 1957.

Dk 613.16; 697.1

LÖFSTEDT, B.: Strahlungszug von einem kalten Fensterfläche VVS 32 (1961) Nr 10. S. 331—336. 4 Bilder.

Der Artikel berichtet über die mit einem Wärmestrommesser mit direkter Ablesung vorgenommenen Messungen der Wärmeabführung von einer nackten Hautfläche, die gegen ein kaltes Fenster exponiert wird. Die Messung des Wärmestromes ermöglicht, unter gewissen Voraussetzungen, die Berechnung der Wärmeübergangszahlen für Strahlung und Konvektion. Es wird über solche Berechnungen für 6 in der Klimatkammer durchgeführte Experimente berichtet. Weiter wird über die Berechnungen der Isolierung, die zum Aufwiegen der Strahlungszugwirkung nötig wäre, sowie über die dazu erforderliche Lufttemperaturerhöhung berichtet.

UDC

613.16
697.1

LÖFSTEDT, B. — RONGE, H. E.: Radiant draughts from a cold window. — An experimental study using direct heat-flow measurement. VVS 32 (1961) No 10. p. 331—336. 4 figs.

The paper reports measurements with a directly indicating heat-flow-meter of the heat loss of a naked skin area exposed to radiant cooling against a cold window. By the heat-flow-measurements it is made possible under certain circumstances to calculate the heat-transfer constants for radiation and convection. Calculations for 6 such experiments are reported. There are also reported calculations of what insulation would be needed to oppose the radiation cooling, as well as the increase in air temperature that would be needed.

Särtryck Utgivare: Statens råd för byggnadsforskning

- 1957: 7. *Ronge, Hans och Löfstedt, Börje*. Strålningsdrag från kalla tak. Stockholm 1957. 8 s. Kr. 1:50.
8. *Ronge, Hans och Löfstedt, Börje*. Luftfuktighetens värmeverkan och »effektiv temperatur». — Hur varma är kläder vid olika luftfuktighet? Stockholm 1957. 15 s. Kr. 2:50.
11. *Klingberg, Lennart och Olsson, Eskil*. Krandagbok. En metod för arbetsstudier på tornsvängkranar. Stockholm 1957. 18 s. Kr. 2:—.
- 1958: 1. *Klingberg, Lennart, Olsson, Eskil m. fl.* Monterbara fasadställningar. Stockholm 1958. 27 s. Kr. 3:—.
2. *Tynelius, Sven*. Parkeringsundersökning från luften med tillhjälp av stereobilder. Stockholm 1958. 13 s. Kr. 1:50.
3. Uppsatser om golv. Stockholm 1958. 62 s. Kr. 3:—.
6. *Saare, Erik*. Forskning om fukt i byggnadsmaterial. Stockholm 1958. 7 s. Kr. 2:—.
- 1959: 1. *Höglund, Ingemar m. fl.* Invändig ytbehandling i betonghus. Stockholm 1959. 11 s. Kr. 1:—
2. *Backmark, Lennart, Blomgren, Boris, Jacobsson, Mejse och Månsson, Kurt*. Byggnadsverksamhet och bostadsförhållanden i Sovjetunionen. (Fyra artiklar.) Stockholm 1959. 48 s. Kr. 4:—.
4. *Bjerking, Sven-Erik och Höglund, Ingemar*. 1. Platsgjutning av betong för putsfria ytor. 2. Ytjämnhet hos putsfria betongytor. Stockholm 1959. 12 + 8 s. Kr. 1:50.
5. *Eneborg, Ingmar*. Driftundersökningar på små oljeeldade värmeanläggningar. Stockholm 1959. 7 s. Kr. 1:—.
- 1960: 2. *Jacobsson, Mejse*. Monteringsbyggeri i Europa. Stockholm 1960. 8 s. Kr. 1:50.
3. *Mandorff, Sven*. Förinställningsberäkning — ett viktigt led i värmeanläggningens projektering. Stockholm 1960. 16 s. Kr. 3:—.
4. *Eneborg, Ingmar*. Värmeutbytet vid sopeldning. (Två artiklar.) Stockholm 1960. 12 s. Kr. 3:—.
5. *Westin, Olle*. Markexploatering. Stockholm 1960. 7 s. Kr. 1:50.
6. *Saare, Erik*. Åldringsbeständighet hos byggnadsmaterial av plast. Stockholm 1960. 8 s. Kr. 1:50.
7. *Jacobsson, Mejse*. Byggnaders underhåll — ett viktigt forskningsområde. Stockholm 1960. 8 s. Kr. 2:—.
8. *Tynelius, Sven*. Kan det äldre villabeståndet förnyas? Stockholm 1960. 4 s. Kr. 1:50.
9. *Eneborg, Ingmar och Nilsson, Stig*. Problem kring soporna. Stockholm 1960. 7 s. Kr. 2:—.
- 1961: 1. *Holm, Lennart*. Kreditvärdesbedömning och samhällsplanering. Stockholm 1961. 8 s. Kr. 1:50.
2. *Nyquist, Ingemar resp. Jansson, Ingvar*. Den III internationella betongvarukongressen, Stockholm, 16—22 juni 1960. RILEM:s lättbetongsymposium, Göteborg, 20—23 juni 1960. (Två sammanfattningar.) Stockholm 1961. 8 s. Kr. 2:—.
3. *Dirke, Lars*. Varmvattenförbrukning i lägenheter med och utan varmvattenmätare. Stockholm 1961. 12 s. Kr. 3:—.
4. *Brandt, Ove*. Luft- och stegljudsisolering i monteringsbyggda bostadshus. Stockholm 1961. 8 s. Kr. 2:—.
5. *Pleijel, Gunnar*. Fönsterglasens transmission av strålning från sol och himmel. Stockholm 1961. 8 s. Kr. 2:—.
6. *Blomberg, Clas*. Matematisk-statistisk behandling av en stadsplaneprogno. Stockholm 1961. 4 s. Kr. 1:—.
7. *Rasmussen, Poul*. 1. Försök med nersotning av en värmepanna. 2. Hur ofta lönar det sig att sota en värmepanna? — Nomogram för bestämning av optimala sotningsintervaller. Stockholm 1961. 5 + 7 s. Kr. 3:—.
8. *Löfstedt, Börje*. Vertikal temperaturgradient och väggtemperatur — modellförsök i klimatkammare. Stockholm 1961. 8 s. Kr. 2:—.
9. *Holm, Lennart*. Ett svenskt institut för byggnadsforskning. Stockholm 1961. 8 s. Kr. 1:—.
11. *Brandt, Ove och Bring, Christer*. Stegljudsisolering och beständighet mot intryck hos golvbeläggningar på massivbjälklag av betong. Stockholm 1961. 13 s. Kr. 2:—.

Pris kr. 2:—

Distribueras av

AB Svensk Byggtjänst
Stockholm C · Pg. 540 33