

BOLIGOPVARMNINGSUDVALGETS MEDDELELSE NR. 3

UNDERSØGELSER  
OVER RELATIONEN MELLEM  
BEHAGELIGHEDSFORNEMMELSER,  
OPVARMNINGSTILSTAND OG FYSIOLOGISKE  
REAKTIONER VED  
STILLESIDDENDE ARBEJDE

AF

MARIUS NIELSEN

(Universitetets zoofysiologiske Laboratorium)

KØBENHAVN

---

1947

UNDERSØGELSER  
OVER RELATIONEN MELLEM  
BEHAGELIGHEDSFORNEMMELSER,  
OPVARMNINGSTILSTAND OG FYSIOLOGISKE  
REAKTIONER VED  
STILLESIDDENDE ARBEJDE

AF

MARIUS NIELSEN  
(Universitetets zoofysiologiske Laboratorium)

KØBENHAVN

---

1947

*Boligopvarmningsudvalgets Medlemmer*  
*Members of the committee for the study of domestic heating.*

Professor, dr. phil. August Krogh (formand),  
Afdelingsingeniør Otto Juel Jørgensen (sekretær),  
Professor F. C. Becker,  
Overingeniør Carl Bruun,  
Læge Sven Christiansen,  
Civilingeniør J. Falck,  
Direktør, Civilingeniør Gunnar Gregersen,  
Vicedirektør, Civilingeniør P. Hempel,  
Overlæge, Dr. phil. O. M. Henriques,  
Professor E. S. Johansen,  
Arkitekt Mogens Koch,  
Civilingeniør A. von der Lieth,  
Professor J. L. Mansa,  
Direktør Niels Pedersen,  
Overingeniør Carl U. Simonsen.

CONTRIBUTION NUMBER 3 FROM THE COMMITTEE FOR  
THE STUDY OF DOMESTIC HEATING, COPENHAGEN

---

STUDIES ON  
THE RELATION BETWEEN SENSATIONS  
OF COMFORT, DEGREE OF HEATING AND  
PHYSIOLOGICAL REACTIONS

BY

MARIUS NIELSEN  
(Zoophysiological laboratory, University of Copenhagen)

COPENHAGEN

---

1947



Boligopvarmningsudvalget har i sin Tid overdraget Universitetets Zoofysiologiske Laboratorium det i denne Beretning omhandlede Forsøgsarbejde, som er udført af Dr. phil. *Marius Nielsen*.

Herved indstiller jeg, at denne Beretning bliver offentliggjort som et Led i Boligopvarmningsudvalgets Publikationer.

The Committee for the Study of Domestic Heating entrusted the Zoophysiological Laboratory of the University of Copenhagen with the performance of the experimental work dealt with in this report. The work was carried out by *Marius Nielsen*, Ph. D.

I hereby recommend that the report is included among the publications of the Committee.

*August Krogh.*

Boligopvarmningsudvalget ønsker at offentliggøre denne Beretning. Forfatteren er ansvarlig for Beretningens Resultater og Konklusioner.

The Committee for the Study of Domestic Heating has found it desirable to publish this report, the results and conclusions of which are given on the author's responsibility.

*August Krogh*

Formand.

*Carl Bruun*

*Sven Christiansen*

*J. Falck*

*Gunnar Gregersen*

*P. Hempel*

*O. M. Henriques*

*E. S. Johansen*

*Otto Juel Jørgensen*

*Mogens Koch*

*A. von der Lieth*

*J. L. Mansa*

*Niels Pedersen*

*Carl U. Simonsen*

Ovenstaaende er ikke tiltraadt af Professor *F. C. Becker*. Der henvises til Bemærkningerne Side 80.

## INDHOLDSFORTEGNELSE

INDLEDNING .....	7
FORSØGSMETODIK .....	7
1. Forsøgsrummet .....	7
2. Opvarmningstilstanden .....	9
3. Maaling af Hudtemperatur etc. samt Bestemmelse af Behageligheds- fornemmelser .....	15
4. Forsøgspersonerne .....	18
5. Forsøgenes Udførelse .....	20
FORSØGSRESULTATER .....	21
<i>Enkeltforsøg</i> .....	21
<i>Oversigt over Forsøgsresultater</i> .....	26
I. Behagelighedsbestemmelser .....	26
1. Bestemmelser fra Slutningen af Forsøgsperioden .....	26
2. Bestemmelser fra Begyndelsen af Forsøgsperioden .....	32
3. Sammenligning mellem Bestemmelser fra Begyndelsen og fra Slut- ningen af Forsøgsperioden .....	37
4. Praktiske Konsekvenser af Behagelighedsbestemmelserne .....	39
II. Temperaturbestemmelser .....	41
1. Legemstemperatur og Mundtemperatur .....	41
2. Hudtemperatur .....	45
III. Relativ Luftfugtighed under Klædedragten .....	56
DISKUSSION .....	59
SAMMENFATTENDE OVERSIGT .....	68
GENERAL REVIEW OF THE INVESTIGATION .....	73
LITTERATUR .....	79

Hensigten med de foreliggende Forsøg er at undersøge, ved hvilken Grad af Opvarmning man hos Forsøgspersoner af forskellig Type opnaar størst Behagelighed, samt at undersøge, hvor meget Opvarmningen kan øges eller mindskes, uden at Grænserne for Behagelighedsområdet overskrides. Til dette Formaal er der anvendt en Forsøgsmetodik, ved Hjælp af hvilken Forsøgspersonernes Behagelighedsfølelser (i Relation til Kulde og Varme) kan gøres til Genstand for en kvantitativ Undersøgelse. Det er endvidere Hensigten at undersøge hvilke fysiologiske Reaktioner, der ligger til Grund for de omtalte Følelser. Oplysninger vedrørende dette Punkt er skaffet til Veje ved samtidig med Behagelighedsundersøgelserne at foretage Bestemmelser af Legemstemperaturen, Mundhuletemperaturen samt Hudtemperaturen. I en Del af Forsøgene blev der desuden foretaget Bestemmelser af den relative Luftfugtighed mellem Huden og Klæderne.

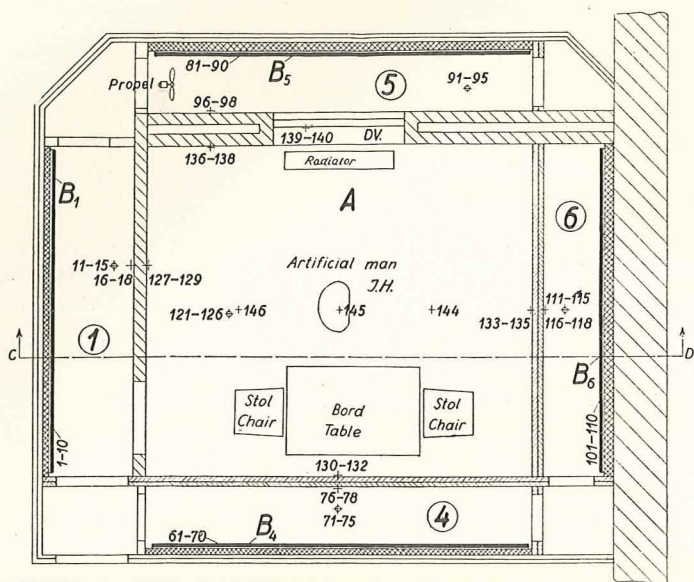
## FORSØGSMETODIK

### 1. Forsøgsrummet.

Forsøgene er udført i Boligopvarmningsudvalgets Forsøgsrum paa Teknologisk Institut. Dette Forsøgsrum er bygget og indrettet til Undersøgelse af tekniske Problemer vedrørende Boligopvarmning. Til de fysiologiske Undersøgelser, der her skal omtales, har Forsøgsrummet dog ogsaa gjort god Fyldest.

Forsøgsrummet er som vist paa Fig. 1 a (vandret Snit) og Fig. 1 b (lodret Snit) indbygget i et større Rum, hvis Temperatur holdes konstant ved Hjælp af Kølefladerne  $B_1$ — $B_6$ . Forsøgsrummet er med Hensyn til Opvarmningsbetingelserne bygget som et almindeligt forekommende dansk Beboelsesrum. Ydervæggen, en enstens Hultmur, er forsynet med et Vindue med dobbelte Ruder og vender ud mod Køleflade  $B_5$ . Af de øvrige Vægge er de to Bræddeskillerum, der vender mod Kølefladerne  $B_6$  og  $B_4$ , medens





Termoelementer til Maaling af Lufttemperaturer +  
 ———— Overfladetemperaturer +

Fig. 1 a. Forsøgskammer, vandret Snit. (Experimental room, horizontal).

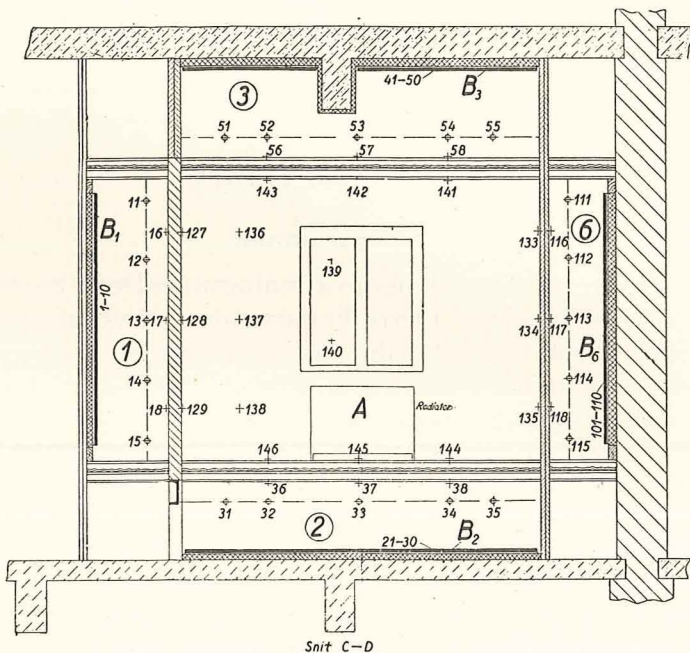


Fig. 1 b. Forsøgskammer, lodret Snit. (Experimental room, vertical).



den fjerde Væg er en halvstens Mur, der vender mod Kølefladen B<sub>1</sub>. Gulv (Brædegulv) og Loft er af sædvanlige Konstruktioner og vender mod Kølefladerne B<sub>2</sub> og B<sub>3</sub>.

Opvarmningen foregaar ved Hjælp af en Radiator, som er anbragt ved Ydervæggen under Vinduet. Et Bord og to Stole er anbragt som vist paa Fig. 1 a. Forsøgsrummet har i alle her omtalte Forsøg været uisolaret. Angaaende en nærmere Beskrivelse af Forsøgsrummet henvises til Meddelelse Nr. 2 fra Boligopvarmningsudvalget.

## 2. Opvarmningstilstanden.

Et Rums Opvarmningstilstand i Relation til et Menneske er bestemt af Luft- og Straalingstemperaturerne samt af Luftbevægelsen og Luftfugtigheden i Rummet. Saa vidt man hidtil ved, har disse 4 Størrelser under almindelige Boligopvarmningsforhold i det væsentlige kun Indflydelse paa Mennesket igennem en Paavirkning af dets Varmeudveksling med Omgivelserne, og Boligopvarmningens Formaal er derfor at skabe passende ydre Betingelser for Menneskets Varmeafgivelse. Fig. 1 c, der fremstiller Forsøg foretaget paa John B. Pierce Laboratory i New Haven, viser en Analyse af Menneskets Varmeafgivelse ved forskellig Ydertemperatur. Varmeafgivelsen, der næsten udelukkende finder Sted ved Konvektion + Straaling fra Overfladen samt ved Fordampning af Vand fra Huden og fra Lungerne, er i Figuren afsat i Relation til Omgivelsernes operative Temperatur (se Side 59), der meget nær svarer til „Rumtemperaturen“ (Side 14) i de foreliggende Forsøg. Figuren viser, at inden for det Temperaturomraade, der har Interesse for Boligopvarmningen, er det i det væsentlige kun Varmeafgiften ved Konvektion + Straaling, der paavirkes, hvorimod Varmeafgiften ved Vandfordampning i dette Temperaturomraade næsten er upaavirket af Ændring i Ydertemperaturen. — Det angives endvidere i Almindelighed, at Luftfugtigheden i det nævnte Temperaturomraade kun er af Betydning ved mere extreme Værdier. I meget tør Luft kan der blive Tale om en Udtørring af Næsehulens og Mundhulens Slimhinder. I de foreliggende Forsøg har Luftfugtigheden (se Side 57) kun varieret i ringe Grad.

Af det ovenstaaende fremgaar det, at Opvarmningstilstanden under almindelige Forhold i det væsentlige kun har Indflydelse paa Mennesket gennem en Paavirkning af dets Varmeafgivelse

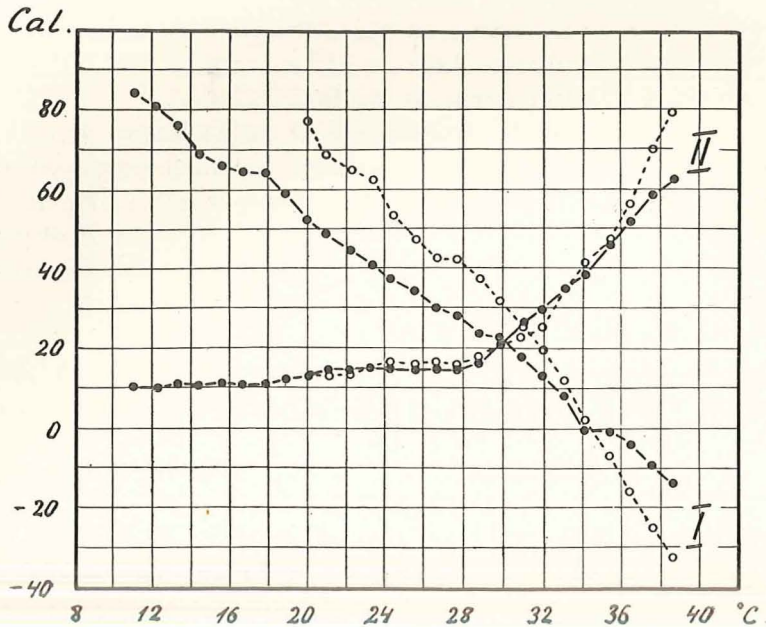


Fig. 1 c. Analyse af Menneskets Varmeafgivelse ved forskellig Ydertemperatur  
(Analysis of heat loss from man at various operative temperatures).

Ordinat: Cal. pr. m<sup>2</sup> pr. Time. (Kgm. Cal. per sq/meter per hour).

Abscisse: Operativ Temperatur. (Operative temperature).

I Varmeafgivelse ved Straaling + Konvektion.

(Heat loss by radiation + convection).

II Varmeafgivelse ved Vandfordampning.

(Heat loss by evaporation).

● For beklædte Forsøgspersoner. (For clothed subjects).

○ For nøgne Forsøgspersoner. (For nude subjects).

(From A. P. Gagge, C. E. A. Winslow and L. P. Herrington 1938).

ved Konvektion + Straaling. Af Betydning herfor er Rummets Straalingstemperaturer (bestemt af Temperatur og Varmeudstrålingsevne af Vægge etc.) samt Luftens Temperatur og Bevægelse. For at opnaa et Maal for den kombinerede Virkning af disse paa Menneskelegemet er der anvendt den af Afdelingsingeniør Otto Juel Jørgensen i 1935 angivne Termostat, J. H., der er dannet af Kobberplader og har Form og Størrelse som en voksen Mand. Angaaende en nærmere Beskrivelse af Termostaten J. H. henvises til Meddelelse Nr. 2 fra Boligopvarmningsudvalget. J. H. er iført Bomuldsundertøj samt et Jakkesæt. Varmetilførslen til og derved Varmeafgiften fra Termostaten reguleres saaledes, at den gennemsnitlige Temperatur af „Huden“



under Klædedragten, uafhængig af Omgivelsernes Temperatur, fastholdes ved en Værdi paa  $33.4^{\circ}$ , svarende til et Menneskes gennemsnitlige Hudtemperatur i behageligt varme Omgivelser.

Den totale Varmeafgift fra J. H.s Overflade vil altsaa ved forskellig Opvarmningstilstand stige og falde nogenlunde svarende til den totale Varmeafgift ved Konvektion + Straaling fra et Menneske med en gennemsnitlig Hudtemperatur paa  $33.4^{\circ}$ . Man maa derfor antage, at man i Varmeafgiften fra J. H. har et Maal for Opvarmningstilstandens Indvirkning paa Mennesket. Dette gælder dog kun, naar Mennesket er i Ro, og ved en i det væsentlige ensartet Temperaturfordeling i Værelset. Hvis Mennesket bevæger sig, vil dets Varmeafgivelse ved Konvektion, især fra Ekstremiteterne, ved samme Opvarmningstilstand blive større end Konvektionen fra J. H. Ved de Forsøg, der her skal omtales, har Forsøgspersonerne været stillesiddende, men dog udført de almindelige Bevægelser, der ledsager Beskæftigelser som Læsning og Skrivning. Ved en uensartet Temperaturfordeling i Værelset kan Menneskets Varmeregulering blive udsat for en „skæv Belastning“. Undersøgelser, vi for Tiden har i Gang, viser, at i hvert Fald stærkere Grader af „skæv Belastning“ kan have en direkte sundhedsskadelig Indflydelse paa Mennesket. Ved uensartet Temperaturfordeling i Værelset vil altsaa Varmeafgivelsen fra J. H. ligesaa lidt som Menneskets totale Varmeafgivelse ved Konvektion + Straaling være et tilstrækkeligt Maal for Opvarmningstilstandens Indflydelse paa Mennesket. Det skal dog bemærkes, at selv hvor der er Tale om en meget betydelig Grad af uensartet Temperaturfordeling, er ogsaa Kendskabet til den totale Varmeafgivelse ved Straaling + Konvektion af allerstørste Vigtighed for Vurderingen af Opvarmningstilstandens Indflydelse paa Mennesket. Dette vil blive nærmere belyst i en følgende Meddelelse (Nr. 4) om den fysiologiske Betydning af Gulvopvarmning. Temperaturfordelingen i Forsøgsrummet i de foreliggende Forsøg vil blive omtalt i Forbindelse med Tabel 1 Side 13.

Af ovenstaaende Beskrivelse vil det fremgaa, at det er samme Maaleprincip, der anvendes ved Termostaten J. H. som ved *Duffton's* Eupatheoscop. Dette maa som Maaleapparat til Bestemmelse af et Rums Opvarmningstilstand i Relation til Mennesket anses for at være overlegent over for Maaleapparater som *Hill's* Katatermometer, *Vernon's* Globetermometer o. fl. a. Paavirkningen af J. H.s Varmeafgift svarer dog nærmere til Paavirkningen af Menneskets Varmeafgift, end Tilfældet er for Eupatheo-

scopets Vedkommende, saaledes at Termostaten J. H. maa betragtes som det bedste fysiske Maaleapparat, man for Tiden har, til Bestemmelse af Omgivelsernes Indvirkning paa Menneskets Varmeafgift ved Konvektion + Straaling. At Kendskabet til denne Størrelse under forskellige Boligopvarmningsforhold er af overordentlig stor Betydning vil blive yderligere uddybet i et følgende Arbejde over den fysiologiske Betydning af Gulvopvarmning. — Det skal i denne Forbindelse nævnes, at det er Forfatteren bekendt — bl. a. gennem Samtale med Dr. *Burton*, Toronto, at der i U. S. A. og Canada under Krigen er konstrueret flere kunstige Mennesker efter samme Princip, som er anvendt ved Maaletermostaten J. H., og at disse Maaleinstrumenter anses for meget værdifulde og har været anvendt i udstrakt Grad ved varmfysiologiske Undersøgelser. Beskrivelsen af disse Undersøgelser er dog endnu ikke offentliggjort.

Til Bestemmelse af Forsøgsrummets Opvarmningstilstand er der endvidere anbragt fastklæbede Termoelementer paa Vægge, Loft og Gulv samt straalingsbeskyttede Termoelementer i Luften i forskellige Højder over Gulvet. De forskellige Termoelementer er angivet ved Numre paa Fig. 1 a og Fig. 1 b.

I Tabel 1 er fremstillet Luft- og Vægttemperaturerne fra 3 Forsøg, udført ved den højeste og laveste undersøgte Opvarmningsgrad samt ved en Middelopvarmningstilstand. Varmeafgiften fra J. H. var i de 3 Forsøg henholdsvis 20.7, 96.2 og 60.0 Cal./Time. De anførte Vægttemperaturer er, som det ogsaa fremgaar af Fig. 1 a og 1 b, udført med de Termoelementer, der er anbragt paa Midten af Vægfladerne. Temperaturerne her svarede meget nær til Gennemsnitsværdierne for Temperaturerne maalt ved Hjælp af de øverste og nederste Termoelementer.

Som det fremgaar af Tabel 1 er Lufttemperaturen i Forsøgsrummet i Forsøgene med den kraftigste Opvarmning (J. H.: 20.7 Cal./Time) stærkt tiltagende ved stigende Højde over Gulvet, saaledes at Lufttemperaturen i Forsøgspersonernes Hovedhøjde er over 7° højere end ved Fødderne. Ved Middelopvarmningstilstanden (J. H.: 60 Cal./Time) er der endnu en Forskel paa ca. 4° mellem Hoved- og Fodhøjde, medens Forskellen i det koldeste Forsøgsrum kun er ca. 1.5°. Spørgsmaalet om, i hvor høj Grad denne uensartede Fordeling af Lufttemperaturen har haft Indflydelse paa Forsøgspersonerne, kan ikke besvares i de her anstillede Forsøg.





Af særlig Interesse for den tidligere omtalte „skæve Belastning“ af Varmeregulationen er Væg- og Vinduestemperaturerne. Som det fremgaar af Tabel 1, er Ydervæggen ved alle 3 Forsøgsbetingelser den koldeste af Rummets 6 begrænsende Flader, og Temperaturforskellene, der er ret beskedne, er ogsaa her størst i det varmeste Forsøgsrum. Til Gengæld er Vinduestemperaturerne i det varmeste og det middelvarme Hus som Følge af Radiatorens Placering under Vinduet højere end Temperaturen paa Ydervæggen. Temperaturfordelingen paa Væggene er saaledes ikke særlig ugunstig; for dog saa vidt muligt at undgaa ensidig Afkøling af Forsøgspersonerne er Borde og Stole, som det fremgaar af Fig. 1 a, anbragt ved den Væg, som er fjernest fra Ydervæggen.

Middellufttemperaturen,  $T_L$  i Tabel 1, er beregnet som Middeltallet af de 4 maalte Lufttemperaturer. Middelvægttemperaturen  $T_V$  er beregnet som Summen af Produkterne af Temperaturerne og de dertil svarende Arealer divideret med det samlede Areal. Endelig er Rumtemperaturen  $T_R$  beregnet som Middeltallet af  $T_V$  og  $T_L$ . Hvorvidt man i  $T_R$  har et Maal for Rummets Opvarmningstilstand i Relation til Mennesket, maa dog anses for usikkert, saa længe man ikke kender den relative Indflydelse af Luft- og Straalingstemperaturerne paa Menneskets Varmeafgift. De bedste Forsøg, der hidtil er udført til Belysning af dette Spørgsmaal (*Hardy og Du Bois 1938* samt *Gagge, Winslow og Herrington 1938*), har givet yderst divergerende Resultater. Indtil dette Spørgsmaal yderligere er undersøgt, er det valgt at tillægge Luft- og Vægttemperaturen lige stor Vægt ved Beregning af Rumtemperaturen. Da  $T_R$  saaledes alligevel maa betragtes som en usikker Størrelse, er der ved Beregning af Middelvægttemperaturen  $T_V$  ikke taget Hensyn til Vinkelstraalingsforholdet; endvidere indgaaer Radiatortemperaturen ikke i denne Beregning. Ved Medtagning af Radiatortemperaturen vil den beregnede  $T_R$  ved en Middelopvarmningsgrad ændres ca.  $0.15^\circ$ , ved højere Opvarmningsgrad lidt mere og ved lavere Opvarmningsgrad lidt mindre.

I alle Forsøg, der skal omtales i dette Arbejde, er der foretaget Temperaturmaalinger svarende til de i Tabel 1 anførte. De heraf beregnede Værdier for Middellufttemperatur, Middelvægttemperatur og Rumtemperatur er fremstillet i Fig. 2 i Relation til de tilsvarende Værdier for J. H.s Varmeafgift. I det følgende vil Forsøgsrummets Opvarmningstilstand i Almindelighed blive angivet ved Hjælp af J. H.s Varmeafgift; de Steder, hvor det er

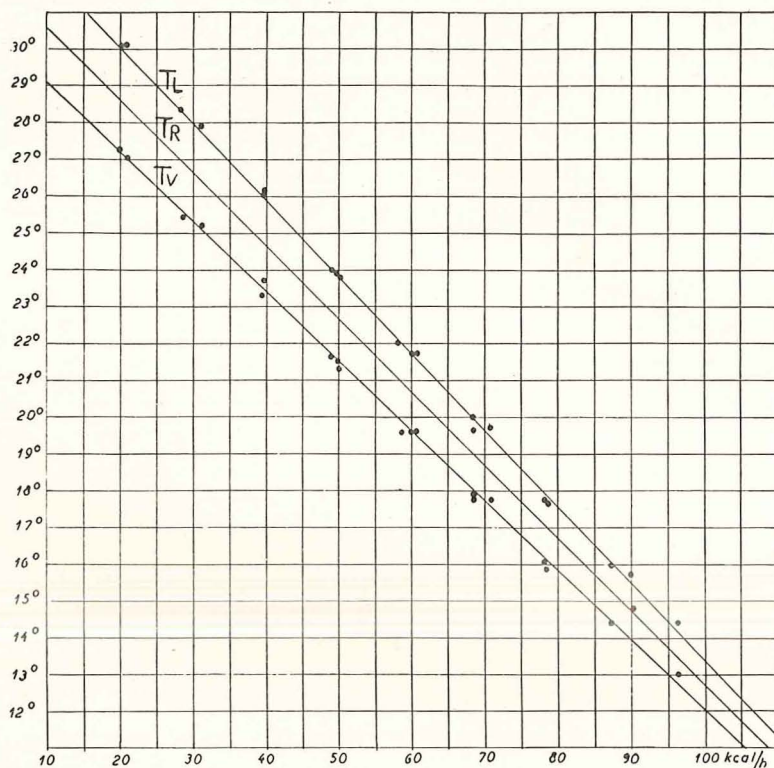


Fig. 2. Middelvægttemperatur  $T_V$ , Middellufttemperatur  $T_L$  og Rumtemperatur  $T_R$  i Relation til Varmeafgiften (Cal/Time) fra Termostaten J. H. (Mean wall temperature  $T_V$ , mean air temperature  $T_L$  and room temperature  $T_R$  in relation to heat loss (Cal/h) from artificial man).

anset for ønskeligt, er der desuden angivet de tilsvarende Værdier for  $T_L$ ,  $T_V$  og  $T_R$ . Om ønsket i andre Tilfælde, vil disse Værdier kunne aflæses ved Hjælp af Fig. 2.

### 3. Maaling af Hudtemperatur etc. samt Bestemmelse af Behaglighedsfølelser.

Hudtemperaturen blev registreret ved Hjælp af Mikroklimatografer (Krogh 1947). Størrelsen af disse er som mindre Arm- baandsure. Temperaturregistreringen sker ved Hjælp af en lille metallisk Termospiral, hvis Bevægelser overføres paa en let sort Glasplade; da den Plade, hvorpaa Termospiral og Skriveanordning er monteret, samtidig drejes rundt ved Hjælp af et Ur-



værk, optegnes der herved en kontinuerlig Temperaturkurve i Sodlaget, der forud for Forsøget er hærdet ved Neddypning af Glaspladerne i Æter. Efter Forsøget aflæses Temperaturkurven under Mikroskop. Med de her anvendte Mikroklimatografer varer en Omdrejning 12 Timer. Inden for denne Periode kan Temperaturen efter Forsøget aflæses for et hvilket som helst Tidspunkt.

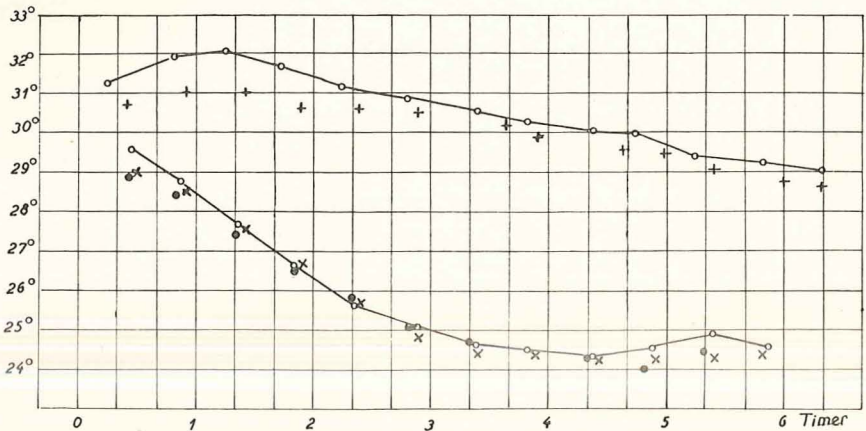


Fig. 3. Hudtemperaturmåling med: (Measurement of skin temperature with):  
 o Hudtermoelement (skin thermocouple).  
 × Mikroklimatograf Nr. 16 (Mikroklimatograf number 16).  
 • " " 18 ( " " 18).  
 + " " 3 ( " " 3).

Ved Maaingen af Hudtemperaturen blev Mikroklimatograferne fastgjort til Huden ved Hjælp af elastiske Baand, der yderligere blev fikseret med Leukoplaststrimler.

Fig. 3 viser Forsøg, hvor Hudtemperaturmålinger med Mikroklimatograferne er kontrolleret ved Hjælp af Hudtermoelementer (Nielsen 1938 og 1941), der er saaledes indrettet, at de er særligt egnet til Maaing af Hudens Temperatur. Maaingerne i Fig.3 er udført paa Underbenet (lidt oven for Anklerne) af 2 kvindelige Fpr. Termoelementerne var fikseret til Huden i en Afstand af  $\frac{1}{2}$  cm fra Randen af Mikroklimatograferne; begge Fpr. var under Forsøget iført tynde Silkestrømper. Som man ser, er der i de fleste Tilfælde god Overensstemmelse mellem Maaingerne; men der er dog en Tendens til, at Mikroklimatograferne maaler lidt lavere (indtil  $\frac{1}{2}^{\circ}$ ) end Termoelementerne. Den større Forskel for Mikroklimatograf Nr. 3 i de første Par Timer af Maaeperioden



skyldes antagelig en reel Forskel i Hudtemperatur paa de to Maalesteder. I et 3. Kontrollforsøg, der blev udført paa en mandlig Fp. paa Overarmen under Klædedragten, viste Mikroklimatografen ogsaa ca.  $1/2^\circ$  lavere end Hudtermoelementet. — At Mikroklimatograferne trods deres betydelige Varmekapacitet kun viser ringe Træghed ved Maalinger af Hudtemperaturen fremgaar ogsaa tydeligt af Forsøgene i Fig. 3, hvor der især ved Maalingerne med Mikroklimatograferne Nr. 16 og Nr. 18 skete en betydelig Ændring i Hudtemperaturen. — Ved Anvendelse af Mikroklimatografer til Maaling af Hudens Temperatur opnaas den Fordel fremfor Anvendelsen af Hudtermoelementer, at Fpr. bevarer deres fulde Bevægelsesfrihed, uhæmmet af et større Antal Forbindelsesledninger.

Foruden af Temperaturen kan der ved Hjælp af Mikroklimatograferne ogsaa foretages en Registrering af den relative Fugtighed; dette sker ved Hjælp af et enkelt Menneskehaar, hvis Længdeforandringer paa lignende Maade som Termospiralens Bevægelser overføres paa Glaspladens Sodlag. Saadanne Fugtighedsregistreringer blev udført i en Del af de her foreliggende Forsøg.

Legemstemperaturen blev bestemt ved Begyndelsen og Slutningen af hvert Forsøg paa den sædvanlige Maade ved Hjælp af et Lægetermometer i Rectum. Endvidere blev der med regelmæssige Mellemrum foretaget Bestemmelser af Mundhuletemperaturen ved Hjælp af dertil egnede Maximumstermometre, hvis Kviksølvbeholder anbragtes under Tungen i 5 Minutter. Under Maalingen maatte Fpr. kun trække Vejret gennem Næsen.

Ved Undersøgelsen af Behagelighedsfornemmelserne fik Forsøgspersonerne udleveret følgende graderede Skala til Besvarelse:

1. Meget ubehageligt varmt.
2. Ubehageligt varmt.
3. Ikke ubehageligt varmt.
4. Indifferent.
5. Ikke ubehageligt koldt.
6. Ubehageligt koldt.
7. Meget ubehageligt koldt.

Ved Hjælp af denne Skala kan Opvarmningstilstanden vurderes i 7 forskellige Behagelighedsgrader. Som Forsøgene vil vise, er mange Fpr. i Stand til at vurdere Opvarmningstilstanden

endnu finere end svarende hertil. De kan f. Eks. — med god Mening — angive Behagelighedsfornemmelsen som  $5\frac{1}{2}$ , hvilket da betyder, at de vurderer Opvarmningstilstanden til at være midt imellem „ikke ubehageligt koldt“ og „ubehageligt koldt“. Ved Hjælp af denne Skala opnaas en skarp Afgrænsning af Behagelighedsomraadet, idet alle Angivelser mellem 3 og 5 betyder, at Fp. befinder sig inden for Behagelighedsomraadet, og Angivelsen 4 vil svare til optimal Behagelighed. En lignende, men dog ikke helt saa formaalstjenlig Behagelighedsskala er anvendt af Bedford (1936).

#### 4. Forsøgspersonerne.

Som Forsøgspersoner er anvendt 4 unge Mænd, 4 unge Kvinder samt 4 ældre Mænd. De unge Mænd og Kvinder var Studenter og Studiner, og de ældre Mænd var Beboere af „De gamles By“, der ved Elskværdighed fra Overlæge Geill's Side fik Tilladelse til at deltage i Forsøgene.

Forsøgspersonerne var under Forsøgene iført deres almindelige daglige Paaklædning; men det blev indskærpet dem, at de under hele Forsøgsperioden saavidt muligt bar samme eller tilsvarende Paaklædning. Dette blev ogsaa i det store og hele gennemført, med størst Vanskelighed dog for de unge Kvinders Vedkommende.

I nedenstaaende Oversigt er angivet Forsøgspersonernes Alder, Højde og Vægt (de to sidste mangler for de unge Mænds Vedkommende) samt Paaklædning. Stofangivelserne for de enkelte Beklædningsstykker er i Almindelighed Forsøgspersonernes egne og maa i nogle Tilfælde betragtes som noget usikre.

*Unge Mænd* (Fpr. fra 16/9—15/10 1942):

1. J. S. 28 Aar.

Paaklædning: Undertrøje (uden Ærmer, Bomuld), Underbenklæder (korte, Bomuld), Skjorte (Bomuld), svære Sportsstrømper (Uld), Plusfours og Jakke (Uld), Sko.

2. E. F. 23 Aar.

Paaklædning: Undertrøje (kortærmet, Bomuld), Underbenklæder (korte, Bomuld), Skjorte (Bomuld), Sokker (Uld), Vindjakke, lange Benklæder (Bomuld), Sko. (Enkelte Gange langærmet Undertrøje og lange Underbenklæder).



## 3. P. R. 21 Aar.

Paaklædning: Undertrøje (kortærmet, Bomuld), Underbenklæder (korte, Bomuld), Skjorte (Bomuld), Slipover (Uld), Sokker (Uld), Jakke og lange Benklæder („Tweed“, Uld?), Sko (21/9 desuden et Par uldne Ankelsokker).

## 4. K. L. 29 Aar.

Paaklædning: Undertrøje (lange Ærmer, Bomuld), Underbenklæder (lange, tynde, „Lærred“), ulden Vest uden Ærmer, Strømper (Uld), Jakke, Vest og lange Benklæder („Kamgarn“), Sko.

*Unge Kvinder* (Fpr. fra 21/10—17/11 1942):

## 1. I. D. 21 Aar, 168 cm, 56 kg.

Paaklædning: Undertrøje og to Par Benklæder (Bomuld), Hofteholder, Undertrøje (Kunstsilke), Strømper (ret svær Kunstsilke), Nederdel og Bluse med lange Ærmer (Uld), ret svære Sko.

Menstruation begynder 7/11.

## 2. G. L. 18 Aar, 160 cm, 60 kg.

Paaklædning: Undertrøje (Bomuld), Busteholder og Hofteholder (Bomuld?), Benklæder (Bomuld), Underkjole (Kunstsilke), Strømper (Kunstsilke), Nederdel (Uld), Kortærmet Jumper (strikket, Uld), Sko.

Menstruation begynder 29/10.

## 3. V. L. 25 Aar, 160 cm, 56 kg.

Paaklædning: Undertrøje og 1 Par Benklæder (Bomuld), Busteholder, Hofteholder, Underkjole (Kunstsilke), Sweater med lange Ærmer (Uld), Nederdel (ret svær, Uld?), Strømper (Kunstsilke), ret svære Sko.

Menstruation begynder 6/11.

## 4. K. M. 22 Aar, 160 cm, 54 kg.

Paaklædning: Undertrøje og 1 Par Underbenklæder (Bomuld), „Roll on“ (Bomuld + Elastik), Busteholder („Satin“), Underkjole og 1 Par Benklæder (Kunstsilke), Strømper (Kunstsilke), Nederdel (Uld), Jumper (strikket; Uld; kortærmet), Sko.

Menstruation begynder — Tidspkt. ikke angivet.

*Ældre Mænd* (Fpr. fra 23/11—18/12 1942):

1. V. J. 62 Aar, 165 cm, 89 kg.  
Paaklædning: Undertrøje (lange Ærmer; Bomuld), Underbenklæder (lange; Bomuld), Strømper (Uld), Halstørklæde (Uld), Jakke, Vest og Benklæder (Bomuld?).
2. P. S. 69 Aar, 163 cm, 84 kg.  
Paaklædning: Undertrøje med korte Ærmer (Uld?), Underbenklæder (lange, Uld?), Skjorte (Bomuld) med løs Krave (Bomuld), Jakke, Vest og Benklæder (Alm. Bomuld?), Strømper, Snørestøvler.  
Angiver selv, at han altid befinder sig bedst i Varme.
3. H. O. 67 Aar, 167 cm, 90 kg.  
Paaklædning: Undertrøje (lange Ærmer; Bomuld), Underbenklæder (lange; Bomuld), Strømper (Uld), Jakke, Vest og Benklæder (Uld).  
Angiver selv, at han altid befinder sig bedst i Kølighed.
4. A. O. 62 Aar, 168 cm, 69 kg.  
Paaklædning: Undertrøje og Underbenklæder (Bomuld), „Vest“ (Uld), Skjorte („Lærred“), Muffediser (Uld), Strømper (Uld), Jakke, Vest og Benklæder (alm. Bomuld?).

### 5. Forsøgenes Udførelse.

Forsøgene blev udført med 2 Fpr. i Forsøgsrummet ad Gangen. De enkelte Forsøgsperioder varede 3 Timer og 40 Minutter, og der blev udført Forsøg saavel Formiddag som Eftermiddag. Forsøgspersonernes Placering i Forsøgsrummet fremgaar af Fig. 1 a. Fpr. skiftede Plads ved hvert Forsøg, saaledes at en eventuel „skæv Belastning“ vilde paavirke dem ens. Ligeledes skiftedes der regelmæssigt mellem Formiddags- og Eftermiddagsforsøg. Før Forsøgenes Paabegyndelse tilbragte Fpr. ca.  $\frac{1}{2}$  Time i et behageligt opvarmet Forlokale, saaledes at deres Tilstand i varmemæssig Henseende saavidt muligt kunde være ens hver Gang ved Forsøgets Start. Denne Forperiode anvendtes desuden til Anbringelse af Mikroklimatograferne, der i Forvejen var gjort rede til Brug. Ved Anbringelsen drog man Omsorg for, at Huden blottedes saa lidt og saa kortvarigt som muligt for derved at undgaa



unødvendig Afkøling. Ved Forsøgets Begyndelse og Slutning maalte Fpr. selv deres Legemstemperatur. Under Forsøget maalte de Temperaturen i Mundhulen hver halve Time, og samtidig noterede de deres Behagelighedsfølelse efter den tidligere omtalte Skala. Væg- og Lufttemperaturen i Forsøgsrummet blev maalt 3 Gange og Varmeafgiften fra J. H. hver halve Time under Forsøget, endvidere maalt Lufttemperatur og Luftfugtighed ved Hjælp af en Mikroklimatograf, der var ophængt i Midten af Forsøgsrummet. Det var tilladt Fpr. at læse, skrive og tale sammen; men det blev nøje indskærpet dem, at de ikke maatte tale om deres Temperaturfølelser eller om Rummets Opvarmnings-tilstand. Endvidere var det forbudt at forlade Pladsen under Forsøget. De ældre Mænd medførte deres Uringlas til Forsøgene.

## FORSØGSRESULTATER

I det følgende vil der først blive meddelt Eksempler paa Enkeltforsøg, der skal tjene til at vise, hvorledes de undersøgte Størrelser under de forskellige Forsøgsbetingelser varierer i Løbet af Forsøgsperioden. Derefter vil der blive givet en Oversigt over de væsentligste af de opnaaede Resultater.

### ENKELTFORSØG

Fig. 4, 5 og 6 viser Eksempler paa Enkeltforsøg udført paa de unge mandlige Fpr. J. S og P. R. Forsøgsresultaterne er her afsat i Relation til Forsøgstiden. Tallene langs Abscisseaksen angiver Klokkeslettet. Fig. 4 fremstiller et Forsøg udført i kolde Omgivelser. Varmeafgiften for J. H. har været 106 Cal./Time, Middellufttemperaturen  $12.7^{\circ}$  og Middelvægttemperaturen  $11.4^{\circ}$ . Den nederste Kurve viser Fpr.'s Behagelighedsfølelser. Man ser, at den ene Fp. P. R. ved Forsøgets Begyndelse har fundet Opvarmnings-tilstanden „ubehageligt kold“ (udtrykt ved Tallet 6), mens den anden Fp. J. S. har vurderet Tilstanden til at være midt imellem „ubehageligt kold“ og „ikke ubehageligt kold“ (udtrykt ved Tallet 5.5). I Løbet af Forsøgsperioden falder Kurven jævnt mod Værdien 7, „meget ubehageligt koldt“, som naas en Times Tid før Forsøgets Afslutning. Dersom den anvendte Skala havde været

mere omfattende, var Kurven maaske faldet yderligere. De øvrige Kurver paa Figuren fremstiller Temperaturer (Hud-, Mund- og Rectaltemperaturer) hos Fp. De højeste Temperaturer, Rectaltemperaturerne, er kun angivet ved Punkter ved Begyndelsen og Slutningen af Forsøget. I dette Forsøg er Rectaltemperaturerne faldende i Løbet af Forsøget, henholdsvis  $0.3^{\circ}$  og  $0.7^{\circ}$  hos P.R. og J.S. De næsthøjeste Temperaturer, Mundhuletemperaturerne, er ligeledes faldende, hos P.R. fra  $36.4^{\circ}$  til  $35.3^{\circ}$  og hos J.S. fra  $36.9^{\circ}$  til  $35.7^{\circ}$ . De øvrige Kurver paa Figuren, der alle fremstiller Hudtemperaturer, viser, at Temperaturerne paa Bryst, Pande og Underarm i det væsentlige holder sig uforandret under Forsøget. Armtemperaturen hos J.S. viser dog et ringe Fald. Derimod falder Ankeltemperaturen hos begge Fpr. meget betydeligt ( $5-6^{\circ}$ ) i Løbet af Forsøgsperioden, og Taatemperaturen hos P.R. falder endog  $12-13^{\circ}$ , medens den hos J.S. fra en Begyndelsesværdi paa  $16^{\circ}$  falder til den ekstremt lave Værdi paa  $13.6^{\circ}$  ved Forsøgets Slutning.

Fig. 5 viser et Forsøg udført i middelvarme Omgivelser. Fp. J.S. angiver her Temperaturfølelsen som indifferent (4), medens Fp. P.R. i en Del af Forsøgsperioden finder det lidt køligere ( $4\frac{1}{2}$ ). De maalte Hudtemperaturer viser ingen Fald i Løbet af Forsøgsperioden, men er ogsaa her lavere hos Fp. J.S. end hos Fp. P.R. Mund- og Rectaltemperaturer er ikke maalt i dette Forsøg, som er et af de første, der blev anstillet.

Forsøget i Fig. 6 er foretaget i varme Omgivelser. (Varmeafgivelse fra J.H. 24 Cal./Time, Vægttemperatur  $26.4^{\circ}$  og Lufttemperatur  $29.2^{\circ}$ ). Fp. J.S. finder det her „ubehageligt varmt“ (2), medens Fp. P.R. vurderer Tilstanden til midt imellem „ubehageligt varmt“ og „ikke ubehageligt varmt“ ( $2\frac{1}{2}$ ); for begge Fpr.'s Vedkommende holder Temperaturfølelsen sig uforandret gennem næsten hele Forsøgsperioden. Hudtemperaturerne er i Begyndelsen af Forsøget stigende, navnlig Fodtemperaturerne hos Fp. J.S. Derefter holder de sig alle inden for det snævre Omraade fra  $34-36^{\circ}$ . Mund- og Rectaltemperaturerne holder sig i det væsentlige uforandret. Rectaltemperaturerne hos J.S. viser dog et mindre Fald ( $0.4^{\circ}$ ) under Forsøget.

Fig. 7, 8 og 9 viser Eksempler paa Enkeltforsøg med unge kvindelige Fpr. udført i henholdsvis kolde, middelvarme og varme Omgivelser. I Kulde- og Varmeforsøgene er Opvarmningstilstanden dog mindre ekstrem end i de før omtalte Forsøg med unge Mænd. Til Trods herfor viser Kurverne over Temperaturfølelserne



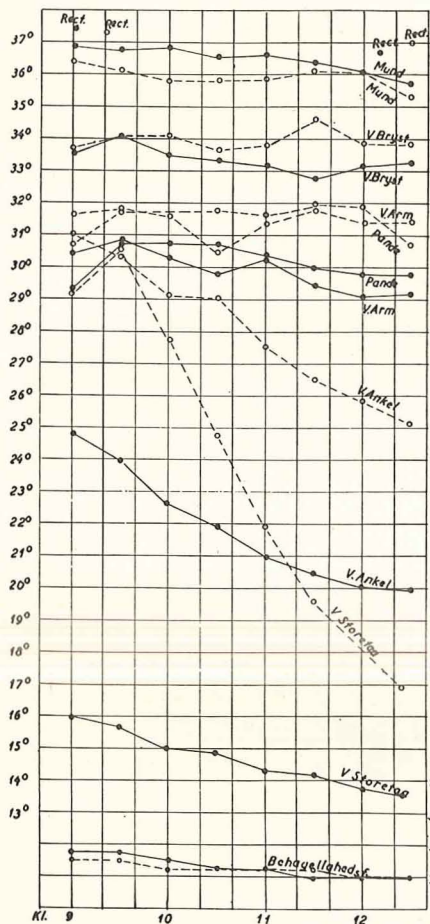


Fig. 4.

Enkeltforsøg med unge mandlige Fpr.  
(Single experiment with young men)

J. S. ●—●

P. R. ○—○

Varmeafgift fra J. H.: 106 Cal/Time.  
(Heat loss from artificial man: 106 Cal/hr.) Middelvægttemperatur 10.9°. (Mean wall temperature 10.9° C.)  
Middellufttemperatur 12.2°. (Mean air temperature 12.2° C.)

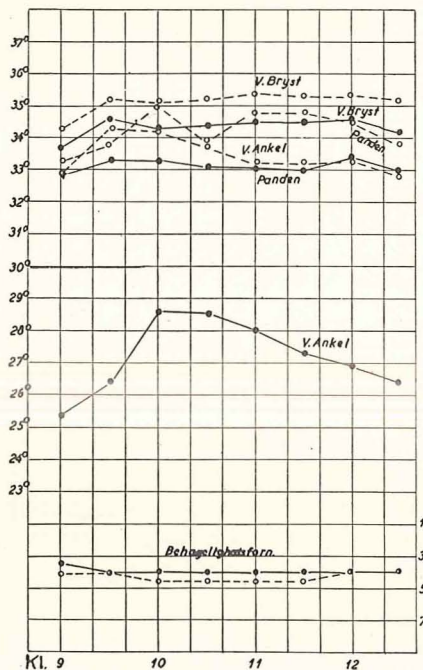


Fig. 5.

Enkeltforsøg med unge mandlige Fpr.  
(Single experiment with young men)

J. S. ●—●

P. R. ○—○

Varmeafgift fra J. H.: 61.3 Cal/Time.  
(Heat loss from artificial man: 61.3 Cal/hr.) Middelvægttemperatur 19.4°. (Mean wall temperature 19.4° C.)  
Middellufttemperatur 21.5°. (Mean air temperature 21.5° C.)

dø g ganske tilsvarende Forhold som hos disse. Det skal fremhæves, at Kurverne i Kuldeforsøget (Fig. 7) ogsaa her er jævnt faldende mod Værdien 7 („meget ubehageligt koldt“), som for Fp. J. D.'s Vedkommende naas allerede efter 2 Timers Forløb. I Kulde-

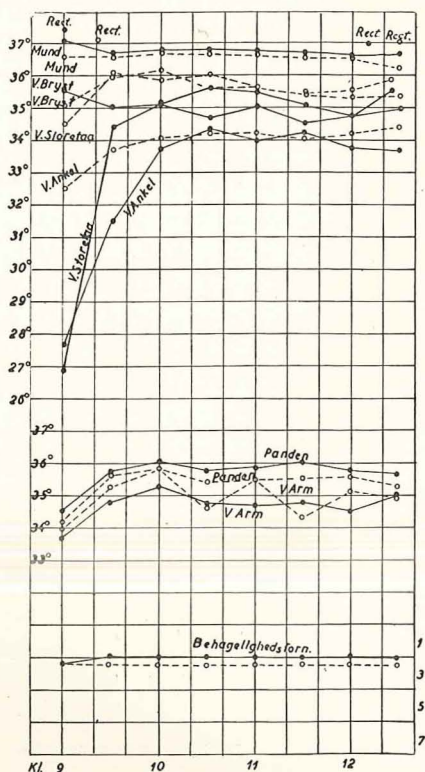


Fig. 6.

Enkeltforsøg med unge mandlige Fpr.  
(Single experiment with young men)

J. S. ●—●

P. R. ○—○

Varmeafgift fra J. H. 24.0 Cal/Time.  
(Heat loss from artificial man 24.0  
Cal/hr.) Middelvægtemperatur 26.4°.  
(Mean wall temperature 26.4° C.)  
Middellufttemperatur 29.2°. (Mean  
air temperature 29.2° C.)

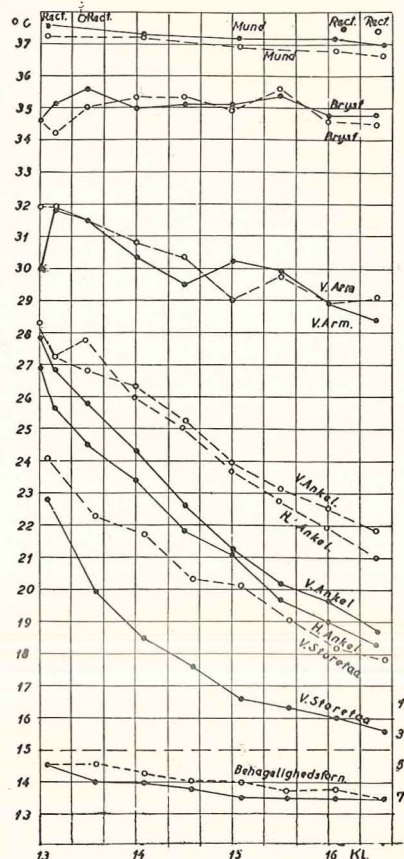


Fig. 7.

Enkeltforsøg med unge kvindelige Fpr.  
(Single experiment with young women)

J. D. ●—●

V. L. ○—○

Varmeafgift fra J. H. 86.5 Cal/Time.  
(Heat loss from artificial man 86.5  
Cal/hr.) Middelvægtemperatur 14.6°.  
(Mean wall temperature 14.6° C.)  
Middellufttemperatur 16.2°. (Mean  
air temperature 16.2° C.)

forsøget er især det stærke Fald i Fodtemperaturerne iøjnefaldende. Ogsaa Armtemperaturerne falder i dette Forsøg væsentlig stærkere end hos de unge Mænd. Derimod holder Brysttemperaturerne sig ogsaa her næsten uforandrede under Forsøget. Endnu ved Middelopvarmningstilstanden (Fig. 8) ser man et tydeligt Fald i Fodtemperaturerne. I Varmeforsøget (Fig. 9) ses en langt



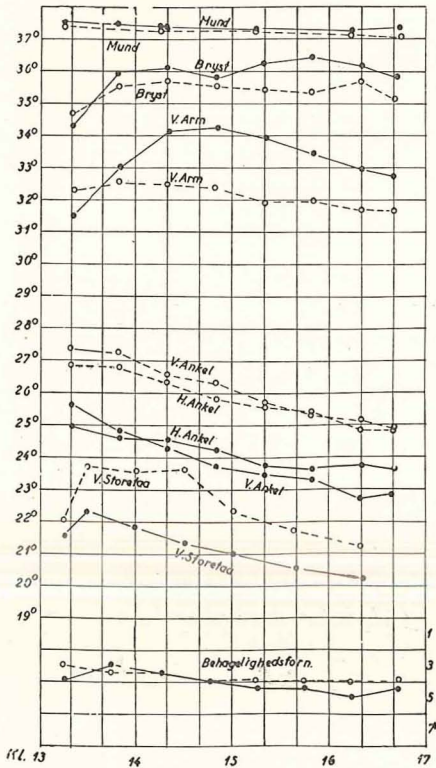


Fig. 8.

Enkeltforsøg med unge kvindelige Fpr.  
(Single experiment with young women)

J. D. ●——●  
V. L. ○-----○

Varmeafgift fra J. H. 58.9 Cal/Time.  
(Heat loss from artificial man 58.9 Cal/hr.) Middelvægtemperatur 19.8°. (Mean wall temperature 19.8° C.)  
Middellufttemperatur 22.0°. (Mean air temperature 22.0° C.)

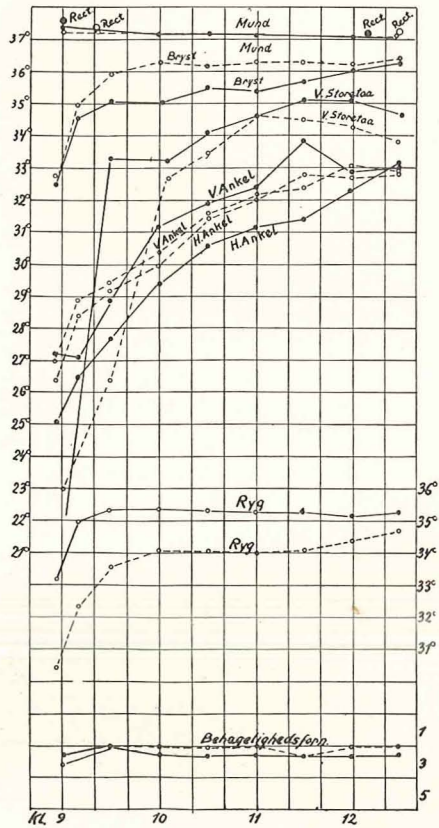


Fig. 9.

Enkeltforsøg med unge kvindelige Fpr.  
(Single experiment with young women)

J. D. ●——●  
V. L. ○-----○

Varmeafgift fra J. H. 31.4 Cal/Time.  
(Heat loss from artificial man 31.4 Cal/hr.) Middelvægtemperatur 25.0°. (Mean wall temperature 25.0° C.)  
Middellufttemperatur 27.7°. (Mean air temperature 27.7° C.)

mere udtalt Stigning i Hudtemperaturerne, end Tilfældet var hos de mandlige Fpr. Selv Bryst- og Rygtemperaturerne viser her ved Forsøgets Begyndelse betydelige Stigninger. Man ser endvidere, at der i Varmeforsøget hos Kvinderne ikke opnaas nær saa ensartede Hudtemperaturer som i det tilsvarende Forsøg med unge Mænd.

## OVERSIGT OVER FORSØGSRESULTATER

Af Enkeltforsøg som de ovenfor omtalte er der ialt udført 22 paa unge Mænd, 20 paa unge Kvinder samt 20 paa ældre Mænd. I det følgende vil der blive givet en Oversigt over de væsentligste af de ved disse Forsøg opnaaede Resultater.

### I. BEHAGELIGHEDSBESTEMMELSER

#### 1. Bestemmelser fra Slutningen af Forsøgsperioden.

Fig. 10, 11 og 12 viser Relationen mellem Opvarmningstilstanden og Behagelighedsfølelserne fra den sidste Del af Forsøgsperioden hos henholdsvis unge mandlige Fpr., unge kvindelige Fpr. samt ældre mandlige Fpr. De enkelte Punkter i Figurerne repræsenterer Gennemsnitsværdierne af Fpr.'s 4 sidste Behagelighedsangivelser under de enkelte Forsøgsperioder og er afsat med Varmeafgift fra J. H. som Abscisse og Behagelighedsskalaen som Ordinat. Som det fremgaar af Figurerne, er det med den anvendte Fremgangsmaade lykkedes at gøre Behagelighedsfølelserne til Genstand for en endog ret sikker Maaling. Hos alle Fpr. kan Relationen mellem Opvarmningstilstanden og de subjektive Behagelighedsfølelser udtrykkes ved en for den paagældende Fp. karakteristisk Kurve. Til Trods for at Forsøgene med den enkelte Fp. har udstrakt sig over næsten en Maaned, er Spredningen paa Bestemmelserne gennemgaaende ret ringe. En ret betydelig Spredning paa Resultaterne ses dog hos Fp. P. R. For Fuldstændigheds Skyld skal det bemærkes, at Fpr. ikke paa nogen som helst Maade har haft Hjælp ved deres subjektive Vurdering af Opvarmningstilstanden. Alle Termometre med synlig Skala var saaledes fjernet fra Forsøgsrummet, og Kulde- og Varmeforsøg vekslede stadig paa uregelmæssig Maade.

Formiddags- og Eftermiddagsforsøgene er paa Figurerne fremstillet med forskellig Signatur. Man ser, at Behagelighedsfølelserne ved samme Opvarmningstilstand (og paa samme Tidspunkt i Forsøgsperioden) er den samme Formiddag og Eftermiddag.

Hos en Del af Fpr., saaledes hos J. S., P. R., V. L. og K. M., synes der inden for det undersøgte Omraade at være en i det væsent-



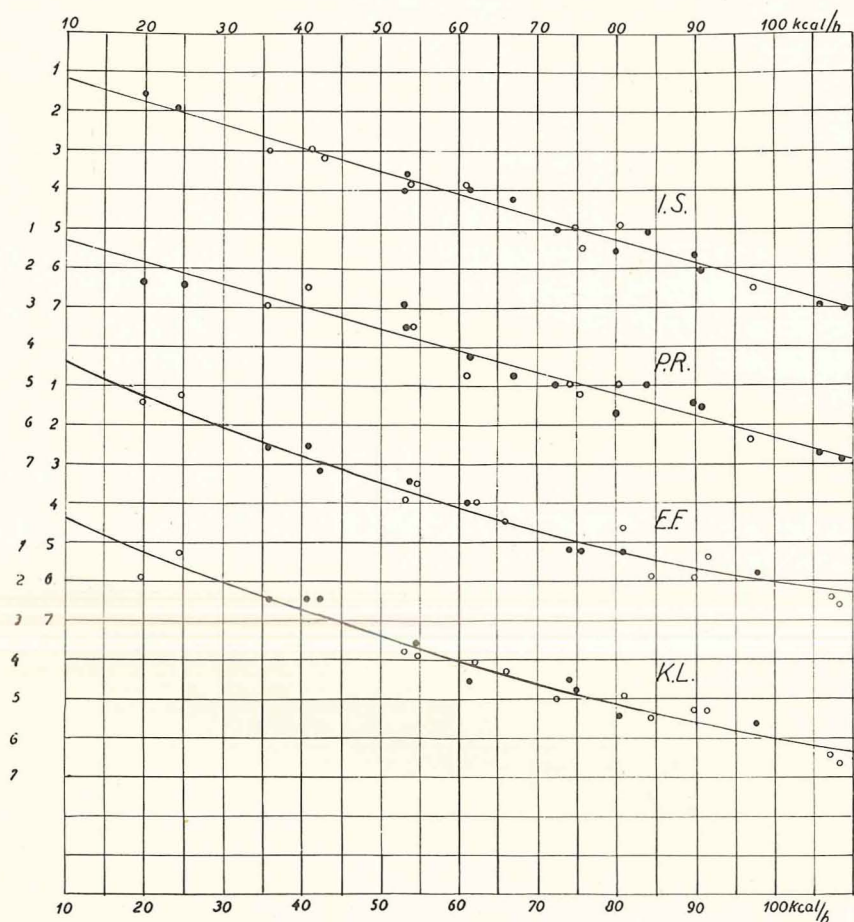


Fig. 10. Behaglighedsfølelser hos unge mandlige Fpr. i sidste Del af Forsøgsperioden. (Sensations of comfort in young men from the last part of the experimental period).

● Morgenforsøg (Morning experiments).

○ Eftermiddagsforsøg (Afternoon experiments).

Abscisse: Varmeafgift fra J. H. (Heat loss from artificial man).

Ordinat: Behaglighedsskalaen. (Comfort scale).

lige retlinet Relation mellem Opvarmningstilstanden og Behaglighedsfølelsen. Hos andre er Kurverne tydeligt krumme, men man ser, at Krumningen hos de mandlige og kvindelige Fpr. er modsatrettet som Tegn paa forskellig Tolerans over for de mere ekstreme Værdier af Opvarmningstilstanden. Hos den kvindelige Fp. J.D. ligger Bestemmelserne fra 3/11—13/11, der svarer til Perioden omkring Menstruationens Indtræden, ved kølige Omgivel-



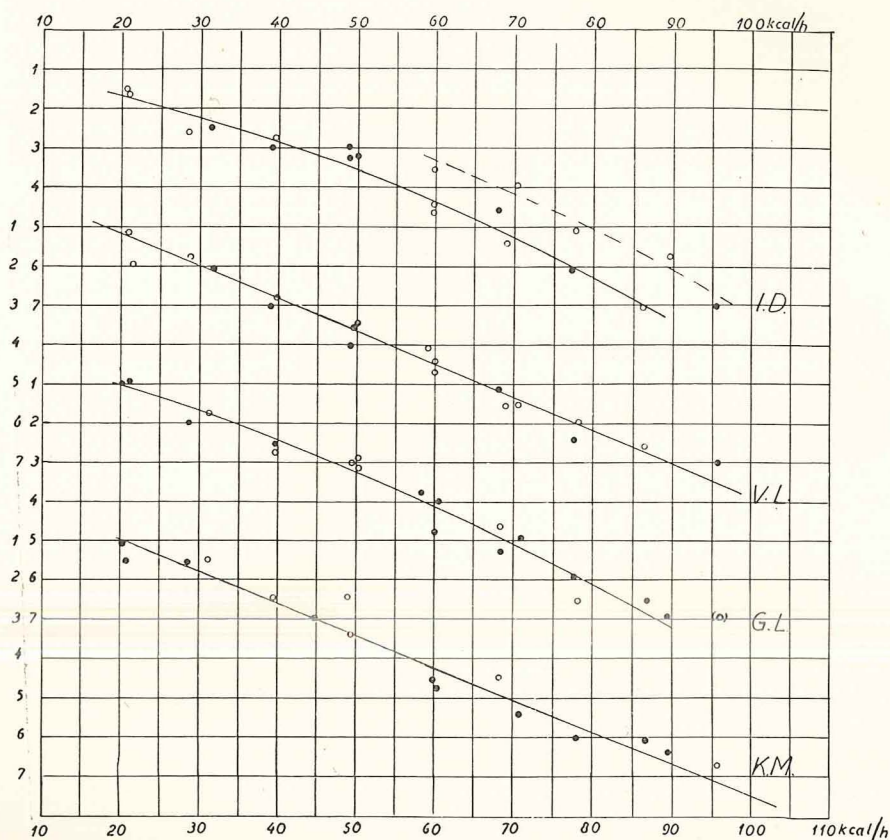


Fig. 11. Behagelighedsfølelser hos unge kvindelige Fpr. i sidste Del af Forsøgsperioden. (Sensations of comfort in young women from the last part of the experimental period).

- Morgenforsøg (Morning experiments).
- Eftermiddagsforsøg (Afternoon experiments).

Abscisse: Varmeafgift fra J. H. (Heat loss from artificial man).

Ordinat: Behagelighedsskalaen. (Comfort scale).

Stiplede Kurve, Fp. J. D., svarer til Bestemmelserne i Perioden omkring Menstruationens Indtræden. (Dotted curve, subject J. D. is corresponding to the period at the beginning of the menstruation).

ser væsentligt højere end de øvrige Bestemmelser, hvilket betyder, at J. D. i denne Periode finder Forsøgsrummet mindre køligt end ellers. Svarende hertil er hendes Hudtemperatur (i Fig. 28 de Bestemmelser, der er anbragt i Parentes) samtidig højere, end hvad de ellers er normalt for denne Fp. Hos de øvrige kvindelige Fpr. har Menstruationens Indtræden ikke bevirket maalelige Ændringer i de her undersøgte Funktioner.

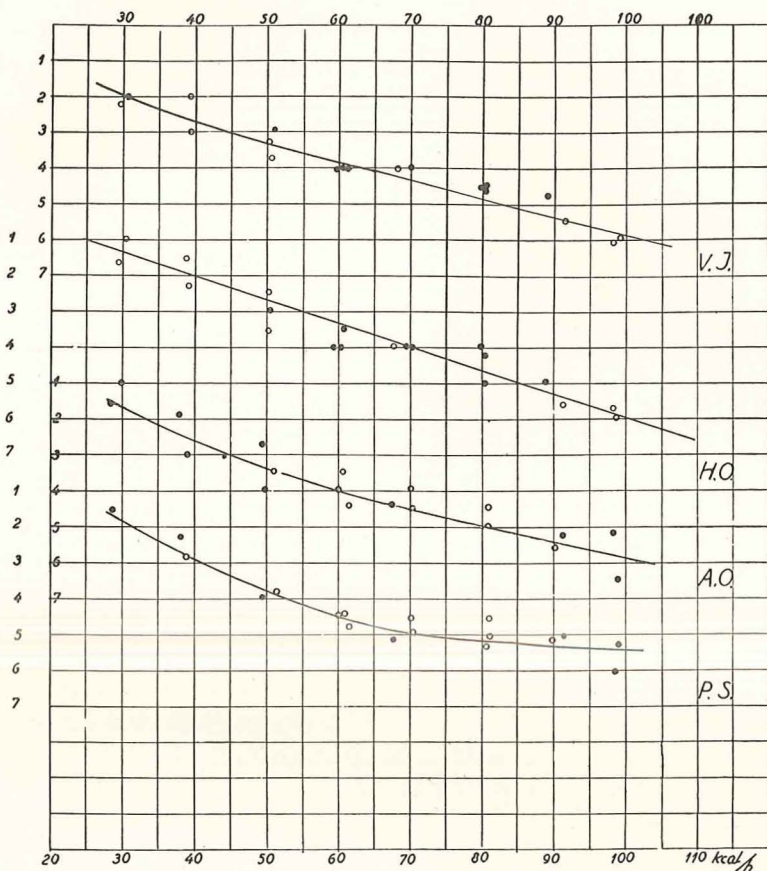


Fig. 12. Behagelighedsfølelser hos ældre Mænd i sidste Del af Forsøgsperioden. (Sensations of comfort in old men from the last part of the experimental period).

● Morgenforsøg (Morning experiments).

○ Eftermiddagsforsøg (Afternoon experiments).

Abscisse: Varmeafgift fra J. H. (Heat loss from artificial man).

Ordinat: Behagelighedsskalaen. (Comfort scale).

Ved Hjælp af Kurverne i Fig. 10—12 kan for hver enkelt Fp. opnaas en sikker Bestemmelse af Behagelighedsområdet ved de givne Forsøgsbetingelser. Den øvre og nedre Grænse for Området bestemmes ved Hjælp af Skæringspunktet mellem Behagelighedskurven og henholdsvis 3-Linien („ikke ubehageligt varmt“) og 5-Linien („ikke ubehageligt koldt“), medens Skæringspunktet mellem 4-Linien („indifferent“) og Kurven vil svare til den i Henseende til de subjektive Behagelighedsfølelser optimale Opvarmningstilstand.



I Tabel 2 er der for alle 3 Grupper af Fpr. fremstillet en Oversigt over de paa denne Maade opnaaede Bestemmelser af Opvarmningstilstanden i Behagelighedsomraadet, foretaget ved Hjælp af Kurverne i Fig 10—12. Foruden Bestemmelserne for selve Behagelighedsomraadet er der medtaget de tilsvarende Bestemmelser af Opvarmningstilstanden for Angivelserne „ubehageligt koldt“ (6) og „ubehageligt varmt“ (2) for derved at opnaa en mere fuldstændig Sammenligning mellem de enkelte Forsøgspersoners Reaktionen. Opvarmningstilstanden er foruden ved Varmefgiften fra J.H., der direkte er aflæst ved Hjælp af Kurverne i Fig. 10—12, desuden angivet ved Hjælp af de dertil svarende Værdier for Rumtemperaturen ( $T_R$ ) og Lufttemperaturen ( $T_L$ ). (Sml. Fig. 2).

Tabel 2 viser, at der hos de enkelte Forsøgspersoner inden for Grupperne unge Mænd og unge Kvinder er en overordentlig stor Ensartethed i den subjektive Opfattelse af Opvarmningstilstanden; dette gælder især for Behagelighedsomraadet. Med Hensyn til Indifferenspunktet, der svarer til den for de foreliggende Forsøgbetingelser optimale Opvarmningstilstand, er der ligeledes kun ringe Forskel (gennemsnitlig  $0.4^\circ$ ) paa de to Grupper indbyrdes. Dette gælder ogsaa for den øvre Grænse af Behagelighedsomraadet, hvor Forskellen i Opvarmningstilstanden for de to Grupper kun er paa  $0.3^\circ$ . Selv ved Angivelsen „ubehageligt varmt“ er Forskellen kun  $0.8^\circ$ . Derimod er der ved den nedre Grænse for Behagelighedsomraadet en ret betydelig Forskel ( $1.7^\circ$ ) for de to Grupper. Væsentligst som Følge heraf bliver Behagelighedsomraadets Bredde hos de unge Kvinder ( $\Delta T_R = 4.8^\circ$ ,  $\Delta T_L = 5.0^\circ$ ) betydeligt snævrere end hos de unge Mænd ( $\Delta T_R = 6.7^\circ$ ,  $\Delta T_L = 7.0^\circ$ ). Uden for Behagelighedsomraadet ses de unge Kvinders ringe Tolerans over for Kulde endnu tydeligere, idet Angivelsen „ubehageligt koldt“ allerede naas ved en Rumtemperatur paa  $16.9^\circ$ , medens den hos de unge Mænd først naas ved en Rumtemperatur paa  $13.5^\circ$ .

De ældre Mænd viser i Modsætning til de unge Fpr. betydelige individuelle Variationer. Fp. H. O. meddelte før Forsøgenes Begyndelse, at han altid havde yndet Kølighed, men befandt sig daarligt i varme Omgivelser. Svarende hertil ligger Indifferenspunktet saavel som Angivelserne „ikke ubehageligt varmt“ og „ubehageligt varmt“ ved lavere Temperaturer end hos nogen af de andre her undersøgte Fpr. Fp. P. S. meddelte derimod før Forsøgene, at han altid havde yndet varme Omgivelser, men befandt



Tabel 2 (Table 2).

Bestemmelser af Behagelighedsomraadet fra sidste Trediedel af Forsøgsperioden.  
(Determinations of comfort zone from last third of experimental period).

	6 ubehageligt koldt (uncomfortably cold)			5 ikke ubehageligt koldt (not uncomfortably cold)			4 indifferent (indifferent)			3 ikke ubehageligt varmt (not uncomfortably warm)			2 ubehageligt varmt (uncomfortably warm)		
	Cal.	T <sub>R</sub>	T <sub>L</sub>	Cal.	T <sub>R</sub>	T <sub>L</sub>	Cal.	T <sub>R</sub>	T <sub>L</sub>	Cal.	T <sub>R</sub>	T <sub>L</sub>	Cal.	T <sub>R</sub>	T <sub>L</sub>
Unge Mænd (young men)															
J. S. ....	93	14.1	14.9	75.5	17.6	18.5	58	21.1	22.2	41	24.5	25.7	23.5	27.9	29.3
E. F. ....	98	13.2	13.9	75.5	17.6	18.5	58.5	21.0	22.1	42.5	24.1	25.4	29.5	26.7	28.1
P. R. ....	94.5	13.8	14.6	76	17.5	18.4	58	21.1	22.2	40	24.7	25.9	22.5	28.1	29.5
K. L. ....	99.5	12.8	13.5	77.5	17.2	18.1	60	20.7	21.8	45	23.4	24.7	30	26.6	28.0
	96.3	13.5	14.2	76.1	17.5	18.4	58.6	21.0	22.1	42.1	24.2	25.4	26.4	27.3	28.7
Unge Kvinder (young women)															
J. D. ....	77.5	17.2	18.1	67.5	19.2	20.2	56	21.5	22.6	42	24.2	25.5	25.5	27.5	28.9
G. L. ....	79	16.9	17.8	69.5	18.8	19.8	59	20.9	22.0	47	23.3	24.4	34	25.8	27.1
V. L. ....	77.5	17.2	18.1	66.0	19.5	20.5	54	21.9	23.0	42	24.2	25.5	30	26.6	28.0
K. M. ....	82	16.3	17.2	69.5	18.8	19.8	57.5	21.2	22.3	45	23.7	24.9	32.5	26.1	27.5
	79.0	16.9	17.8	68.1	19.1	20.1	56.6	21.4	22.5	44	23.9	25.1	30.5	26.5	27.9
Ældre Mænd (old men)															
V. J. ....	102.5	12.2	12.9	83	16.1	17.0	63	20.1	21.1	44	23.9	25.1	30	26.7	28.0
P. S. ....				73	18.1	19.0	52.5	22.2	23.3	41.5	24.3	25.6	32	26.2	27.6
H. O. ....	100	12.7	13.4	85	15.7	16.5	69.5	18.8	19.8	55	21.7	22.8	40	24.7	25.9
A. O. ....	102.5	12.2	12.9	81	16.5	17.4	60	20.7	21.8	45	23.7	24.9	33.5	26.0	27.3
	101.7	12.4	13.1	80.5	16.6	17.5	61.3	20.5	21.5	46.4	23.4	24.6	33.9	25.9	27.2

sig daarligt i kolde Omgivelser. I Overensstemmelse hermed ligger hans Indifferenspunkt ved en højere Rumtemperatur end hos nogen af de andre Fpr.; men hans ejendommelige Behageligheds-kurve (Fig. 12) med det i kolde Omgivelser næsten horizontale Forløb er iøvrigt ret uforklarlig\*). Som Helhed ligger Behagelighedsangivelserne for de ældre Mænd ved lidt lavere Temperaturer, end hvad der er Tilfældet for de unge Mænd. Behagelighedsomraadet er omtrent af samme Bredde ( $\Delta T_R = 6.8^\circ$ ,  $\Delta T_L = 7.1^\circ$ ) som hos de unge Mænd.

## 2. Bestemmelser fra Begyndelsen af Forsøgsperioden.

Fig. 13, 14 og 15 viser Behagelighedsfønelserne fra Begyndelsen af Forsøgsperioden afsat i Relation til Forsøgsrummets Opvarmningstilstand. De enkelte Punkter repræsenterer her Gennemsnitsværdierne af Behagelighedsangivelserne fra første Time af Forsøgsperioden. Spredningen paa Bestemmelserne er gennemgaaende lidt større end paa de tilsvarende Bestemmelser fra Slutningen af Forsøgsperioden (Fig. 10, 11 og 12). Dette skyldes antagelig, at Forsøgspersonernes forudgaaende Tilstand i højere Grad gør sig gældende ved Begyndelsen end ved Slutningen af Forsøgsperioden; men selv for Begyndelsen af Forsøgsperioden kan Behagelighedsfønelsernes Relation til Opvarmningstilstanden dog, saaledes som Fig. 13—15 viser, udtrykkes ved Kurver, som er karakteristiske for den paagældende Fp. Ogsaa her synes Kurverne for Fpr. J. S., P. R. og K. M. at være rette Linier, medens de hos de øvrige Fpr. er krumme, og ligesom i Fig. 10—12 er Krumningen hos de to Køn modsatrettet. Hos den kvindelige Fp., J. D., der ved Slutningen af Forsøgsperioden i Tilslutning til Menstruationens Indtræden fandt Forsøgsrummet væsentligt mindre køligt end ellers (sml. Fig. 11), findes ved Forsøgsperiodens Begyndelse (Fig. 14) ingen sikker Virkning paa de tilsvarende Bestemmelser.

Tabel 3 viser en Oversigt over Opvarmningstilstanden i Behagelighedsomraadet ved Begyndelsen af Forsøgsperioden, fremstillet ved Hjælp af Kurverne i Fig. 13, 14 og 15 paa tilsvarende Maade som tidligere omtalt for Tabel 2. Foruden Bestemmelserne

\*) Der foreligger dog den Mulighed, at hans Kuldesans er daarligt udviklet eller afsvækket, saaledes at for kolde Omgivelser ikke afslører sig ved en dertil svarende Temperaturfønelser, men ved almindelig Utilpashed.



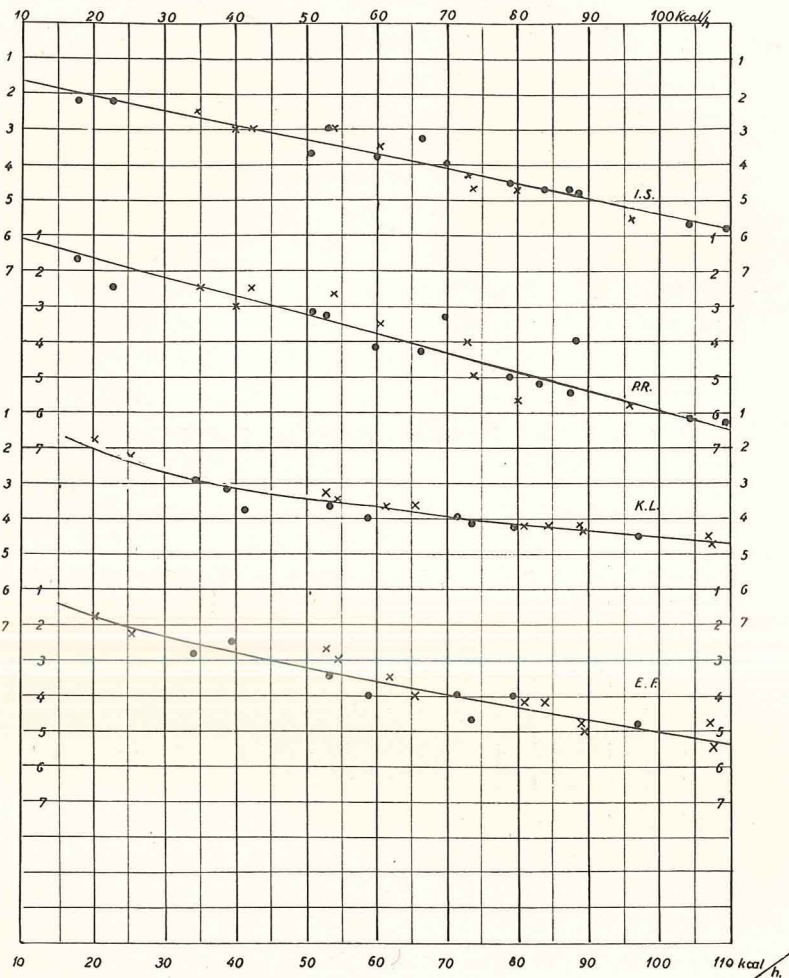


Fig. 13. Behagelighedsfornemmelser hos unge mandlige Fpr. i første Del af Forsøgsperioden. (Sensations of comfort in young men from the first part of the experimental period).

● Morgenforsøg (Morning experiments).

○ Eftermiddagsforsøg (Afternoon experiments).

Abscisse: Varmeførløst fra J. H. (Heat loss from artificial man).

Ordinat: Behagelighedsskalaen. (Comfort scale).

for Behagelighedsområdet er ligesom i Tabel 2 medtaget Bestemmelserne svarende til Angivelserne „ubehageligt koldt“ (6) og „ubehageligt varmt“ (2). Kun de unge Kvinder samt en enkelt af de unge Mænd (P.R.) har dog for Begyndelsen af Forsøgsperioden angivet Forsøgsrummet for „ubehageligt koldt“. Ved Sammenligning mellem Tabel 2 og Tabel 3 ser man, at de individu-



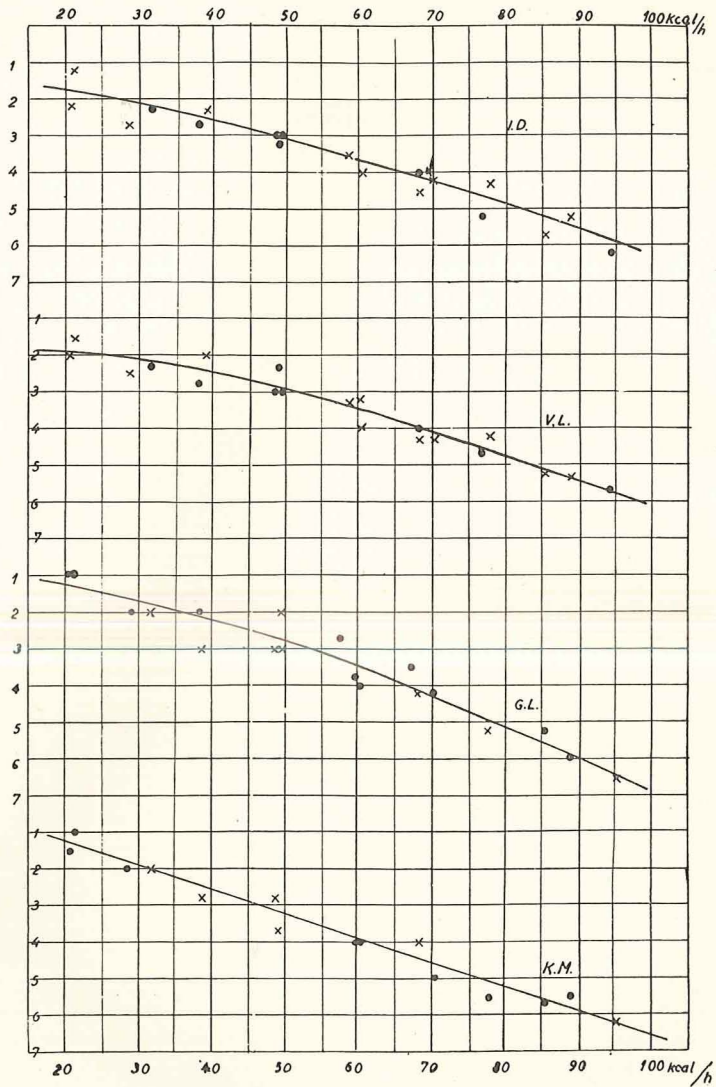


Fig. 14. Behagelighedsfølelser hos unge kvindelige Fp'r, i første Del af Forsøgsperioden. (Sensations of comfort in young women from the first part of the experimental period).

● Morgenforsøg (Morning experiments).

○ Eftermiddagsforsøg (Afternoon experiments).

Abscisse: Varmeafgift fra J. H. (Heat loss from artificial man).

Ordinat: Behagelighedsskalaen. (Comfort scale).

elle Variationer i Grupperne unge Mænd og unge Kvinder er væsentlig større ved Begyndelsen (Tabel 2) end ved Slutningen

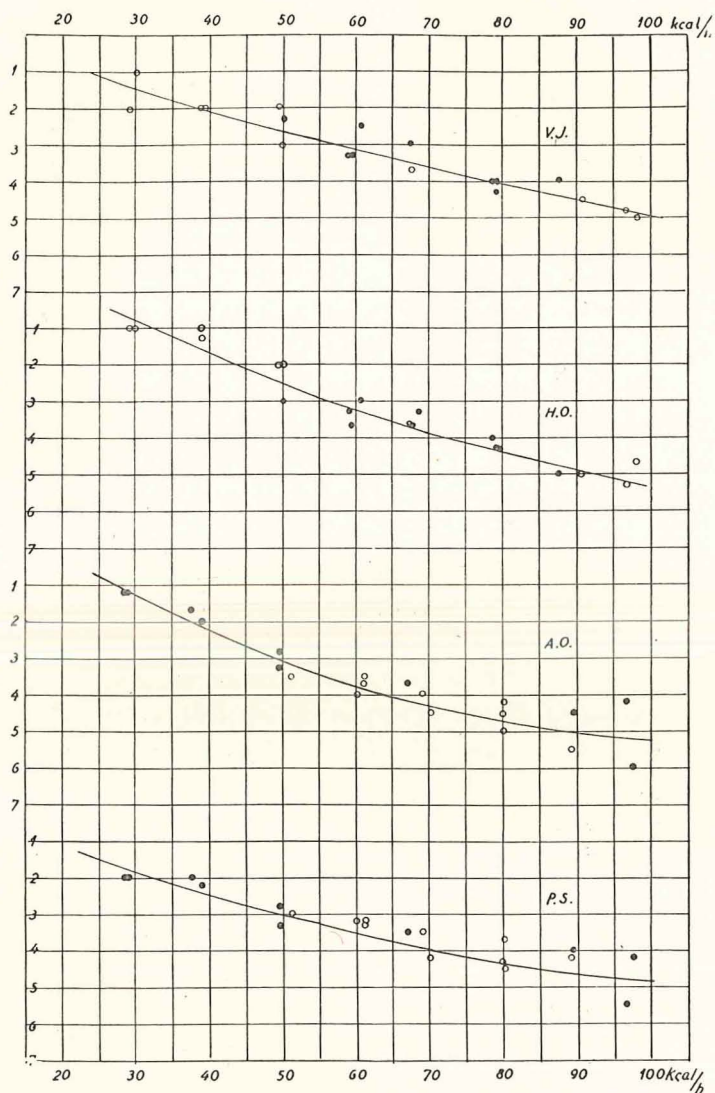


Fig. 15. Behagelighedsfølelser hos ældre mandlige Fpr. i første Del af Forsøgsperioden. (Sensations of comfort in old men from the first part of the experimental period).

● Morgenforsøg (Morning experiments).

○ Eftermiddagsforsøg (Afternoon experiments).

Abscisse: Varmeafgift fra J. H. (Heat loss from artificial man).

Ordinat: Behagelighedsskalaen. (Comfort scale).

(Tabel 3) af Forsøgsperioden. Dette beror muligvis paa, at Forsøgspersonernes Tilstand i varmemæssig Henseende paa dette



Tabel 3 (Table 3).

Bestemmelser af Behagelighedsomraadet fra 1. Time af Forsøgsperioden.  
(Determinations of comfort zone from 1. hour of experimental period).

	6 ubehageligt koldt (uncomfortably cold)			5 ikke ubehageligt koldt (not uncomfortably cold)			4 indifferent (indifferent)			3 ikke ubehageligt varmt (not uncomfortably warm)			2 ubehageligt varmt (uncomfortably warm)		
	Cal.	T <sub>R</sub>	T <sub>L</sub>	Cal.	T <sub>R</sub>	T <sub>L</sub>	Cal.	T <sub>R</sub>	T <sub>L</sub>	Cal.	T <sub>R</sub>	T <sub>L</sub>	Cal.	T <sub>R</sub>	T <sub>L</sub>
Unge Mænd (young men)															
J. S. ....				91	14.5	15.3	66.5	19.4	20.4	42.5	24.2	25.4	18	29.0	30.5
E. F. ....				99.5	12.8	13.5	70	18.7	19.7	45	23.7	24.9	23.5	27.9	29.3
P. R. ....	101	12.5	13.2	82	16.3	17.2	63.5	20.0	21.0	45	23.7	24.9	26	27.4	28.8
K. L. ....							71	18.5	19.5	37	25.2	26.5	20	28.6	30.1
				90.8	14.5	15.3	67.8	19.2	20.2	42.4	24.2	25.4	21.9	28.2	29.7
Unge Kvinder (young women)															
J. D. ....	96.5	13.5	14.2	81.5	16.4	17.3	65.5	19.6	20.6	48.5	23.0	24.1	26.5	27.3	28.7
G. L. ....	90	14.7	15.5	78	17.1	18.0	66	19.5	20.5	53	22.1	23.2	36	25.4	26.7
K. M. ....	91.5	14.4	15.2	76.5	17.4	18.3	62	20.3	21.3	47	23.3	24.4	31.5	26.3	27.7
V. L. ....	98.5	13.0	13.7	84	15.8	16.7	69	18.8	19.8	52	22.3	23.4	25	27.6	29.0
	94.2	13.9	14.7	80.0	16.7	17.6	65.7	19.6	20.6	50.1	22.7	23.8	29.8	26.7	28.0
Ældre Mænd (old men)															
V. J. ....				101	12.5	13.2	78	17.1	18.0	57	21.3	22.4	38.5	24.9	26.2
P. S. ....							71	18.5	19.5	49.5	22.8	23.9	32.5	26.1	27.5
H. O. ....				92	14.3	15.1	71.5	18.4	19.4	56	21.5	22.6	43.5	24.0	25.2
A. O. ....				89.5	14.8	15.6	64	19.9	20.9	49	22.9	24.0	37	25.2	26.5
				94.2	13.9	14.6	71.1	18.5	19.5	52.9	22.1	23.2	37.9	25.1	26.4

Tidspunkt er mindre stabil end senere i Forsøgsperioden. De individuelle Ejendommeligheder hos de ældre Fpr. H. O. og P. S., der tidligere er omtalt, kommer heller ikke frem ved Begyndelsen af Forsøgsperioden.

### 3. Sammenligning mellem Bestemmelser fra Begyndelsen og fra Slutningen af Forsøgsperioden.

I Tabel 4 er for de 3 Grupper af Fpr. foretaget en Sammenligning mellem Gennemsnitsværdierne af Opvarmningstilstanden (angivet ved  $T_R$  og  $T_L$ ) i Behagelighedsområdet ved Begyndelsen (Tabel 3) og ved Slutningen (Tabel 2) af Forsøgsperioden. Som det fremgaar af Tabel 4, ligger Optimum (Indifferenspunktet) hos alle 3 Grupper af Fpr. ca.  $2^\circ$  højere ved Slutningen end ved Begyndelsen af Forsøgsperioden. Ved den nedre Grænse af Behagelighedsområdet (= „ikke ubehageligt koldt“, 5) er der en endnu større Forskel,  $2.5-3^\circ$ . Derimod ligger den øvre Grænse (= „ikke ubehageligt varmt“, 3) hos de unge Mænd fast, og hos de unge Kvinder og de ældre Mænd er der kun en mindre Forskel. Som Følge af, at Behagelighedsområdets nedre Grænse rykker ned, medens den øvre Grænse ligger relativt fast, bliver Behagelighedsområdets Bredde — især hos de unge Mænd — væsentlig større ved Begyndelsen end ved Slutningen af Forsøgsperioden.

Tabel 5 viser, hvorledes Behagelighedsfølelserne ændres i Løbet af Forsøgsperioden ved forskellig Opvarmningstilstand. Behagelighedsfølelserne er angivet ved Behagelighedsskalaens Enheder og er aflæst ved Hjælp af Fig. 10—15. Tabellen viser, at den Opvarmningstilstand, ved hvilken Behagelighedsfølelserne holder sig mest stabilt, svarer til en Varmeafgivelse fra J. H. paa ca. 40 Cal. pr. Time. Dette skyldes maaske, at der ved en Opvarmningstilstand i Nærheden heraf er nærmest ved at være Temperaturligevægt i hele Forsøgsperioden. (Sml. Fig. 34). Ved højere Ydertemperatur ændres Behagelighedsfølelserne i Løbet af Forsøgsperioden mere og mere i Retning af „ubehageligt varmt“ og ved lavere Ydertemperatur i Retning af „ubehageligt koldt“, og Ændringen er større, jo lavere Ydertemperaturen er. Mest ændres Behagelighedsfølelserne hos de kvindelige Fpr. Ved de højere Ydertemperaturer drejer det sig dog kun om mindre Ændringer.



Tabel 4 (Table 4).

Behagelighedsområdet ved Begyndelsen (I) og Slutningen (II) af Forsøgsperioden.  
(Comfort zone at beginning (I) and end (II) of experimental period).

Behagelighedsområdet (Comfort zone)	Unge Mænd (young men)			Unge Kvinder (young women)			Ældre Mænd (old men)		
	I	II	II-I	I	II	II-I	I	II	II-I
Optimum (4) (optimum value) $T_R$ .....	19.2	21.0	1.8	19.6	21.4	1.8	18.5	20.5	2.0
— " — $T_L$ .....	20.2	22.1	1.9	20.6	22.5	1.9	19.5	21.5	2.0
Nedre Grænse (5) (lower limit) $T_R$ .....	14.5	17.5	3.0	16.7	19.1	2.4	13.9	16.6	2.7
— " — $T_L$ .....	15.3	18.4	3.1	17.6	20.1	2.5	14.6	17.5	2.9
Øvre Grænse (3) (upper limit) $T_R$ .....	24.2	24.2	0	22.7	23.9	1.2	22.1	23.4	1.3
— " — $T_L$ .....	25.4	25.4	0	23.8	25.1	1.3	23.2	24.6	1.4
Bredde (total range) $\Delta T_R$ .....	9.7	6.7	3.0	6.0	4.8	1.2	8.2	6.8	1.4
— " — $\Delta T_L$ .....	10.1	7.0	3.1	6.2	5.0	1.2	8.6	7.1	1.5

Tabel 5 (Table 5).  
Behagelighedsfølelser ved Begyndelsen (I) og Slutningen (II)  
af Forsøgsperioden.  
(Sensations of comfort at beginning (I) and end (II) of experimental  
period).

Varmeafgift fra J. H., Cal/Time (Heat loss from artificial man Cal/hr.)	20		40		60		80		100	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Unge Mænd (young men)										
J. S. ....	2.1	1.8	2.9	3.0	3.7	4.1	4.6	5.3	5.3	6.4
E. F. ....	1.8	1.2	2.8	3.0	3.6	4.1	4.3	5.2	5.0	6.1
P. R. ....	1.7	1.9	2.7	3.0	3.8	4.1	4.9	5.2	6.0	6.3
K. L. ....	2.0	1.3	3.1	2.7	3.7	4.0	4.2	5.1	4.5	6.0
	1.9	1.6	2.9	2.9	3.7	4.1	4.5	5.2	5.2	6.2
Unge Kvinder (young women)										
J. P. ....	1.8	1.7	2.6	2.8	3.7	4.3	4.9	6.3		
G. L. ....	1.2	1.0	2.2	2.4	3.5	4.1	5.1	6.1		
V. L. ....	1.9	1.2	2.5	2.8	3.5	4.5	4.7	6.2		
K.M. ....	1.3	1.0	2.5	2.6	3.9	4.2	5.2	5.8		
	1.6	1.2	2.5	2.7	3.7	4.3	5.0	6.1		
Gamle Mænd (old men)										
V. J. ....			2.1	2.7	3.2	3.8	4.1	4.8	4.9	5.8
P. S. ....			2.5	2.8	3.5	4.5	4.3	5.1	4.9	5.5
H.O. ....			1.7	2.0	3.3	3.3	4.4	4.7	5.4	6.0
A.O. ....			2.2	2.6	3.8	4.0	4.7	5.0	5.3	5.9
			2.1	2.5	3.5	3.9	4.4	4.9	5.1	5.8

#### 4. Praktiske Konsekvenser af Behagelighedsbestemmelserne.

For Praxis betyder disse Forsøgsresultater, at man for at opnaa den behageligst mulige Opvarmningstilstand for en Periode med stillesiddende Beskæftigelse (f. Eks. almindelig Aftensæde) ganske gradvist maa øge Værelsets Temperatur under hele Perioden. Under Forudsætning af, at der er nogenlunde samme Temperaturforskel mellem Luft og Vægge (sml. Tabel 1) og samme ringe Grad af Luftbevægelse som i Forsøgsrummet, maatte man (sml. Tabel 4) begynde ved Lufttemperatur paa ca. 20° (for unge Kvinder gennemsnitlig ca. 1/2° højere og for ældre Mænd ca. 1/2° lavere) og gradvist øge denne til ca. 22° i Løbet af 2 1/4 Time, hvilket svarer til Tidsforskellen mellem Midtpunkterne af de Tidsrum ved Begyndelsen og Slutningen af Forsøgsperioden, hvorfra Bestemmelserne i Tabel 2 og Tabel 3 hidrører. Det maa dog erindres, at den Lufttemperatur, der her har været omtalt, er



Middellufttemperaturen (se Side 14); denne er for Forsøgsrummets Vedkommende, som det fremgaar af Tabel 1, selv ved kraftige Variationer af Opvarmningstilstanden, praktisk talt lig med Lufttemperaturen maalt 70 cm over Gulvet. Den mest økonomiske Opvarmning, som dog betinger, at Beboerne stadig befinder sig i Behagelighedsomraadet, vilde man for mandlige Beboeres Vedkommende faa ved at begynde med en Lufttemperatur paa ca.  $15^{\circ}$  og gradvist øge denne til ca.  $18^{\circ}$  i Løbet af  $2\frac{1}{4}$  Time og for unge Kvinder ved at begynde ved ca.  $17.5^{\circ}$  og i Løbet af  $2\frac{1}{4}$  Time at øge denne til ca.  $20^{\circ}$ . Det maa dog bemærkes, at disse Gennemsnitsværdier for Lufttemperaturen ved den nedre Grænse af Behagelighedsomraadet grundet paa de større individuelle Variationer er noget mindre værdifulde end de tilsvarende Værdier for den behageligst mulige Opvarmningstilstand.

De ovenfor omtalte Værdier for Opvarmningstilstanden svarende til optimal Behagelighed samt til den nedre Grænse af Behagelighedsomraadet er opnaaet ved Hjælp af Undersøgelser paa et ret ringe Antal Fpr., og det er muligt, at en Undersøgelse foretaget paa et større Antal af Fpr. vil ændre de nævnte Gennemsnitsværdier noget. Den ringe Spredning, der er fundet for Optimalpunkterne hos unge Fpr., tyder dog paa, at de tilsvarende Gennemsnitsværdier ikke vil ændres betydeligt ved en saadan Undersøgelse. Derimod er det muligt, at Gennemsnitsværdierne for Optimalpunkterne hos ældre Fpr. saavel som Gennemsnitsværdierne for den nedre Grænse af Behagelighedsomraadet hos unge og ældre Fpr., hvor der er større individuelle Variationer, vilde ændres noget ved Undersøgelse paa et større Antal af Fpr.

## II. TEMPERATURBESTEMMELSER

### 1. Legemstemperatur og Mundtemperatur.

Fig. 16, 17 og 18 viser en Oversigt over Legemstemperaturerne (maalt i Rectum) ved Slutningen af Forsøgene afsat i Relation til Opvarmningstilstanden. Legemstemperaturen er hos de unge Mænd (Fig. 16) svagt faldende ved aftagende Temperatur i Forsøgsrummet. Det totale Fald ved en Ændring i Opvarmningstilstanden fra 20 Cal./Time ( $T_R = 28.6^\circ$ ) til 110 Cal./Time ( $T_R = 10.8^\circ$ ) er fra  $0.3^\circ$  til  $0.5^\circ$ . Dette Fald i Legemstemperaturen er, som det fremgaar af Fig. 16, ikke større end svarende til den Variation, der normalt kan forekomme ved en bestemt Opvarmningstilstand. Blandt de unge kvindelige Fpr. (Fig. 17) viser J.D. en Antydning af Fald ( $1/10^\circ$ ) ved aftagende Ydertemperatur. Hos de øvrige unge Kvinder er Legemstemperaturen fuldstændig

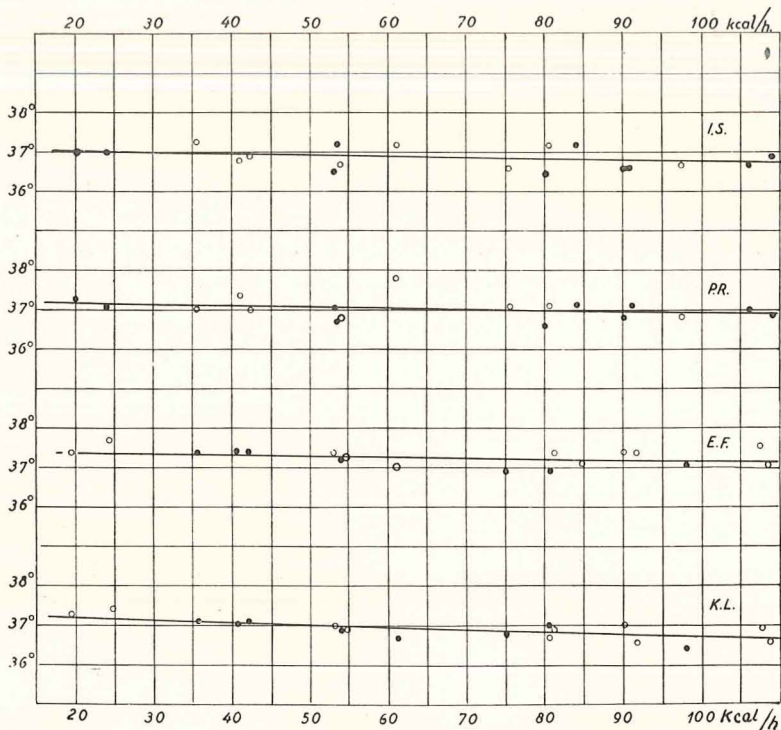


Fig. 16. Legemstemperatur ved Slutningen af Forsøgsperioden hos unge mandlige Fpr. (Body temperature in young men at the end of the experimental period).

- Morgenforsøg (Morning experiments).
- Eftermiddagsforsøg (Afternoon experiments).



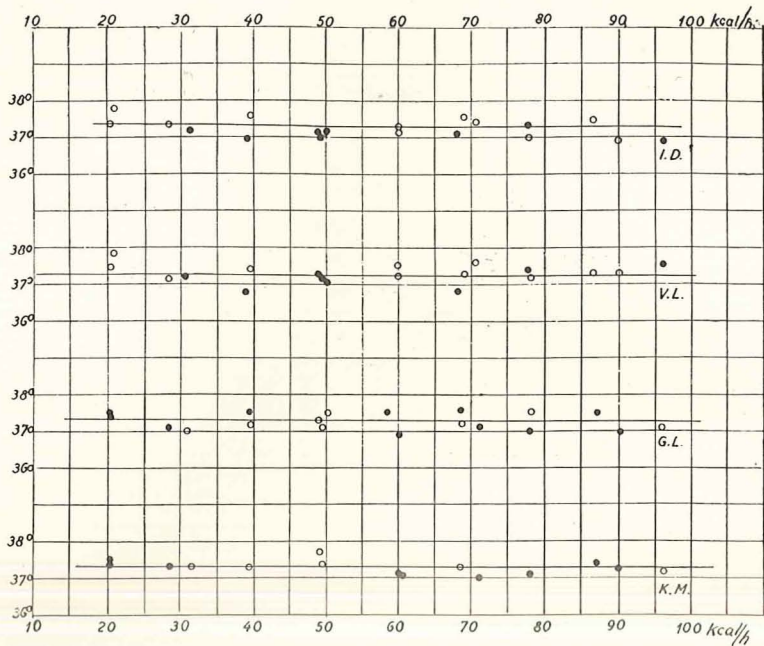


Fig. 17. Legemstemperatur ved Slutningen af Forsøgsperioden hos unge kvindelige Fpr. (Body temperature in young women at the end of the experimental period).

- Morgenforsøg (Morning experiments).
- Eftermiddagsforsøg (Afternoon experiments).

upaavirket af den betydelige Ændring i Opvarmningstilstanden. Gennemsnitsværdien er ejendommeligt nok nøjagtig den samme,  $37.3^{\circ}$  for alle de 4 undersøgte kvindelige Fpr. De ældre mandlige Fpr. (Fig. 18) viser derimod betydelige Ændringer i Legemstemperaturen, især H. O. og A. O., hos hvem der for den undersøgte Ændring i Opvarmningstilstand (30 Cal./Time til 100 Cal./Time) er et Fald paa næsten  $1^{\circ}$  ved en Ændring i Opvarmningstilstanden fra 30 Cal./Time til 100 Cal./Time. Kun Fp. V. J. viser et Fald, der er af samme Størrelse som hos de unge Mænd.

Fig. 19 og 20 viser Mundtemperaturerne ved Slutningen af Forsøget hos henholdsvis unge Mænd og unge Kvinder, og i Tabel 6 er der foretaget en Sammenligning mellem Legemstemperaturerne og Mundtemperaturerne (ved 60 Cal./Time) samt mellem Ændringerne i disse ved forskellig Opvarmningstilstand (30 Cal./Time til 75 Cal./Time og 30 Cal./Time til 95 Cal./Time). Hos de ældre Mænd blev der ikke foretaget Bestemmelser af Mundtemperaturen. Hos de unge Mænd er Mundtemperaturerne ved en Middelopvarmningstilstand svarende til 60 Cal./Time (Ta-

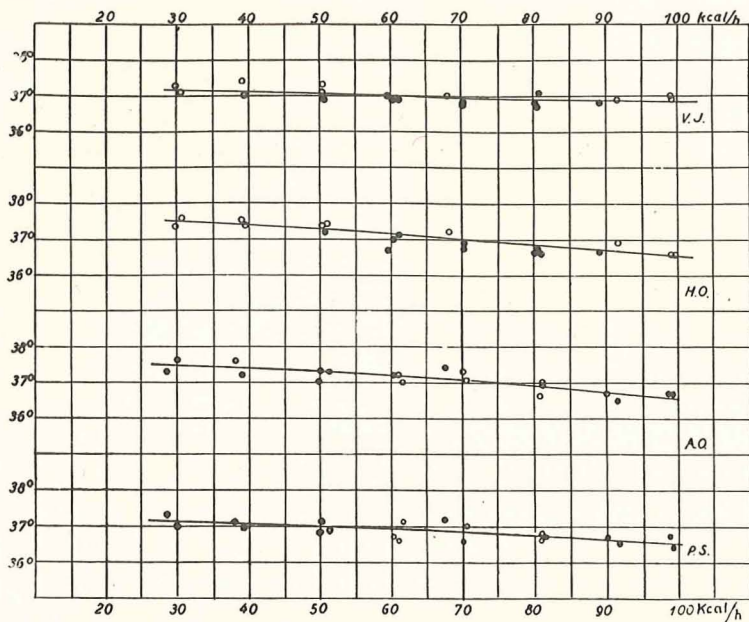


Fig. 18. Legemstemperatur ved Slutningen af Forsøgsperioden hos ældre mandlige Fpr. (Body temperature in old men at the end of the experimental period).  
 Morgenforsøg (Morning experiments).  
 ○ Eftermiddagsforsøg (Afternoon experiments).

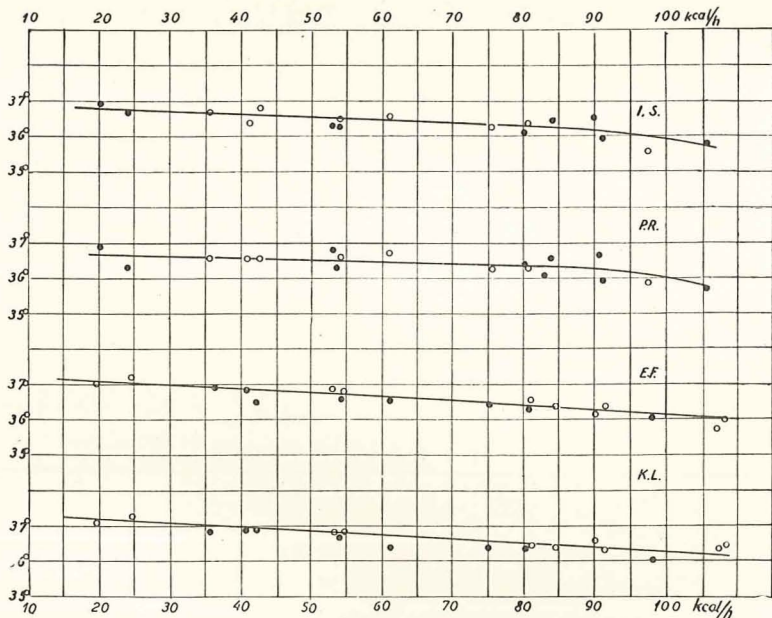


Fig. 19. Mundtemperatur ved Slutningen af Forsøgsperioden hos unge mandlige Fpr. (Mouth temperature in young men at the end of the experimental period).  
 ● Morgenforsøg (Morning experiments).  
 ○ Eftermiddagsforsøg (Afternoon experiments).

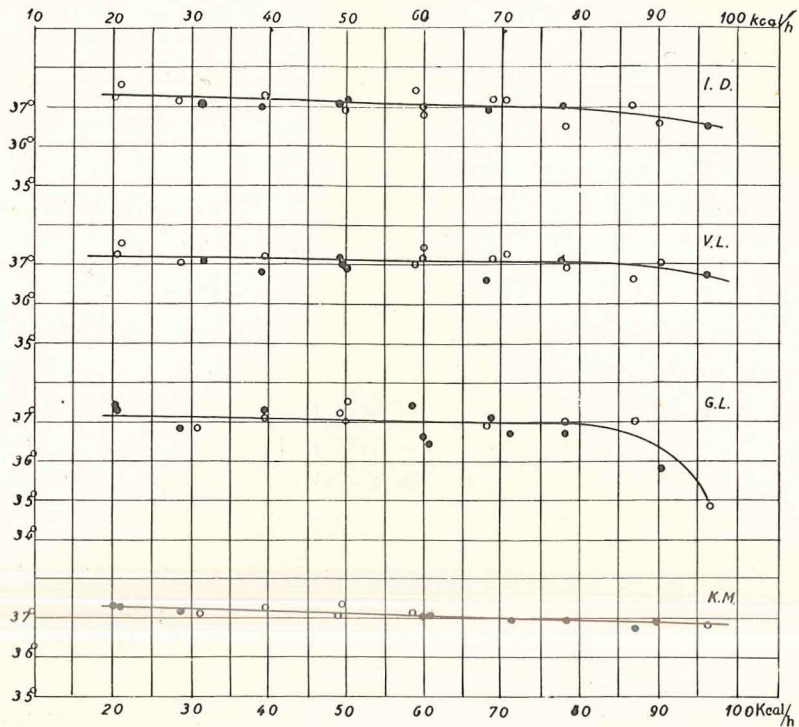


Fig. 20. Mundtemperatur ved Slutningen af Forsøgsperioden hos unge kvindelige Fpr. (Mouth temperature in young women at the end of the experimental period).

- Morgenforsøg (Morning experiments).
- Eftermiddagsforsøg (Afternoon experiments).

Tabel 6 (Table 6).

Legemstemperaturer ( $T_{Lt}$ ) og Mundtemperaturer ( $T_{Mt}$ ).  
(Body temperature ( $T_{Lt}$ ) and mouth temperature ( $T_{Mt}$ )).

	$T_{Lt,60}$	$T_{Mt,60}$	$\Delta$	$\frac{T_{Lt,30} - T_{Lt,75}}{-T_{Lt,75}}$	$\frac{T_{Mt,30} - T_{Mt,75}}{-T_{Mt,75}}$	$\Delta$	$\frac{T_{Lt,30} - T_{Lt,95}}{-T_{Lt,95}}$	$\frac{T_{Mt,30} - T_{Mt,95}}{-T_{Mt,95}}$	$\Delta$
Unge Mænd (young men)									
J. S. ....	36.9	36.5	0.40	0.10	0.35	0.25	0.20	0.60	0.40
E. F. ....	37.3	36.65	0.65	0.15	0.50	0.35	0.20	0.80	0.60
P. R. ....	37.1	36.5	0.60	0.15	0.25	0.10	0.20	0.50	0.30
K. L. ....	37.0	36.7	0.30	0.25	0.50	0.25	0.35	0.80	0.45
				0.15	0.40	0.25	0.25		
Unge Kvinder (young women)									
J. D. ....	37.3	37.1	0.20	0.05	0.25	0.20	0.05	0.70	0.65
G. L. ....	37.3	37.0	0.30	0	0.10	0.10	0	1.70	1.70
V. L. ....	37.3	37.1	0.20	0	0.15	0.15	0	0.50	0.50
K. M. ....	37.3	37.05	0.25	0	0.20	0.20	0	0.35	0.35
				0	0.20	0.20	0		



bel 6) fra  $0.3^{\circ}$  til  $0.65^{\circ}$  lavere end Legemstemperaturerne; hos de unge Kvinder er Forskellen mindre og næsten ens hos alle 4 Fpr. Mundtemperaturerne (Fig. 19 og 20) viser ved aftagende Ydertemperatur hos alle Fpr. et svagt og næsten retlinet Fald inden for Størstedelen af det undersøgte Omraade. Dette retlinede Fald i Mundtemperaturerne (fra 30 Cal./Time til 75 Cal./Time, Tabel 6) er lidt større end det tilsvarende Fald i Legemstemperaturen, og det er større hos de unge Mænd end hos de unge Kvinder, hvilket delvis beror paa, at Legemstemperaturen (Blodtemperaturen) er svagt faldende hos de unge Mænd, men konstant hos de unge Kvinder. Ved de koldeste Omgivelser viser flere af Fpr.: J. S., P. R., J. D. og V. L., en tydelig Tendens til stærkere Fald i Mundtemperaturerne. Hos Fp. G. L. er dette Fald i Mundtemperaturen, som det fremgaar af Fig. 20 og Tabel 6, meget udpræget. Aarsagen til de stærkere Fald i Mundtemperaturen ved de laveste Ydertemperaturer vil senere (Side 65) blive diskuteret.

## 2. Hudtemperatur.

Fig. 21, 22 og 23 viser en Oversigt over Hudtemperaturerne paa Brystet ved Slutningen af Forsøgsperioden hos alle 3 Grupper af Fpr. Hos de unge Kvinder blev Maalingen foretaget et Par cm under Mammae og hos de mandlige Fpr. i tilsvarende Afstand fra Brystvorterne. Figurerne viser, at Brysttemperaturerne hos Flertallet af Fpr. i de varme Omgivelser er næsten upaavirket af en Ændring af Ydertemperaturen, hvilket antagelig skyldes, at en tiltagende Ydertemperatur her kompenseres ved en dertil svarende Forøgelse af Fordampningen fra Huden. I koldere Omgivelser er Brysttemperaturerne stadig faldende ved aftagende Ydertemperatur, og Faldet er stærkere, jo lavere Ydertemperaturen er. Fig. 24 og 25 viser, at ogsaa Rygtemperaturerne er faldende ved aftagende Ydertemperatur, og Faldet er noget større end for Brysttemperaturernes Vedkommende, især hos de unge Kvinder (Fig. 24), hvor Faldet synes at være retlinet inden for hele det undersøgte Omraade.

For Ekstremiteternes Vedkommende blev der foretaget Maalinger paa Underarmene og paa Fødderne. Fig. 26 viser Hudtemperaturen maalt midt paa Underarmens Yderside hos de unge Mænd. I middelvarme og kolde Omgivelser er Temperaturen her

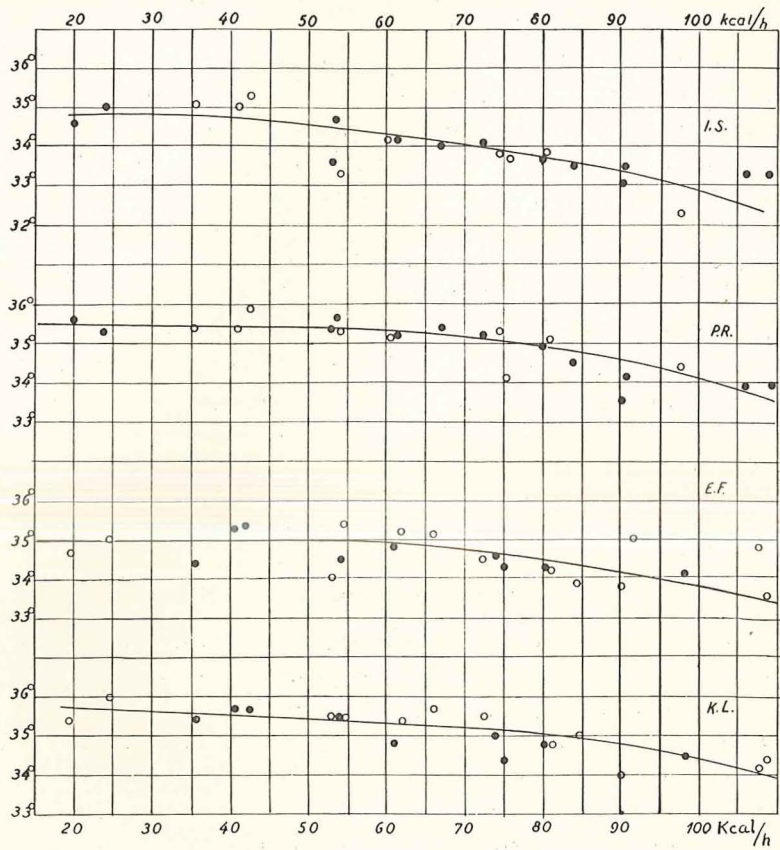


Fig. 21. Hudtemperatur paa Brystet ved Slutningen af Forsøgsperioden hos unge mandlige Fpr. (Skin temperature on the breast of young men at the end of the experimental period).

- Morgenforsøg (Morning experiments).
- Eftermiddagsforsøg (Afternoon experiments).

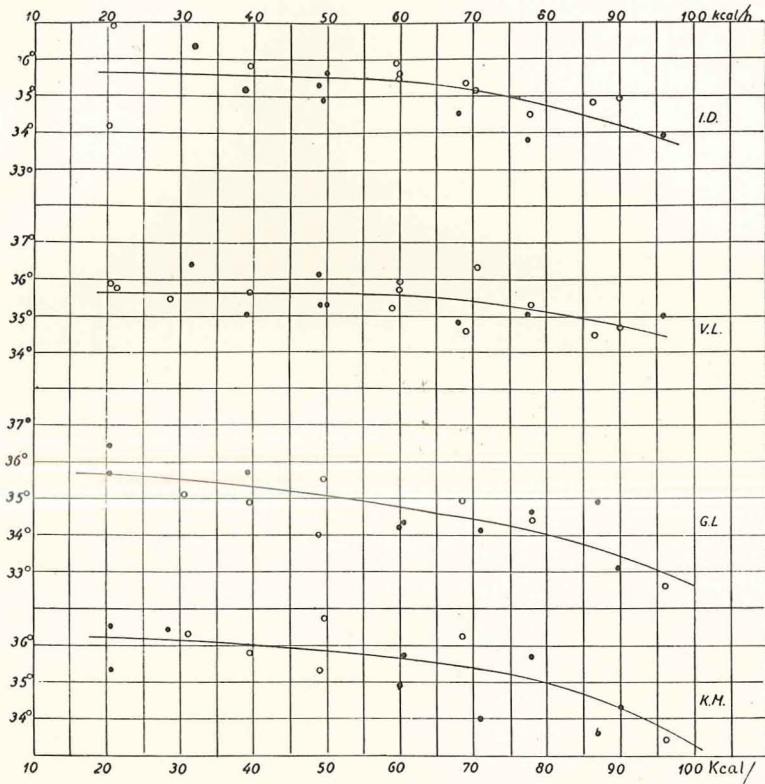


Fig. 22. Hudtemperatur paa Brystet ved Slutningen af Forsøgsperioden hos unge kvindelige Fpr. (Skin temperature on the breast of young women at the end of the experimental period).

- Morgenforsøg (Morning experiments).
- Eftermiddagsforsøg (Afternoon experiments).



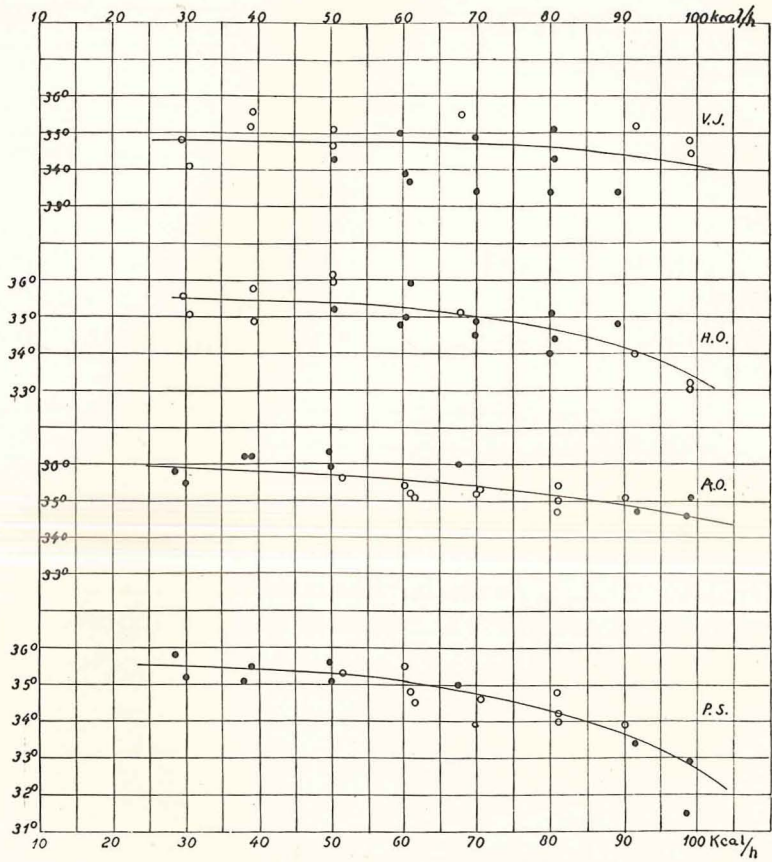


Fig. 23. Hudtemperatur paa Brystet ved Slutningen af Forsøgsperioden hos ældre mandlige Fpr. (Skin temperature on the breast of old men at the end of the experimental period).

- Morgenforsøg (Morning experiments).
- Eftermiddagsforsøg (Afternoon experiments).

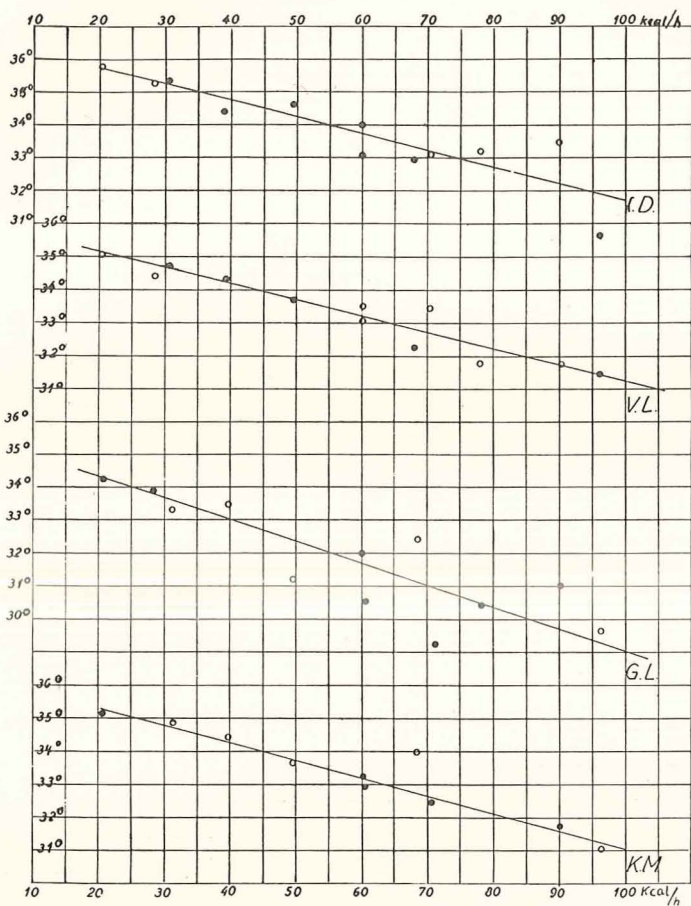


Fig. 24. Hudtemperatur paa Ryggen ved Slutningen af Forsøgsperioden hos unge kvindelige Epr. (Skin temperature on the back of young women at the end of the experimental period).

- Morgenforsøg (Morning experiments).
- Eftermiddagsforsøg (Afternoon experiments).

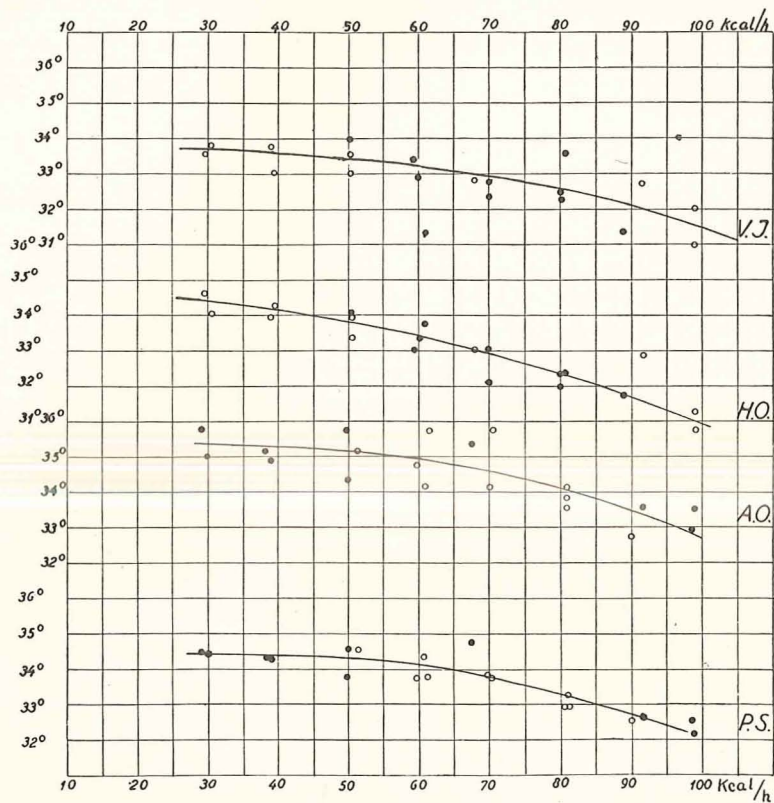


Fig. 25. Hudtemperatur paa Ryggen ved Slutningen af Forsøgsperioden hos ældre mandlige Fpr. (Skin temperature on the back of old men at the end of the experimental period).

- Morgenforsøg (Morning experiments).
- Eftermiddagsforsøg (Afternoon experiments).



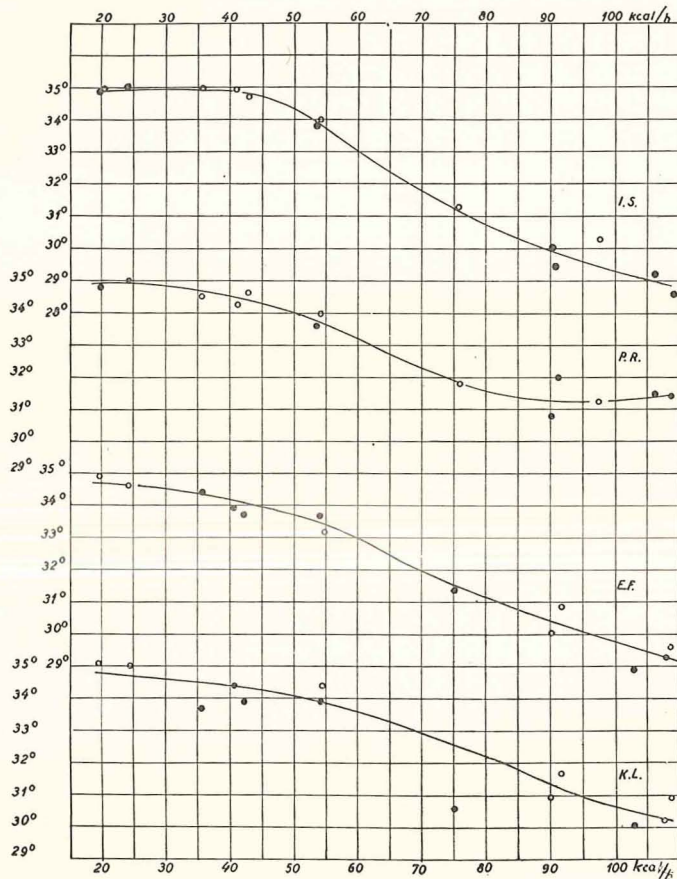


Fig. 26. Hudtemperatur paa Underarmen hos unge mandlige Fpr. ved Slutningen af Forsøgsperioden. (Skin temperature on the lower arm of young men at the end of the experimental period).

- Morgenforsøg (Morning experiments).
- Eftermiddagsforsøg (Afternoon experiments).

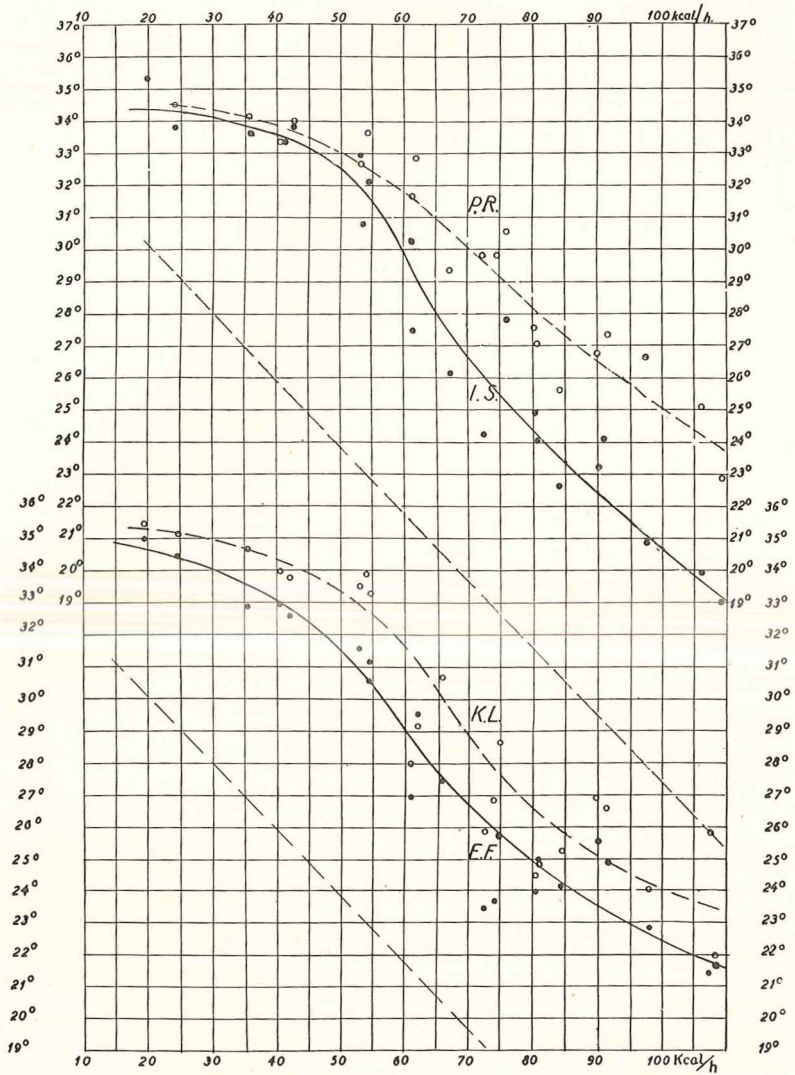


Fig. 27. Hudtemperatur paa Anklerne ved Slutningen af Forsøgsperioden hos unge mandlige Fpr. De stiplede rette Linier angiver de til hvert Kurvepar svarrende Lufttemperaturer. (Skin temperature on the feet (ankle) of young men at the end of the experimental period. The dotted, straight lines show the air temperatures).

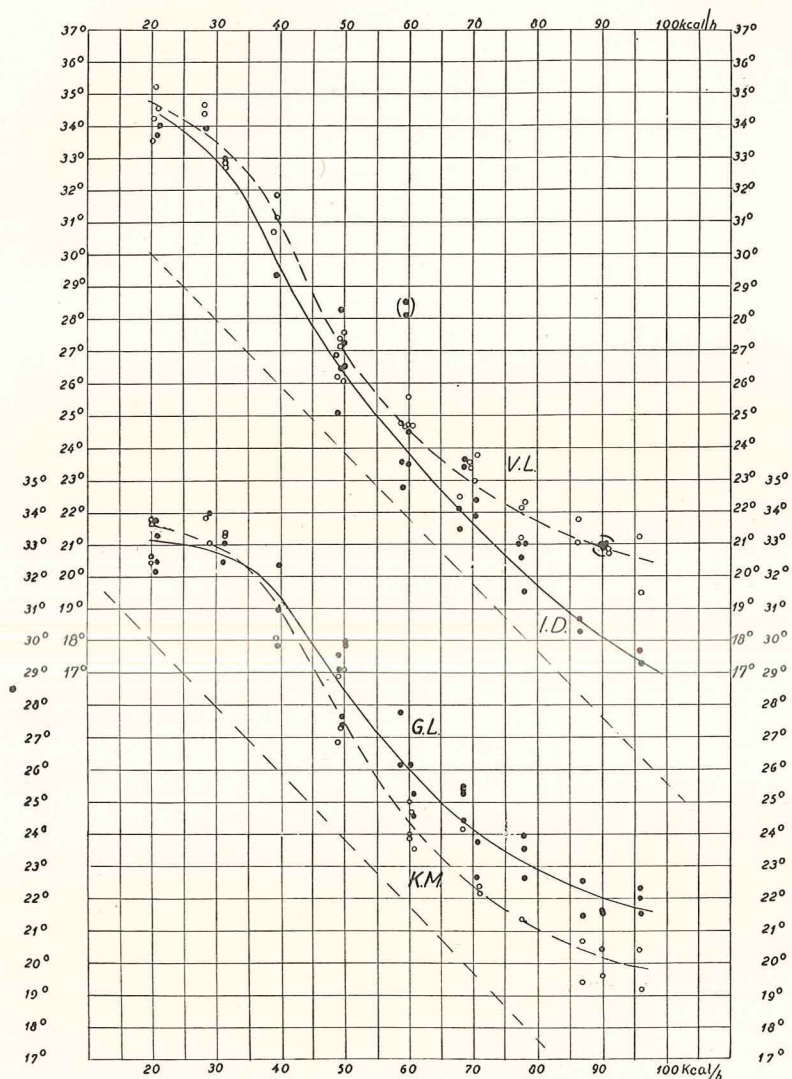


Fig. 28. Hudtemperatur paa Anklerle ved Slutningen af Forsøgsperioden hos unge kvindelige Fpr. De stiplede rette Linier angiver de til hvert Kurvepar svarende Lufttemperaturer. Punkterne i Parentes (Fp. J. D.) svarer til Bestemmelser fra Perioden omkring Menstruationens Indtræden. (Skin temperature on the feet of young women at the end of the experimental period. The dotted, straight lines show the air temperature. The points in parenthesis are corresponding to the determinations at the beginning of the menstruation).



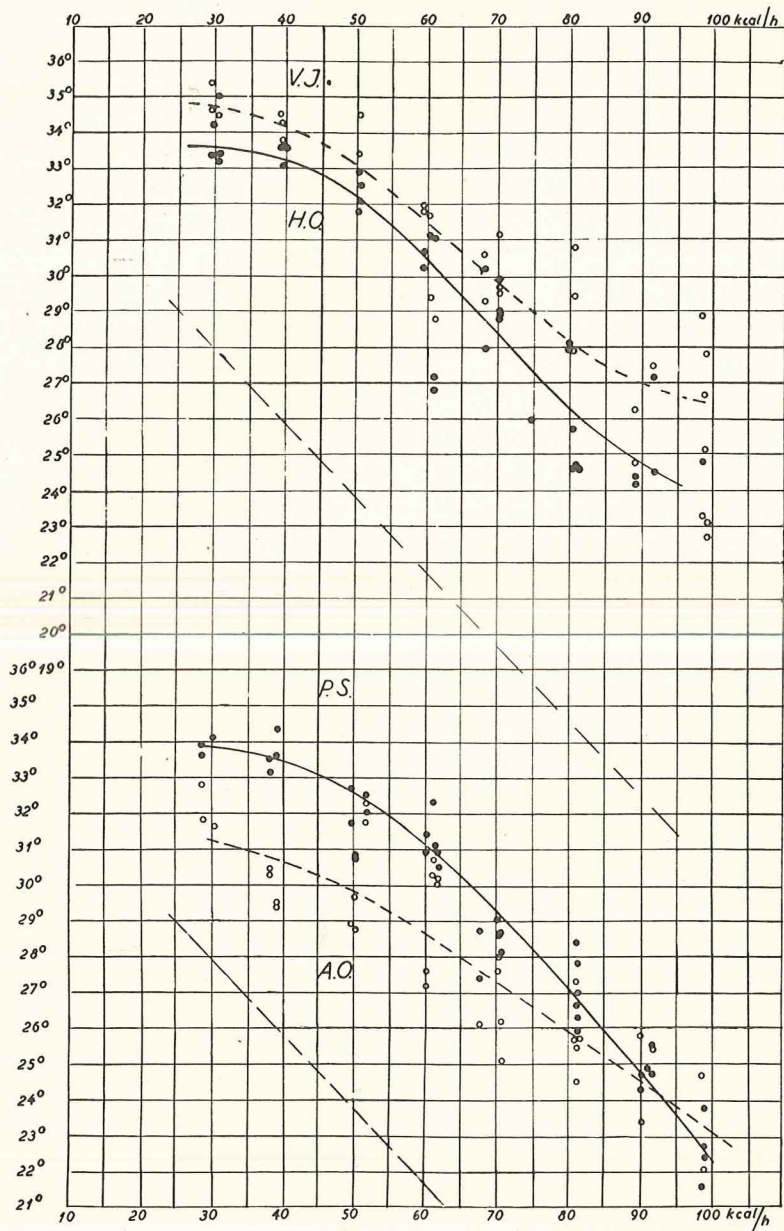


Fig. 29. Hudtemperatur paa Anklerne ved Slutningen af Forsøgsperioden hos ældre mandlige Fpr. De stiplede rette Linier angiver de til hvert Kurvepar svarende Lufttemperaturer. (Skin temperature on the feet of old men at the end of the experimental period. The dotted, straight lines show the air temperatures).

Tabel 7 (Table 7).

Sammenligning mellem Hudtemperaturer ved varme (30 Cal/Time,  $T_R = 26.7^\circ$ ), middelvarme (60 Cal/Time,  $T_R = 20.7^\circ$ ) og kolde Omgivelser (95 Cal/Time,  $T_R = 13.8^\circ$ ).

(Comparison between skin temperatures in warm (30 Cal/hour,  $T_R = 26.7^\circ$ ), middle warm (60 Cal/hour,  $T_R = 20.7^\circ$ ) and cold environment (95 Cal/hour,  $T_R = 13.8^\circ$ ).

Cal/Time (Cal/hour)	Bryst (Breast)			Ryg (Back)			Fod (Foot)			Underarm (Lower arm)		
	30	60	95	30	60	95	30	60	95	30	60	95
Unge Mænd (young men)												
J. S. ....	34.8	34.3	33.1				34.1	30.0	21.5	35.0	33.0	29.6
E. F. ....	35.0	34.9	34.0				34.0	29.0	22.9	34.5	32.9	30.1
P. R. ....	35.5	35.3	34.3				34.3	31.8	25.8	34.8	33.2	31.3
K. L. ....	35.6	35.3	34.6				34.9	31.6	24.5	34.6	33.6	30.9
	35.2	35.0	34.0				34.3	30.6	23.8	34.7	33.2	30.5
Unge Kvinder (young women)												
J. D. ....	35.6	35.4	33.8	35.3	33.8	32.0	33.0	23.8	17.5			
G. L. ....	35.5	34.8	33.1	33.7	31.7	29.3	32.8	26.0	21.7			
V. L. ....	35.7	35.6	34.5	34.7	33.2	31.5	33.5	24.7	20.6			
K. M. ....	36.1	35.6	33.8	34.8	33.2	31.3	33.0	24.4	19.9			
	35.7	35.4	33.8	34.6	33.0	31.0	33.1	24.7	19.9			
Ældre Mænd (old men)												
V. J. ....	34.8	34.8	34.3	33.7	33.2	31.9	34.7	31.5	26.6			
P. S. ....	35.5	35.1	33.2	34.5	34.2	32.5	33.9	31.1	23.6			
H. O. ....	35.5	35.2	33.8	34.5	33.5	31.4	33.6	30.5	24.1			
A. O. ....	35.9	35.6	34.7	35.4	35.0	33.2	31.2	28.7	23.9			
	35.4	35.2	34.0	34.5	34.0	32.3	33.4	30.5	24.6			

347 338 327

ved aftagende Ydertemperatur væsentligt stærkere faldende end Hudtemperaturen paa Kroppen (sml. Fig. 21)\*).

Fig. 27, 28 og 29 viser Fodtemperaturerne (maalt paa Anklerne) ved Slutningen af Forsøgsperioden hos alle 3 Grupper af Fpr. De stiplede rette Linier viser de til hvert Kurvepar svarende Lufttemperaturer. Som man ser, er Fodtemperaturerne undtagen i de varmeste Omgivelser overordentlig stærkt faldende ved aftagende Ydertemperatur. I middelvarme Omgivelser er Faldet lige saa stort som eller større end Faldet i Lufttemperaturen, og hos de unge Kvinder er der her kun faa Graders Forskel mellem Fod- og Lufttemperaturen. Ved de koldeste Omgivelser falder Fodtemperaturerne hos Flertallet af Fpr. relativt mindre, saaledes at der her opretholdes en større Temperaturforskel mellem Fødderne og Omgivelserne end ved middelvarme Omgivelser.

I Tabel 7 er der for alle 3 Grupper af Fpr. foretaget en Sammenligning mellem Hudtemperaturerne maalt ved varme, middelvarme og kolde Omgivelser. Tabellen viser, at de gennemsnitlige Værdier af Brysttemperaturen er næsten ens hos alle 3 Grupper af Fpr. Rygtemperaturen er ved middelvarme og kolde Omgivelser lidt lavere (ca. 1°) hos de unge Kvinder end hos de ældre Mænd. Fodtemperaturen er hos de unge Kvinder i middelvarme og kolde Omgivelser overordentlig lave. Ved middelvarme Omgivelser er den ca. 6° lavere og ved de kolde Omgivelser godt 4° lavere end hos de mandlige Fpr.

### III. RELATIV LUFTFUGTIGHED UNDER KLÆDEDRAFTEN

Fig. 30 og 31 viser Eksempler paa Bestemmelser af den relative Luftfugtighed i Forsøgsrummet samt under Klædedragten hos kvindelige og mandlige Fpr. Alle Bestemmelser hidrører fra Slutningen af Forsøgsperioden og er foretaget ved Hjælp af *Krogh's* Mikroklimatografer. Som man ser, bevæger den relative Fugtighed i Forsøgsrummet sig inden for meget snævre Grænser, idet

\*) Hos de unge Kvinder kunde Maalingerne paa Underarmene ikke gennemføres paa tilfredsstillende Maade paa Grund af varierende Paaklædning (korte og lange Ærmer i Kjolerne). Disse Maalinger blev derfor snart opgivet, og de Termografer, der derved blev frigjort, blev i Stedet for anvendt til Maalinger af Rygtemperaturen. Hos de ældre Fpr. fortsattes derefter med Maalinger af Rygtemperaturen.



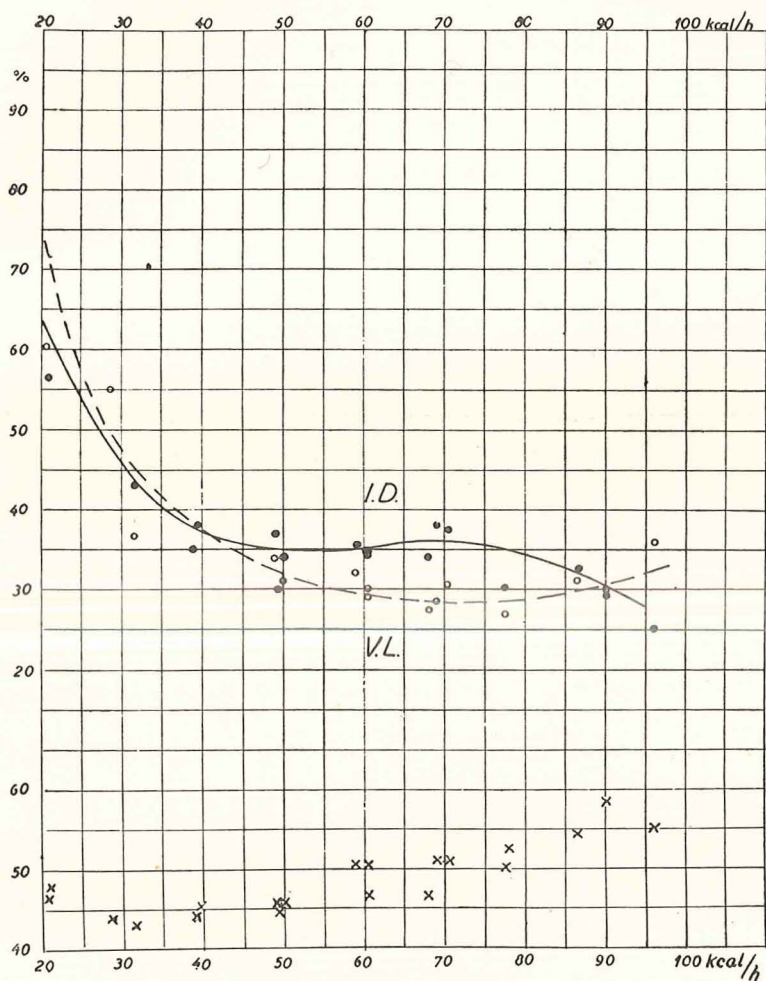


Fig. 30. Den relative Luftfugtighed ved Slutningen af Forsøgsperioden. (The relative humidity of the air at the end of the experimental period).

- × Forsøgsrummet (Experimental room).
- — ● Under Klædedragten hos Fp. J. D.  
(Under the clothing of subj. J. D.)
- ····· ○ Under Klædedragten hos Fp. V. L.  
(Under the clothing of subj. V. L.).

den ved stigende Ydertemperatur falder fra ca. 55 % til ca. 45 %; dette er mindre end svarende til Stigningen i Lufttemperaturen, saaledes at Vanddampindholdet i Luften stiger betydeligt ved stigende Lufttemperatur. Dette beror antagelig delvis paa, at Vandfordampningen fra Fpr. stiger ved tiltagende Ydertemperatur.

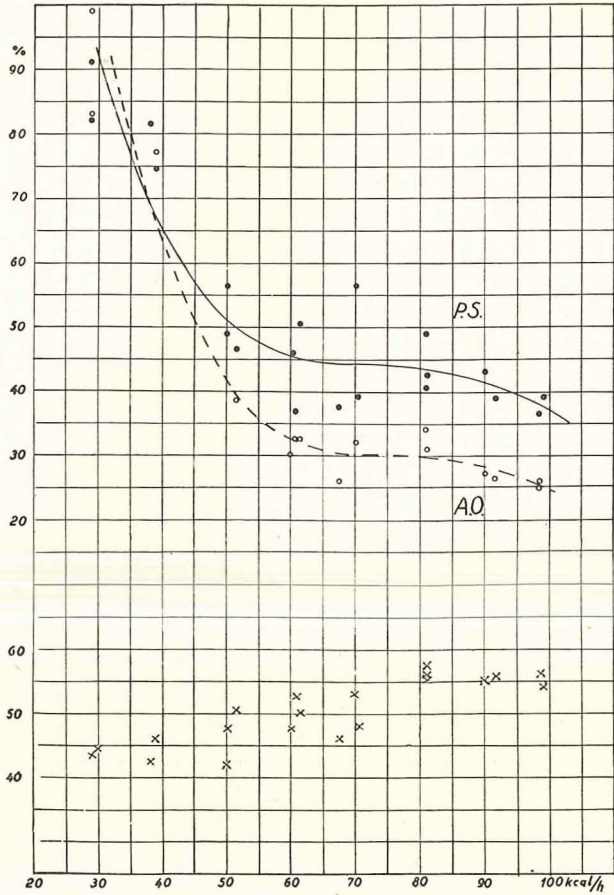


Fig. 31. Den relative Luftfugtighed ved Slutningen af Forsøgsperioden. (The relative humidity of the air at the end of the experimental period).

- × Forsøgsrummet (Experimental room).
- — ● Under Klædedragten hos Fp. P. S.  
(Under the clothing of subj. P. S.)
- ····· ○ Under Klædedragten hos Fp. A. O.  
(Under the clothing of subj. A. O.)

Man ser endvidere, at Luftfugtigheden under Klædedragten ved de middelvarme og kolde Omgivelser er lavere end ude i Forsøgsrummet, og at den ved de varme Omgivelser viser en hurtig Stigning som Tegn paa, at Svedsekretionen sætter ind. Denne Stigning begynder hos mandlige Fpr. ved noget lavere Ydertemperatur end hos de kvindelige Fpr.



## DISKUSSION

Der er tidligere foretaget forskellige Undersøgelser over Boligopvarmningens Indflydelse paa Beboernes Behagelighedsfølelser, af hvilke kun enkelte skal omtales her. *Bedford* (1936) undersøgte ved Hjælp af en noget lignende, men dog ikke helt saa formaalstjenlig Behagelighedsskala som den her anvendte, et stort Antal (ca. 2000) yngre Personer, hovedsagelig Kvinder, der var beskæftiget med meget let Fabriksarbejde. Det viste sig, at Flertallet af Fpr. opgav, at de befandt sig behageligt til Trods for store Variationer i Opvarmningstilstanden. Størst Behagelighed opnaaedes ved en Lufttemperatur (maalt i Hovedhøjde) paa ca. 18°, og Behagelighedsområdet fandtes at strække sig fra gennemsnitlig ca. 13° til gennemsnitlig ca. 23°. Fpr. befandt sig altsaa behageligt ved væsentlig lavere Temperaturer, end Tilfældet er for de kvindelige Fpr. i de foreliggende Undersøgelser. Paa Grund af Forskellen i Forsøgsbetingelser kan *Bedford's* Undersøgelser dog ikke direkte sammenlignes med de foreliggende, og en yderligere Omtale af *Bedford's* Resultater skal ikke foretages. *Winslow, Herrington og Gagge* (1937, 1938 og 1939) har paa *John B. Pierce Laboratory*, New Haven, — et Laboratorium, som er bygget og indrettet specielt til Undersøgelse af fysiologiske Problemer vedrørende Boligopvarmning — foretaget omfattende Forsøg paa et lille Antal (4 nøgne og 2 paaklædte) unge Fpr. Ved Slutningen af Forsøgene, som varede ca. 2½ Time, blev Fpr. forespurgt, om de fandt Omgivelsernes Temperatur 1. meget behagelig, 2. behagelig, 3. indifferent, 4. ubehagelig, 5. meget ubehagelig. Alle Forsøgsresultater blev sat i Relation til Omgivelsernes „operative temperature“, defineret som Temperaturen afvejet svarende til den af Forfatterne fundne procentiske Fordeling af Fpr.s Varmeafgivelse ved Straaling og Konvektion ved ens Luft- og Straalingstemperatur og ved Minimum af Luftbevægelse i Omgivelserne. For de 4 nøgne Fpr. fandtes denne Fordeling at være 52—53 % Konvektion og 47—48 % Straaling og for de 2 paaklædte Fpr. 44—45 % Konvektion og 55—56 % Straaling. Med denne Fordeling svarer „operative temperature“ meget nær til „Rumtemperaturen“ i dette Arbejde, hvor Luft- og Straalingstemperaturen er tillagt lige stor Vægt. Forsøgene viste, at de paaklædte Fpr. fandt Omgivelserne behageligst ved en „operative temperature“ paa 26.5—30° C., altsaa ved en langt højere Temperatur end svarende til de foreliggende Undersøgelser, hvor den



optimale Opvarmningstilstand hos de unge Fpr. ved Slutningen af Forsøgene ligger ved en Rumtemperatur paa ca. 21°. Denne store Forskel kan sikkert ikke forklares alene ved en Forskel i Fpr.'s Aktivitet, der muligvis har været lidt mindre i de amerikanske end i de foreliggende Forsøg. Klædedragten synes at have været omtrent ens. Forskellen i Reaktionen skyldes antagelig for en væsentlig Del, at de amerikanske Fpr. er vænnet til en højere Indendørstemperatur, end hvad der er almindeligt her i Landet. — En Sammenligning af Behagelighedsomraadet Bredde i de to Forsøgsrækker er det ikke muligt at foretage, da Grænserne for Behagelighedsomraadet i de amerikanske Forsøg ikke er skarpt definerede som ved den her anvendte Behagelighedsskala. *Winslow*, *Herrington* og *Gagge* har endvidere undersøgt Behagelighedsfornemmelsernes Relation til forskellige fysiologiske Funktioner og fundet, at der i kolde Omgivelser for saavel nøgne som paaklædte Fpr. er bedst Correlation til den gennemsnitlige Hudtemperatur; det samme er i varme Omgivelser Tilfældet for paaklædte Fpr., hvorimod der i varme Omgivelser for nøgne Fpr. er en nærmere Correlation til „wetted area“ (et Maal for det Areal af Legemsoverfladen, der er vaadt af Sved).

Det foreliggende Materiale viser med Sikkerhed, at de forskellige Behagelighedsfornemmelser ikke udløses ved Ændringer i Legemstemperaturen. Hos de mandlige Fpr. er Legemstemperaturen ganske vist faldende ved aftagende Ydertemperatur; men hos de unge mandlige Fpr. (Fig. 16) er Faldet inden for hele det undersøgte Omraade ikke større end den Variation, der normalt kan forekomme ved en bestemt Opvarmningstilstand, ved hvilken Behagelighedsfornemmelserne holder sig konstant, og hos de unge Kvinder holder Legemstemperaturen sig inden for hele det undersøgte Omraade konstant trods de store Ændringer i Behagelighedsfornemmelserne. Materialet viser endvidere, at Hudtemperaturen paa Kropstammen\*) (Fig. 20—25) kun ændres i ringe Grad, hvorimod Temperaturen paa Ekstremiteterne Fig. 26—29, saavel i middelvarme som i køligere Omgivelser, falder meget stærkt ved aftagende Ydertemperatur. Det er derfor nærliggende at antage, at det især er Ekstremiteterne og her igen navnlig Fødderne (og muligvis ogsaa Hænderne), der er af Betydning for Behagelighedsfornemmelserne i det nævnte Temperaturomraade. Hvis dette ikke er Tilfældet, maatte Temperatursansens

\*) Kropstamme = Krop ÷ (Hoved + Ekstremiteter).

Følsomhed være langt større paa Kropstammen end paa Ekstremiteterne. En Undersøgelse af Følsomheden ved Hjælp af lokale Paavirkninger med docerede Irritamer samt en Undersøgelse af Betydningen af forskellig Størrelse af det paavirkede Omraade kunde muligvis bidrage til Klargørelsen af dette Spørgsmaal.

Ogsaa et andet Forhold peger i Retning af, at Kropstammen sammenlignet med Ekstremiteterne kun kan være af underordnet Betydning for Forskellene i Behagelighedsfønelserne: Fig. 32 og 33 viser den Ændring, der finder Sted i Bryst- og Rygtemperaturerne hos de unge Kvinder fra  $\frac{1}{2}$  Time efter Forsøgets Begyndelse indtil Forsøgets Slutning. Figurerne viser, at de smaa Ændringer, der finder Sted efter  $\frac{1}{2}$  Time, i det væsentlige er uafhængige af Omgivelsernes Temperatur; kun Fp. J.D. viser en ringe systematisk Ændring ved aftagende Ydertemperatur. Faldene i

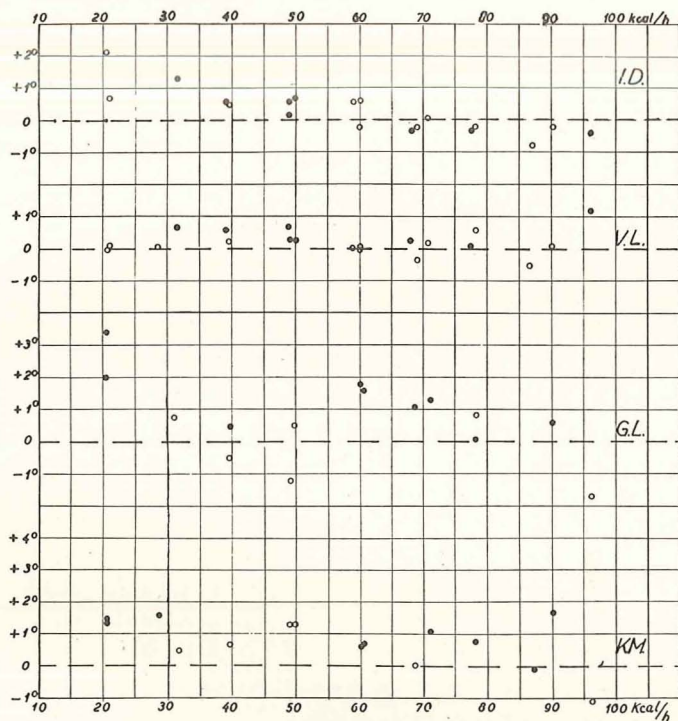


Fig. 32. Hudtemperaturændring paa Brystet hos unge kvindelige Fpr. fra  $\frac{1}{2}$  Time efter Forsøgets Paabegyndelse indtil Forsøgets Slutning. (The change in skin temperature on the breast of young women from  $\frac{1}{2}$  hour after the beginning until the end of the experiment).



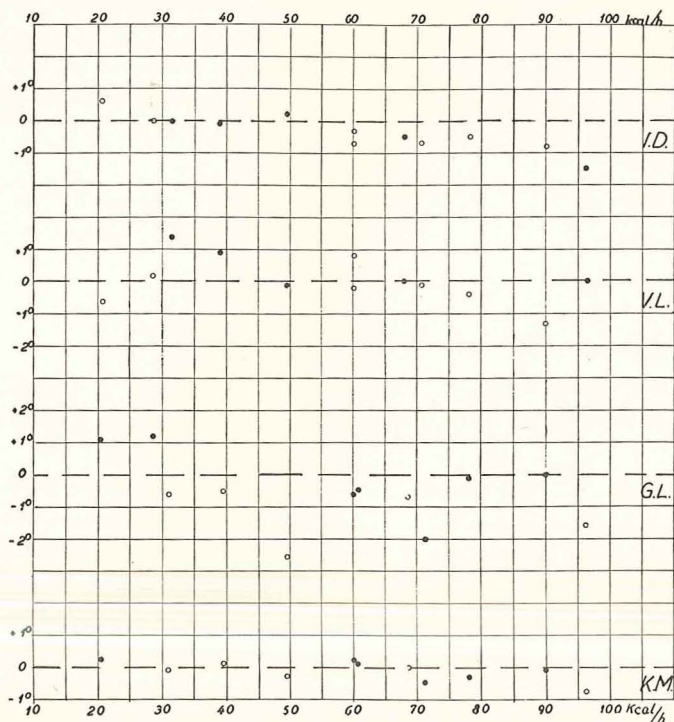


Fig. 33. Hudtemperaturændring paa Ryggen hos unge kvindelige Fpr. fra  $\frac{1}{2}$  Time efter Forsøgets Paabegyndelse indtil Forsøgets Slutning. (The change in skin temperature on the back of young women from  $\frac{1}{2}$  hour after the beginning until the end of the experiment).

Kropstammens Temperaturer hos de unge Kvinder (Fig. 22 og 24), der repræsenterer Gruppen med de største Fald, finder altsaa Sted i Løbet af den første halve Time af Forsøget. Ikke desto mindre sker der som tidligere omtalt (se f. Eks. Fig. 7 og Tabel 5), under hele Forsøgsperioden ved kølige Omgivelser en betydelig og ganske jævn Ændring af Behagelighedsfølelserne i Retning af „ubehageligt koldt“. Denne Ændring kan altsaa ikke skyldes Ændring i Kropstammens Temperaturer, men kan tænkes at bero paa den stadig fortsatte Afkøling af Ekstremiteterne (Fig. 34).

Det maa dog fremhæves, at der hos de forskellige Fpr. ved samme Ydertemperatur er betydelige Forskelle i Fodtemperaturen. Til Trods herfor er der, især hos de unge Fpr., kun meget ringe Forskel paa den Ydertemperatur, ved hvilken Opvarmningen findes behageligst. Hvilken Ydertemperatur og dermed



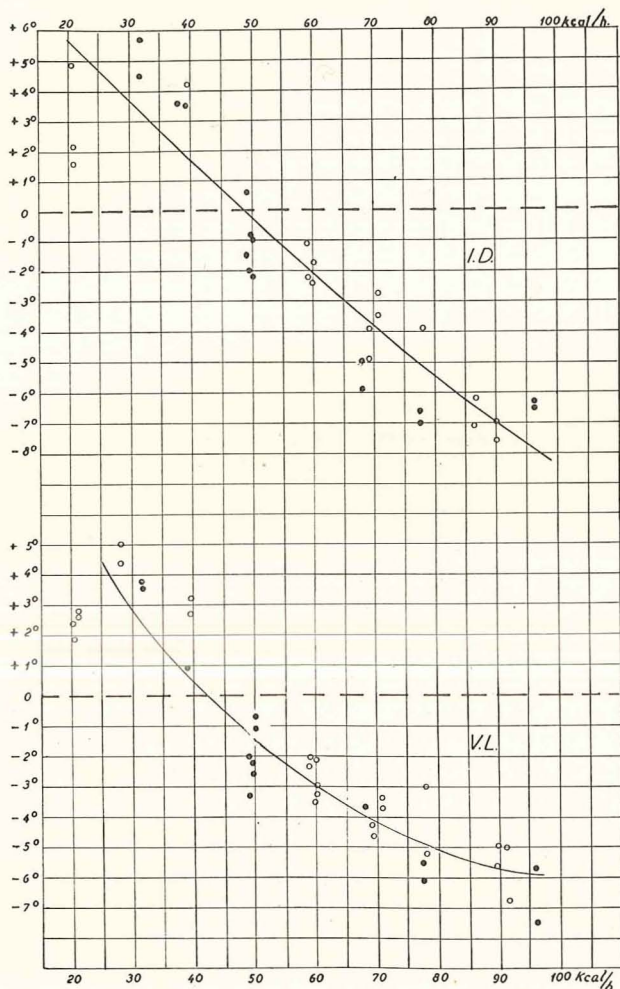


Fig. 34. Hudtemperaturændring paa Anklerne hos unge kvindelige Fpr. fra  $\frac{1}{2}$  Time efter Forsøgets Paabegyndelse indtil Forsøgets Slutning. (The change in skin temperature on the feet of young women from  $\frac{1}{2}$  hour after the beginning until the end of the experiment).

Ekstremitetstemperatur, der findes behagelig, beror muligvis til en vis Grad paa en Vane, og f. Eks. synes de unge kvindelige Fpr. for en given Behagelighedsgrad at have tilvænnnet sig til en lavere Fodtemperatur end de mandlige Fpr. Dette forklarer ikke den nøje Overensstemmelse i den subjektive Vurdering af Yder-temperaturen hos de unge Fpr., med mindre disse er tilvænnnet til meget ensartede Ydertemperaturer. Paa den anden Side er

det ikke hermed modbevist, at Ekstremitetstemperaturerne er af væsentlig Betydning for Behagelighedsfølelserne.

Som allerede omtalt er Legemstemperaturen hos de unge kvindelige Fpr. ganske upaavirket af de store Forskelle i Ydertemperaturen, og hos de unge mandlige Fpr. er der kun et ringe Fald ved aftagende Ydertemperatur; derimod er der hos de ældre Mænd et betydeligt Fald i Legemstemperaturen ved aftagende Ydertemperatur. Denne Forskel i Reaktion kan ikke skyldes Forskelle i Klædedragten, som netop er varmest hos de ældre Mænd. Der er endvidere ingen væsentlig Forskel i Hudtemperaturen hos de ældre og de unge mandlige Fpr. Den sandsynligste Forklaring paa den forskellige Reaktion er da, at Stofskiftet (Varmeproduktionen) ved aftagende Ydertemperatur forøges mindre hos de ældre end hos de unge Fpr.

Den væsentligste fysiologiske Reaktion, der her er iagttaget som Følge af utilstrækkelig Opvarmning, maa siges at være den kraftige Afkøling af Ekstremiteterne, især af Fødderne, der finder Sted hos alle 3 Grupper af Fpr. Meget lave Fodtemperaturer er tidligere blevet paavist. *Du Bois* (1938) angiver saaledes, at en nøgen Fp. efter 2 til 3 Timer i fuldstændig Hvile i kølige Omgivelser havde Fodtemperaturer, som næsten var lig med Lufttemperaturen, og at Tærnes Temperatur paa Grund af Fordampning endog var 1—2° under Lufttemperaturen. At Mennesker ofte udsættes for lave Fodtemperaturer fremgaar ogsaa af Undersøgelser af *Schmidt-Nielsen* (1944), som fandt, at Smeltepunktet for Fedt fra Fødderne er meget lavere end for Kropsfedtet.

Som tidligere omtalt falder Fodtemperaturen mere hos de unge Kvinder end hos de øvrige Fpr., og ogsaa inden for de enkelte Grupper af Fpr. er der betydelige individuelle Forskelle. Man kunde nu eventuelt mene, at de Fpr., hos hvem Fodtemperaturen ved lav Ydertemperatur falder mest, derved viser den bedste Regulering, idet Legemstemperaturen ved samme Varmeproduktion bedre vil kunne opretholdes, jo mere Hudtemperaturen sænkes. En saadan Opfattelse er dog sikkert fejlagtig. Den bedste Regulering ved lav Ydertemperatur maa, selv om den er mere uøkonomisk, antages at være den, hvor Stofskiftet (Varmeproduktionen) forøges saa meget, at Legemstemperaturen kan opretholdes, samtidig med at Blodkredsløbet er saaledes indstillet, at der ikke sker en excessiv Afkøling af Ekstremiteterne. Stærk Afkøling af Fødderne maa antagelig anses for en ugunstig Reaktion; det synes bl. a. at fremgaa af den almindeligt kendte Er-



faring, at kolde Fødder — især hos Børn — let giver Anledning til Forkølelse. Dette skyldes imidlertid ikke som ofte antaget, at Afkølingen af Fødderne giver Anledning til en Nedsættelse af Legemstemperaturen. Som det tydeligt fremgaar af det foreliggende Materiale, er Rectaltemperaturen hos unge Mennesker inden for vide Grænser ganske upaavirket af Ændringer i Ydertemperaturen og Fodtemperaturen. Det er derimod en sandsynlig Mulighed, at der ved reflektorisk Indvirkning fra meget kolde Fødder kan ske en Blodkarforsnævring med deraf følgende Nedsættelse af Blodstrømmen andre Steder i Legemet, bl. a. i Mundhulens og Næsehulens Slimhinder, hvorved Modstandsevnen over for Infektion kan nedsættes. I Mundhulens Slimhinder er der normalt et saa livligt Blodkredsløb, at der kun er ringe Forskel paa Mundhuletemperaturen og Rectaltemperaturen, og ved aftagende Ydertemperatur falder Mundhuletemperaturen kun lidt mere end Rectaltemperaturen (se Tabel 6). Ved de koldeste Omgivelser ses imidlertid (Fig. 19 og 20 samt Tabel 5) hos flere af Fpr. og især hos Fp. G.L. en tydelig Tendens til pludseligt stærkere Fald i Mundhuletemperaturen til Trods for, at der ikke finder tilsvarende Fald Sted i Rectaltemperaturen (Blodtemperaturen). Denne Afvigelse mellem Mund- og Rectaltemperatur kan tænkes at bero paa, at Blodkredsløbet i Mundhulen hæmmes ved reflektorisk Paavirkning fra de kolde Fødder. For at undersøge denne Mulighed er der fornylig paa zoofysiologisk Laboratorium foretaget et Par orienterende Forsøg, hvor Fpr. i 2 Timer sad med Fødderne i koldt Vand ( $10-12^{\circ}\text{C}$ ). Hos den ene af Fpr. skete der i Løbet af ca. 10 Minutter fra Føddernes Anbringelse i det kolde Vand en Stigning i Mundtemperaturen paa  $0.3^{\circ}$  maalt paa Kindens Inderside og paa  $0.2^{\circ}$  maalt under Tungen, altsaa Stimulering af Blodkredsløbet. Derefter faldt Temperaturen imidlertid i Løbet af ca. 1 Time som Følge af den stadige Paavirkning fra de kolde Fødder  $1.0^{\circ}$  paa Kindens Inderside og  $0.5^{\circ}$  under Tungen. Rectaltemperaturen faldt i Løbet af hele Forsøget  $0.2^{\circ}$ . Hos den anden Fp. skete tilsvarende Temperaturændringer, men Udsvingene var her væsentlig mindre. Disse Forsøg, som bør fortsættes, synes altsaa at vise, at Mundtemperaturen kan paavirkes ved en isoleret Afkøling af Fødderne.

Foruden den omtalte Mulighed for reflektorisk Indvirkning fra kolde Fødder maa det fremhæves, at der ved tilstrækkelig lave Temperaturer kan ske lokal Beskadigelse af Fødderne. T. Lewis (1941) angiver saaledes, at langvarig Paavirkning af Tem-



peraturer under  $15^{\circ}\text{C}$  er skadeligt for Vævet. I denne Forbindelse er det af Interesse, at Fodtemperaturen (maalt paa Ankelen) hos den kvindelige Fp. J. D. har nærmet sig til denne Værdi, og at Temperaturen paa Tærerne hos flere af Fpr. endog har været herunder; hos Fp. J. S. (Fig. 4) naaede den saaledes ved en Rumtemperatur paa  $12.1^{\circ}$  en Værdi paa  $13.6^{\circ}$ .

Som det flere Gange har været omtalt i dette Arbejde, ligger Fodtemperaturen hos de unge Kvinder væsentligt lavere end hos de mandlige Fpr., og endvidere er Behagelighedstoleransen overfor Kulde mindre, idet den nedre Grænse for Behagelighedsområdet ligger væsentligt højere end hos de mandlige Fpr. (se Side 30). Det er nærliggende at sætte disse forskellige Reaktionen i Forbindelse med Klædedragten, som (se Side 18—19) er betydeligt lettere hos Kvinderne end hos Mændene. Da der imidlertid kun er ringe Forskel mellem Indifferenspunkterne, og da den øvre Grænse for Behagelighedsområdet hos de unge Kvinder ikke ligger højere, men snarere lavere end hos de mandlige Fpr., synes der ogsaa at gøre sig andre Forskelle gældende end blot saadanne, som er beroende paa en forskellig Varmeisoleringssevne af Klædedragten. Det kan ogsaa anføres, at *Ipsen* (1936) ved Maalinger af Fodtemperaturen paa sengeliggende Patienter — altsaa ved samme ydre Betingelser — fandt væsentlig større Spredning hos de kvindelige end hos de mandlige Patienter, og Forfatteren anfører, at det navnlig var mærkværdigt, at de laveste Temperaturet fra  $32^{\circ}$  og ned alle fandtes hos Kvinderne. — Det vilde være af betydelig Interesse at foretage en Undersøgelse over Klædedragtens Betydning hos Mænd og Kvinder, f. Eks. ved at udføre Forsøg med Kvinder i Mandsdragt eller omvendt, for herved at faa belyst, i hvor høj Grad de lavere Fodtemperaturer og det snævrere Behagelighedsomraade, der her er paavist hos de unge Kvinder, beror paa en uhensigtsmæssig Beklædning. For de mandlige Fpr. gør der sig med Hensyn til Behagelighedsomraade og Hudtemperaturer ikke store Forskelle gældende. Snarest ligger Opvarmningstilstanden i Behagelighedsområdet hos de ældre Fpr. ved lidt lavere Værdier end hos de unge. Dette skyldes maaske de ældre Fpr.'s varmere Paaklædning. Forsøgene med de unge Mænd er udført fra 15. Sept.—15. Okt. og med de ældre Mænd fra 23. Nov.—18. Dec. At Forsøgsresultaterne som Følge heraf i nævneværdig Grad skulde være paavirket af større Akklimatisering til lave Ydertemperaturer hos de ældre end hos de unge anses dog for tvivlsomt; men Spørgsmaalet kan kun

besvares med Sikkerhed ved Hjælp af en Undersøgelse over Akklimatiseringens Betydning.

Til Slut skal kort omtales det teoretiske Spørgsmaal, hvorvidt det er muligt at forklare Behagelighedsfornemmelserne i de foreliggende Forsøg alene ud fra en Paavirkning af Hudens Temperatursanseorganer. Det er en almindelig Antagelse, at det adæquate Irritament for Temperatursansen ikke er den absolutte Temperatur, men en Ændring af Hudens og dermed af Temperatursanseorganernes Temperatur; en Nedsættelse af Hudens Temperatur skulde saaledes betinge en Fornemmelse af Kulde, og Fornemmelsens Styrke skulde være afhængig af Temperaturnedsættelsens Hastighed. Saadanne Temperaturændringer (se f. Eks. Fig. 7) er utvivlsomt størst ved Forsøgenes Begyndelse og er stadig aftagende i Løbet af Forsøgsperioden; Fornemmelsernes Intensitet er derimod (i kølige Omgivelser) stadig tiltagende under Forsøget. Bedre Overensstemmelse kan opnaas ved Hjælp af den Anskuelse (sml. *Bazett* og *McGlone* 1926), at Temperaturfornemmelserne beror paa Stejlheden af Temperaturgradienten gennem Hudvævene. Da Ekstremiteterne (navnlig Fødderne) stadig afkøles under hele Forsøget, er der Mulighed for, at Stejlheden af Temperaturgradienten gennem Hudvævene stadig forøges, og dette kunde da være Aarsag til Fornemmelsens stigende Intensitet.

Forskelligt tyder dog paa, at Behagelighedsfornemmelserne i disse Forsøg ikke er udløst alene fra Hudens Temperatursanseorganer. Disse angives saaledes at være Genstand for udpræget Adaptation, altsaa at Fornemmelsen ved konstant Paavirkning af Sansorganet aftager eller eventuelt helt ophører. Noget saadant har ikke været bemærket ved de forskellige Behagelighedsfornemmelser i disse Forsøg, heller ikke i Forsøgene i varmere Omgivelser, hvor der i over 2 Timer er opnaaet fuld Temperaturligevægt, og hvor Irritamentet følgelig er konstant (se f. Eks. Fig. 6). Den Fornemmelse af Kulde, man faar i Begyndelsen ved Overgang fra et varmere til et koldere Rum og af Varme ved Overgang fra et koldere til et varmere Rum, og for hvilken der er udpræget Adaptation, synes ogsaa at være af en anden Karakter end den senere Fornemmelse i Retning af „ubehageligt koldt“, henholdsvis „ubehageligt varmt“, for hvilken der ikke er Adaptation, men tværtimod selv for ganske moderate Paavirkninger kan finde en stadig Stigning Sted i Intensitet.

For varme Omgivelser fandt *Winslow*, *Herrington* og *Gagge*,



som tidligere (Side 60) omtalt, en Correlation mellem Behagelighedsfølelserne og „wetted area“. Ogsaa i de foreliggende Forsøg sker der sikkert en Ændring i Størrelsen af „wetted area“, idet den relative Fugtighed under Klædedragten, som det fremgaar af Fig. 30 og 31, forøges meget betydeligt i varme Omgivelser. Hvorvidt „wetted area“ har nogen større Betydning for Følelsen af „ubehageligt varmt“, og hvilke andre Sansesindtryk — ud over de fra Hudens Temperatursans hidrørende — der eventuelt medvirker ved Fremkomsten af vore Behagelighedsfølelser med Hensyn til Kulde og Varme, kan der dog ikke tages Stilling til paa Grundlag af det foreliggende Materiale.

### SAMMENFATTENDE OVERSIGT

Der er i Boligopvarmningsudvalgets Forsøgsrum paa Teknologisk Institut udført en Række fysiologiske Undersøgelser med det Formaal at bestemme, ved hvilken Opvarmningsgrad der opnaas størst Behagelighed, samt at bestemme Behagelighedsområdet Bredde hos Fpr. af forskellig Type, endvidere at undersøge hvilke fysiologiske Reaktionen, der ligger til Grund for de hertil svarende Følelser. Som Fpr. er anvendt 4 unge Mænd (Studenter), 4 unge Kvinder (Studiner) samt 4 ældre Mænd (Beboere af „De gamles By“).

Som Maal for Opvarmningstilstanden er anvendt Varmeafgivelsen fra Maaletmostaten J. H., og det er diskuteret (Side 9—12), hvorvidt der herved for de foreliggende Forsøgsbetingelser opnaas et tilstrækkeligt godt Maal for Opvarmningstilstandens Indflydelse paa Fpr. Endvidere er der i alle Forsøgene foretaget Bestemmelse af Middelvægttemperaturen ( $T_V$ ) (se Side 14) og Middellufttemperaturen ( $T_L$ ), hvoraf „Rumtemperaturen“ ( $T_R$ ) er beregnet som Gennemsnitsværdien af  $T_L$  og  $T_V$  Temperaturfordelingen i Forsøgsrummet ved en høj, en middel og en lav Opvarmningsgrad er angivet i Tabel 1, og Relationen mellem Varmeafgivelsen fra J. H. og  $T_V$ ,  $T_L$  og  $T_R$  er fremstillet i Fig. 2.

Opvarmningstilstanden er i Forsøgene med de unge Mænd varieret mellem en Rumtemperatur paa ca. 28.5° og ca. 11°, i Forsøgene med de unge Kvinder mellem ca. 28.5° og ca. 13.5° og i Forsøgene med de ældre Mænd mellem ca. 27° og ca. 13°. Den



relative Luftfugtighed har i alle Forsøgene holdt sig imellem ca. 45 % og ca. 55 %.

Behagelighedsbestemmelserne er foretaget ved Hjælp af en 7-delt Skala (Side 17), som tillader en nøje Vurdering af Behagelighedsomraadets øvre og nedre Grænser samt af Opvarmningstilstanden svarende til optimal Behagelighed.

Der er under Forsøgene foretaget kontinuerlige Bestemmelser af Fpr.s Hudtemperatur samt (i en Del af Forsøgene) af den relative Luftfugtighed under Klædedragten ved Hjælp af Krogh's Mikroklimatografer. Disses Anvendelse til Bestemmelse af Hudtemperaturer er kontrolleret (Fig. 3) ved Hjælp af særligt egnede Hudtermoelementer. Rectaltemperaturen er bestemt ved Begyndelsen og Slutningen af hvert Forsøg, og endvidere er der med regelmæssige Mellemrum under hele Forsøgsperioden foretaget Bestemmelser af Mundtemperaturen.

Fpr. var under Forsøgene, der varede 3 Timer og 40 Minutter, beskæftiget med almindeligt stillesiddende Arbejde (Læsning og Skrivning). Forud for Forsøgene tilbragte de ca.  $\frac{1}{2}$  Time i et behageligt opvarmet Forlokale.

Der er ialt udført 62 Enkeltforsøg, hvert omfattende Forsøg paa 2 Fpr. I Fig. 4—9 er fremstillet Eksempler paa saadanne Enkeltforsøg, der skal tjene til at vise, hvorledes de undersøgte Funktioner hos Fpr. af forskellig Type og ved forskellig Opvarmningstilstand varierer i Løbet af Forsøgsperioden. Det bemærkes især, at Kurverne for Behagelighedsfornemmelserne i kølige Omgivelser i Løbet af Forsøgsperioden er jævnt aftagende i Retning af mere og mere ubehageligt koldt. Samtidig er ogsaa Fodtemperaturerne stadig faldende, hvorimod Hudtemperaturen paa Kroppen under Størstedelen af Forsøgsperioden holder sig praktisk talt konstant.

Behagelighedsfornemmelserne fra Slutningen af de enkelte Forsøg er i Fig. 10—12 fremstillet i Relation til Opvarmningstilstanden, og de tilsvarende Bestemmelser fra Begyndelsen af Forsøgene er fremstillet i Fig. 13—15. Disse Figurer viser, at Behagelighedsfornemmelserne for de enkelte Fpr. kan afbildes som en Funktion af Opvarmningstilstanden. Kurverne synes for nogle af Fpr. at være rette Linier, hos andre er de svagt krummede, og Krumningen er modsatrettet hos de to Kø.

Ved Hjælp af Behagelighedskurverne i Fig. 10—15 opnaas en sikker Bestemmelse af Opvarmningstilstanden svarende til den øvre og nedre Grænse for Behagelighedsomraadet saavel som

til optimal Behagelighed. Saadanne Bestemmelser svarende til Slutningen af Forsøgene er opstillet i Tabel 2, medens Bestemmelserne svarende til Begyndelsen af Forsøgene er opstillet i Tabel 3. Tabellerne viser, at Opvarmningstilstanden ved optimal Behagelighed er overordentlig ensartet hos alle de unge Fpr., det samme gælder for den øvre Grænse af Behagelighedsomraadet. Derimod ligger den nedre Grænse væsentlig højere, og Behagelighedsomraadets Bredde er derfor væsentlig mindre hos de unge Kvinder end hos de unge Mænd. Hos de ældre Mænd, hvor der er større individuelle Forskelle, er Behagelighedsomraadets Bredde (ved Slutningen af Forsøgene) omtrent som hos de unge Mænd.

En Sammenligning mellem Behagelighedsomraadet ved Begyndelsen og Slutningen af Forsøgsperioden (Tabel 4) viser, at den Ydertemperatur, der maa kræves, for at Fpr. kan opnaa optimal Behagelighed, ikke er konstant, men maa stige betydeligt i Løbet af Forsøgsperioden. Det samme gælder i endnu højere Grad for den nedre Grænse af Behagelighedsomraadet, hvorimod den øvre Grænse ligger fast eller kun udviser mindre Forskydninger. Som Følge heraf er Behagelighedsomraadets Bredde større ved Begyndelsen end ved Slutningen af Forsøgene. Det omtales (Side 39—40), hvorledes Opvarmningsgraden paa Baggrund af disse Forsøgsresultater — for tilsvarende Betingelser som i de foreliggende Forsøg — i Praksis maa variere, for at den kan tilfredsstille Kravene for optimal Behagelighed, eller for at den kan være forenelig med, at Beboerne netop befinder sig inden for Behagelighedsomraadet.

Rectaltemperaturen er hos de unge kvindelige Fpr. (Fig. 17) inden for hele det undersøgte Omraade ganske upaavirket af Ydertemperaturen, hos de unge mandlige Fpr. (Fig. 16) viser den ved aftagende Ydertemperatur et ganske svagt Fald, som dog for hele det undersøgte Omraade ikke er større end svarende til den Variation, der normalt forekommer ved konstant Opvarmningstilstand. Hos de ældre Fpr. (Fig. 18) viser den derimod et betydeligt Fald ved aftagende Ydertemperatur. Aarsagen hertil er diskuteret (Side 64).

Mundtemperaturen (Fig. 19—20 og Tabel 6) er kun lidt lavere end Rectaltemperaturen og viser ved aftagende Ydertemperatur et Fald, som kun er lidt større end det tilsvarende Fald i Rectaltemperaturen. Ved de laveste Ydertemperaturer ses dog hos flere af Fpr. Tendens til pludseligt stærkere Fald i Mundtempe-



raturen, uden at der finder tilsvarende Fald Sted i Rectaltemperaturen.

Hudtemperaturen paa Kropstammen (Fig. 21—25) falder forholdsvis lidt ved aftagende Ydertemperatur; mest falder den hos de unge Kvinder; men selv hos disse finder Temperaturændring paa Kropstammen i Almindelighed kun Sted i den første halve Time af Forsøgsperioden (Fig. 32—33).

Hudtemperaturen paa Ekstremiteterne (Fig. 26—29), navnlig paa Fødderne, falder meget stærkt ved aftagende Ydertemperatur. Mest falder Fodtemperaturen hos de unge Kvinder, hvor den ved Slutningen af Forsøgene (Tabel 7) ved middelvarme Omgivelser er ca.  $6^{\circ}$  lavere og ved kolde Omgivelser godt  $4^{\circ}$  lavere end hos de mandlige Fpr. og kun faa Grader højere end Lufttemperaturen. I Modsætning til hvad Tilfældet er for Kropstammens Temperaturer, er Fodtemperaturene ogsaa faldende senere i Forsøgsperioden (Fig. 34). Samtidig ændres Behagelighedsfølelserne i Retning af mere og mere „ubehageligt koldt“ (Tabel 5 samt Fig. 4 og 7).

Af de fremlagte Forsøgsresultater sluttet det, at Fornemmelser af „ubehageligt koldt“ for en væsentlig Del beror paa Afkøling af Ekstremiteterne, navnlig Underekstremiteterne, hvorimod Kropstammen kun er af mindre Betydning herfor. For en given „Behagelighedsgrad“ er der imidlertid hos de forskellige Fpr. betydelige Forskelle i Fodtemperaturen, og der er Grund til at antage, at Tilvænningen er af en vis Betydning for, ved hvilke Ekstremitetstemperaturer en bestemt „Behagelighedsgrad“ udløses.

Den fysiologisk-hygieniske Betydning af kolde Fødder diskuteres Side 64—66. Det fremhæves, at stærk Afkøling af Fødderne medfører Fare for reflektorisk Hæmning af Blodkredsløbet andre Steder i Legemet; og Muligheden for Sammenhæng mellem Afkølingen af Ekstremiteterne og de tidligere omtalte pludselige stærkere Fald i Mundtemperaturen ved de laveste Ydertemperaturer samt orienterende Forsøg til Belysning af dette Spørgsmaal omtales. Endvidere omtales det, at de maalte Fodtemperaturer i enkelte Tilfælde nærmer sig til Værdier, hvor der kan blive Tale om direkte skadelig Virkning paa Føddernes Væv.

Klædedragtens Betydning for de forskellige Reaktioner hos de kvindelige og de mandlige Fpr. er diskuteret Side 66. Der foretaas Undersøgelser til Belysning af Spørgsmaalet, i hvor høj Grad det snævrere Behagelighedsomraade og de lavere Fodtemper-



peraturer, der er paavist hos unge Kvinder, beror paa uhensigtsmæssig Paaklædning.

Det er diskuteret (Side 67—68), hvorvidt Behagelighedsfønelserne i de foreliggende Forsøg kan forklares alene ud fra en Paavirkning af Hudens Temperatursanseorganer, og det er vist, at den almindelige Opfattelse, at Hudtemperaturændringer er et Maal for Temperatursansens adækvate Irritament, ikke er forenelig hermed, men at bedre Overensstemmelse kan opnaas ved Hjælp af den Anskuelse, at Temperaturfønelserne beror paa Stejlheden af Temperaturgradienten igennem Hudvævene. Forskelligt tyder dog paa, at andre Sanseindtryk — ud over de, der hidrører fra Hudtemperatursansen — medvirker ved Fremkomsten af Behagelighedsfønelserne.

## STUDIES ON THE RELATION BETWEEN SENSATIONS OF COMFORT, DEGREE OF HEATING AND PHYSIOLOGICAL REACTIONS

The object of the investigation is to determine for different types of subjects the degree of heating corresponding to optimal comfort and to the upper and lower limit of the comfort zone and further to study the physiological reactions, which are the cause of the sensations. As subjects are used 4 young men, 4 young women and 4 old men.

The experiments are carried out in the Technological Institute of Copenhagen. The experimental room is built as a normal Danish living room, and is surrounded by shell spaces with controlled temperatures (fig. 1 a and fig. 1 b). The room is heated by a radiator placed beneath the window. The combined effect of the environmental factors influencing body heat loss in the experimental room is measured by the heat loss from an artificial man\*), clad in normal Danish dress and with the average skin temperature maintained at a constant value of 33.4° C. The air temperatures are measured at different levels above the floor by thermocouples protected against radiation and the wall temperatures etc. by thermocouples fixed to the walls by means of adhesive tape. Table 1 shows the temperature distribution in the experimental room from experiments with high, low and middle degree of heating, and the relation between heat loss from artificial man and mean air temperature, ( $T_L$ ), mean wall temperature

---

\*) For a detailed description of the artificial man, which is constructed according to the directions of engineer *O. Juel Jørgensen*, see contribution number 2 from the committee for the study of domestic heating.



( $T_V$ ) and „room temperature“, ( $T_R$ ), defined as  $\frac{T_L + T_V}{2}$  is given in fig. 2.

In the experiments with young men the „room temperature“ is varied between 28.5° C and 11° C, in the experiments with young women between 28.5° C and 13.5° C and in the experiments with old men between 27° C and 13° C. The relative humidity of the air is in all experiments between 45 % and 55 %.

The sensations of comfort are recorded by means of a scale of seven steps.

1. Very uncomfortably warm
2. Uncomfortably warm
3. Not uncomfortably warm
4. Indifferent
5. Not uncomfortably cold
6. Uncomfortably cold
7. Very uncomfortably cold

Every half hour of the experimental period the subject gives a comfort vote corresponding to the units or a fractional part of the units of the scale. With this scale the limits of the comfort zone are sharply defined, all votes between 3 and 5 being within the comfort zone.

The skin temperatures and (in a part of the experiments) the relative humidity under the clothing are determined by means of *Kroggh's* microclimate recorders, which for skin temperature measurements are checked (fig. 3) by means of skin thermocouples. The body (rectal) temperature is measured at the beginning and at the end of the experiment, and the mouth temperature every half hour during the experimental period.

Before the experiments, the duration of which is 3 hours and 40 minutes, the subjects, who during the experiments are dressed in their usual clothes spend  $\frac{1}{2}$  hour in a comfortably heated room. Two subjects are studied at a time, and during the experiment ordinary sedentary occupation as reading and writing is allowed but all talk about comfort sensations is prohibited.

Altogether 62 single experiments, each covering experiments on two subjects are carried out. Examples of such single experiments are given in fig. 4—9, which in different types of subjects and at different degree of heating show the variations during the experimental period in the functions studied. Espe-

cially is to be noticed, that in cool surroundings the curves for the sensations of comfort during the experimental period are steadily decreasing towards more and more „uncomfortably cold“. At the same time are also the temperatures of the extremities and especially the foot temperatures decreasing whereas the temperatures on the trunk during the main part of the experimental period are maintained at a practically constant level.

The determinations of the sensations of comfort from the last third of the single experiments are in fig. 10—12 plotted against the corresponding values of the heat loss from the artificial man; and the determinations from the beginning of the experiments (first hour) are shown in the same way in fig. 13—15. The figures show that the determinations with relatively small scattering are grouped around curves characteristic for each subject. These comfort curves seem for some of the subjects to be straight lines, and for other subjects to be slightly curved and the curvature goes then for men and women in opposite directions.

By means of the comfort curves in fig. 10—15 an accurate determination of the comfort zone for each subject can be obtained. Table 2 contains such determinations of the comfort zone (expressed by the heat loss from artificial man, Cal, the „room temperature“,  $T_R$ , and the mean air temperature,  $T_A$ ) from the end of the experimental period and table 3 the corresponding determinations from the beginning of the experimental period. The tables show that the temperature level corresponding to optimal comfort (vote 4) is extremely uniform in all the young subjects; the same is true for the upper limit of the comfort zone (vote 3). The lower limit is on the other hand at an essentially higher temperature level and the range of the comfort zone therefore essentially narrower in the young women than in the young men. In the old men, who are showing bigger individual differences than the young subjects, the range of the comfort zone (at the end of the experimental period) is nearly as in the young men.

A comparison between the comfort zone at the beginning and at the end of the experiments (table 4) shows, that the environmental temperature required for optimal comfort is not constant but increases considerably in the course of the experimental period. The same holds good — and to a still higher degree — for the lower limit of the comfort zone, whereas the upper limit is constant or is showing only small differences. Consequently the range of the comfort zone is wider at the beginning than at



the end of the experiments. — For conditions as in the present experiments the mean air temperature\*) for optimal comfort increases about  $2^{\circ}\text{C}$ , from about  $20^{\circ}\text{C}$  (for young women about  $1/2^{\circ}\text{C}$  higher and for old men about  $1/2^{\circ}\text{C}$  lower) to about  $22^{\circ}\text{C}$  in the course of  $2\frac{1}{4}$  hours, and for men being just within the comfort zone (at lower limit) it has on an average to increase about  $3^{\circ}\text{C}$  from about  $15^{\circ}\text{C}$  to about  $18^{\circ}\text{C}$  in the course of  $2\frac{1}{4}$  hours; for young women (at lower limit) it should on an average increase from about  $17.5^{\circ}\text{C}$  to about  $20^{\circ}\text{C}$ .

In the young women the rectal temperature (fig. 17) is within the whole temperature range studied completely uninfluenced by the change in the environmental temperature. In the young men (fig. 16) the rectal temperature is slightly falling by decreasing environmental temperature, but the fall is not larger than corresponding to the variation normally existing at constant degree of heating. The old men (fig. 18) on the other hand show a considerable fall in rectal temperature by decreasing environmental temperature.

The mouth temperature (fig. 19—20 and table 6) is only a little lower than the rectal temperature and is by decreasing environmental temperature only a little more falling than corresponding to the fall in rectal temperature. But in the coldest environment several of the subjects show a tendency to a sudden more rapid fall in mouth temperature although the rectal temperature is continuing only the same slight decrease.

The skin temperature on the trunk (fig. 21—25) falls only slightly by decreasing environmental temperature, and even in the young women, who are showing the largest fall, temperature changes are taking place only in the first half hour of the experimental period, so that the trunk temperatures also in these subjects (fig. 32—33) are commonly maintained at a constant level during the main part of the experimental period.

The skin temperatures on the extremities (fig. 26—29) particularly on the feet are rapidly falling by decreasing environmental temperature. In the young women, who are showing the largest fall, the foot temperature at the end of the experiments (table 7) is in middle warm surroundings about  $6^{\circ}\text{C}$  lower and in cold sur-

---

\*) Mean air temperature in the experimental room is (see table 1) even with large variations in the degree of heating practically equal to the air temperature measured 70 cm above the floor.



roundings about 4° C lower than in men and only a little higher than the air temperature. Contrary to the trunk temperatures the foot temperatures are also falling later in the experimental period (fig. 34); at the same time the sensations of comfort are changing in the direction of more and more „uncomfortably cold“ (table 5 and fig. 4 and 7).

From the experimental results here presented it is concluded, that sensations of „uncomfortably cold“ are mainly due to cooling of the extremities particularly the lower extremities, whereas the trunk is of only minor importance. However, for a certain „degree of comfort“ there are in different subjects considerable differences in the temperature of the extremities and there is reason to believe that the extremity temperatures required for a certain „degree of comfort“ is partly a matter of individual habit.

The physiological significance of cold feet, which is the most pronounced effect of an insufficient heating, is discussed (page 64—66) and it is emphasized, that a considerable lowering of the foot temperature may be a harmful effect involving the risk of reflex vasoconstriction in other parts of the body. The before mentioned rapid fall in mouth temperature without corresponding decrease in body temperature happening in some of the subjects in the coldest environment may be the result of such reflex vasoconstriction. Further it is pointed out, that the foot temperatures measured in some cases are approaching values (about 15° C, *Lewis 1941*) at which direct harmful effect on the tissues might be expected.

The different reactions in the different groups of subjects — particularly the narrower range of the comfort zone and the lower foot temperatures found in the young women — may partly be due to differences in the clothing. On the other hand the environmental temperature corresponding to optimal comfort and to the upper limit of the comfort zone are practically the same in the young men and in the young women in spite of the differences in the clothing, and the body temperatures of the old men is showing the largest fall in spite of the fact, that the clothing of the old men is warmer than in the other subjects.

It is discussed (page 67—68) how far the sensations of comfort in the present experiments can be explained exclusively from an action of the environment upon the temperature sense of the skin, and it has been shown that no agreement can be obtained,

supposing that skin temperature changes are a measure for the stimulus of the temperature sense, but that better agreement can be obtained supposing that the sensations of comfort depend upon the steepness of the temperature gradient through the skin tissues. However, the complete absence of any adaptation even at the most moderate cold or warm influences together with the fact that the character of the sensations of „uncomfortably cold“ etc. and the pure skin temperature sensations are not identical seem to indicate that other sensations — besides the skin temperature sensations — are contributing to the building up of the sensations of comfort.



### *Litteratur.*

- Bazett, H. C. and McGlone, B., Amer. Journ. Physiol. 82, 415, 1927.  
Bedford, T., Med. Res. Council, Report. No. 76, 1936.  
Gagge, A. P., Winslow, C. E. A., and Herrington, L. P., Amer. Journ. Physiol. 124, 30, 1938.  
Hardy, J. D. and Du Bois, E. F., Journ. of Nutrit. 15, 461, 477, 1938.  
Ipsen, J., Hauttemperaturen, Levin & Munksgaard, Kopenhagen, und Georg Thieme, Leipzig, 1936.  
Krogh, A., Boligopvarmningsudvalgets Meddelelse Nr. 5, København 1947.  
Lewis, T., Brit. med. Journ. II, 795, 1941. (cit. fra The Lancet, Febr. 1945, pag. 214).  
Nielsen, M., Skand. Arch. f. Physiol. 79, 193, 1938.  
Nielsen, M., Boligopvarmningsudvalgets Meddelelse Nr. 7, København 1947.  
Pedersen, L., Boligopvarmningsudvalgets Meddelelse Nr. 2, København 1947.  
Schmidt-Nielsen, K., Festskrift til August Krogh, København 1944.  
Winslow, C. E. A., Herrington, L. P. and Gagge, A. P., Amer. Journ. Physiol. 26, 103, 115, 1937.  
— A. S. H. V. E. Transactions, 44, 179, 1939.

*Bemærkninger af Professor F. C. Becker til nærværende  
Meddelelse Nr. 3.*

Meddelelsen vedrører fysiologiske Undersøgelser i Relation til opvarmningstekniske Forhold; om disse sidste bemærkes:

Et Rums Opvarmningstilstand — der er det i Meddelelsen dominerende tekniske Forhold — er et teknisk Begreb, der beskrives ved Rummets termiske Felter; men Forfatteren angiver imidlertid i Almindelighed Forsøgsrummets Opvarmningstilstand ved Hjælp af en kalorisk Størrelse, nemlig den stillestaende Maaledukke J. H.'s Varmeafgivelse (Side 15), der kun er en ubestemt afledet Størrelse af Rummets Opvarmningstilstand.

Meddelelsen rummer ingen Redegørelse for Maaledukkens Ejendommeligheder som Maaleinstrument og giver ingen Oplysning om, at en given Visning af Maaledukken kan dække over en Mangfoldighed af Opvarmningstilstande; den Side 12 anførte ukritiske Vurdering af Maaledukken er derfor ubegrundet.

Ved det i Opvarmningstekniken veldefinerede Begreb: „Rumtemperatur“ forstaaes et retningsbestemt, termisk Maal i Forhold til en Flade, hvilket Maal giver det samlede Udtryk i Forhold til Fladen for Rummets Luft- og Vægttemperatur under rationel Hensyntagen til disses Vægt; men i Meddelelsen beskrives „Rumtemperatur“ rent vedtægtsmæssigt som Gennemsnittet af et Rums Luft- og Vægttemperaturer.

Paa Grund af forannævnte Brist i præcis Udtryksform bliver Forbindelsen mellem Meddelelsens Iagttagelser og opvarmnings- tekniske Forhold ganske løs.

*F. C. Becker.*

*Svar paa Professor F. C. Beckers Bemærkninger.*

Til Professor Beckers Kritik af Angivelsen af Forsøgsrummets Opvarmningstilstand ønsker Boligopvarmningsudvalgets Forsøgsudvalg og Forfatteren at bemærke følgende:



Paa Side 9—11 er det klarlagt, at Opvarmningstilstanden i et Værelse med en ensartet Temperaturfordeling i det væsentlige kun har Indflydelse paa Mennesket gennem en Paavirkning af dets totale Varmeafgivelse ved Straaling + Konvektion, og at man ved Varmeafgivelsen fra Maalettermostaten J. H. kan opnaa et Maal herfor i saa høj Grad, som dette er muligt ved Hjælp af et fysisk Maaleinstrument. Professor Becker anfører, at Meddelelsen „ingen Oplysninger giver om, at en given Visning af Maaledukken (J. H.) kan dække over en Mangfoldighed af Opvarmningstilstande“. At der ingen Oplysninger gives herom er urigtigt, idet det paa Side 11 netop udtrykkeligt fremhæves, at Varmeafgivelsen fra J. H. ikke — saa lidt som Menneskets totale Varmeafgivelse ved Straaling + Konvektion — er et tilstrækkeligt Maal for Opvarmningstilstanden, saafremt Temperaturfordelingen i Værelset ikke er ensartet, og der henvises til Boligopvarmningsudvalgets Undersøgelser (Meddelelse Nr. 9), der belyser dette Forhold. Temperaturfordelingen, der i de foreliggende Forsøg har været nogenlunde ensartet, er beskrevet paa Side 14.

For Vurderingen af Opvarmningstilstanden i et Værelse med uensartet Temperaturfordeling er iøvrigt følgende Forhold, til hvilke der ogsaa henvises paa Side 11, af stor Interesse. De foreliggende Forsøg (Meddelelse Nr. 3) har vist, at den væsentligste fysiologiske Reaktion som Følge af utilstrækkelig Opvarmning af et Værelse, hvor Temperaturfordelingen er nogenlunde ensartet, er en stærk Afkøling af Forsøgspersonens Underextremiteter, navnlig af Fødderne. I Meddelelse Nr. 4 er det vist, at selv en stærk Ændring af Temperaturen i Gulvzonen under samtidig Bi beholdelse af samme totale fysiologiske Kalorievirkning d. v. s., at de ydre Betingelser for Menneskets *totale* Varmeafgivelse ved Konvektion + Straaling er holdt konstant) kun paavirker Føddernes Temperatur i ringe Grad, men at Føddernes Temperatur derimod i det væsentligste bestemmes af Størrelsen af den totale Kalorievirkning. Den fysiologiske Forklaring paa disse tilsyneladende ejendommelige Forsøgsresultater er givet paa Side 23, Meddelelse Nr. 4. Sammenholdt viser Resultaterne fra Meddelelserne Nr. 3 og Nr. 4 altsaa, at selv naar der er Tale om en stærkt uensartet Temperaturfordeling, er Kendskabet til Værelsets totale fysiologiske Kalorievirkning, for hvilken man kan opnaa et Maal ved Hjælp af Varmeafgivelsen fra J. H., af største Betydning omend ikke altid tilstrækkelig for Vurderingen af Opvarmningstilstandens Indflydelse paa Mennesket.

Forsøgsrummets Opvarmningstilstand er foruden ved Varmeafgivelsen fra J. H. angivet ved Hjælp af Temperaturerne paa Rummets 6 begrænsende Flader samt ved Lufttemperaturerne i forskellig Højde over Gulvet (Tabel 1, Side 13) og i Fig. 2, Side 15 er vist Relationen mellem Varmeafgivelsen fra J. H. og Forsøgsrummets Middelvægttemperatur og Middellufttemperatur samt af „Rumtemperaturen“ beregnet som Gennemsnittet af Middelvægt- og Middellufttemperaturen; men der gøres udtrykkeligt opmærksom paa (Side 14), at denne Beregningsmaade saavel som enhver anden Beregningsmaade af „Rumtemperaturen“ er ganske usikker, saa længe man ikke i hvert Fald tilnærmelsesvis kender den relative Indflydelse af Luft- og Vægttemperaturerne paa Menneskets Varmeafgivelse. Undersøgelser af dette vigtige Spørgsmaal er imidlertid planlagt.

Af det ovenstaaende fremgaar det, at man, saafremt man anerkender, at et Værelses Opvarmningstilstand bør maales og vurderes ud fra dens Indflydelse paa Menneskelegemet, maa betragte Professor Beckers Kritik som ganske uberettiget.

*August Krogh*  
*E. S. Johansen*  
*J. L. Mansa*

*Carl Bruun*  
*Otto Juel Jørgensen*  
*Carl U. Simonsen*

*Marius Nielsen*