

Rapport

R5:1971

Inst. för Byggnadsstatik

Integrerade anläggningar för ljus, värme, och ventilation. Del 2

Lars Carlsson

Jan Gustavsson

Hans Hedlund

Jan Holmberg

Byggforskningen

Integrerade anläggningar för ljus, värme och ventilation. Del 2

Lars Carlsson, Jan Gustavsson,
Hans Hedlund & Jan Holmberg

I rapport R5:1971 föreslås en enhetlig metod för provning och redovisning av effektfördelningen i ventilerade belysningsarmaturer. Kompletta beskrivningar ges av kalorimeter, mätutrustning och tillvägagångssätt.

För uppföljning av integrerade ljus-, värme- och ventilationsanläggningar i drift lämnas förslag i form av ett formulär till vilka data som skall inskaffas vid fältmätningar.

Under hösten 1968 inventerades, på uppdrag av Statens råd för byggnadsforskning, de undersökningar och prov som gjorts inom och utom landet av integrerade system för ljus, värme och ventilation. Detta arbete utfördes av ovanstående arbetsgrupp, och redovisades i "Integrerade anläggningar för ljus, värme och ventilation, del 1", rapport 38:1969, Statens institut för byggnadsforskning. Vid undersökningen visade det sig vara mycket svårt att göra kvalitativa bedömningar av anläggningar och komponenter då dessa redovisas på olika sätt i litteraturen. För ventilerade belysningsarmaturer använder varje armaturfabrikant i stort sett sin egen mät- och redovisningsmetod.

Avsikten med rapport R5:1971 är att lämna förslag till en enhetlig mät- och redovisningsmetod för ventilerade belysningsarmaturer.

Rapporten innehåller förutom definitioner exempel på redovisning av data över effektfördelning, beskrivning av och måttuppgifter på kalorimeter, specifikation över erforderlig mätutrustning, beräkningsmetoder och beskrivning av förfaringsätt för testning av kanalansluten armatur för frånluft, kanalansluten armatur för tilluft, ka-

nalansluten armatur för frånluft med tilluftdon, armatur med sidoanslutna frånluftdon samt armatur för frånluft som ej kanalansluts.

Vid kontakter med olika länders belysningsorganisationer har framkommit att några provningsnormer inte finns. Däremot har Illuminating Engineering Society i USA utarbetat ett förslag till test- och redovisningsmetod.

Ett utkast till förslag till en enhetlig mät- och redovisningsmetod för ventilerade armaturer utsändes på remiss hösten 1969 till ett antal intresserade, varefter det slutgiltiga förslaget utarbetades. Speciellt har arbetsgruppen fäst sig vid remissvar från KTH, Elektrisk Anläggningsteknik, rörande existerande system för bestämning och redovisning av ljustekniska egenskaper från belysningsarmaturer.

Olika typer av kalorimetrar kan användas för att erhålla erforderliga data för en armatur.

Här har föreslagits en kalorimeter med kalibrerad värmeförlust. Temperaturen inuti kalorimetern kontrolleras och hålls konstant med en elektrisk värmekabel som placeras på kalorimeterns inre väggar. En sådan kalorimeter har byggts av plywood® och en serie provmätningar på kanalansluten lysrörslarmatur 4×40 W har utförts vid Institutionen för Uppvärmning och Ventilation, KTH. (FIG. 1 och 2.)

Mätningarna visade sig väl genomförbara. Dock hade kalorimetern svårt att komma till fortfarighet. Med den slutgiltiga utformningen av kalorimetern uppnåddes jämvikt i systemet på 2–3 timmar.

Mycket tyder på att kalorimetern kan vara byggd i ett material med lägre värmekapacitet, som t.ex. tunna alumi-

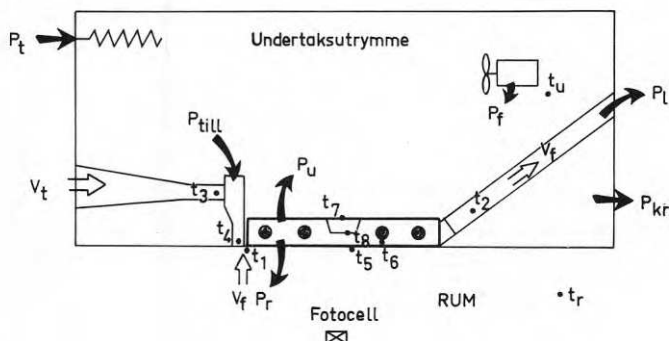


FIG. 1. Schematisk skiss av kalorimeter.
P=effekter, V=luftflöden, t=mätpunkter för temperaturer.

Bygghforskningen Sammanfattningar

R5:1971

Nyckelord:

armatur (belysning), ventilation, effektfördelning, testmetod, redovisningsmetod

belysning, artificiellt ljus, integrerat system, ljus, värme, ventilation

installationssystem, integrerat, ljus, värme, ventilation.

Rapport R5:1971 avser anslag nr D 428 från Statens råd för byggnadsforskning till Lars Carlsson, Jan Gustavsson, Hans Hedlund & Jan Holmberg.

UDK 628.93
53.083
697.97

Sammanfattning av:

Carlsson, L, Gustavsson, J, Hedlund, H, & Holmberg, J, 1971, *Integrerade anläggningar för ljus, värme och ventilation. Del 2. Förslag till enhetlig metod för provning och redovisning av effektfördelning i ventilerade belysningsarmaturer.* (Statens institut för byggnadsforskning) Stockholm. Rapport R5:1971, 52 s., ill. 12 kr.

Rapporten är skriven på svenska med svensk och engelsk sammanfattning.

Distribution:

Svensk Byggtjänst
Box 1403, 111 84 Stockholm
Telefon 08-24 28 60

Abonnemangsgrupp:

(i) installationer

niumplåtar med ett lätt isoleringsmaterial av t.ex. uretanplast.

Vid mätningarna bestämdes armaturrens effektfördelning för två olika temperaturer i undertaksutrymmet, 28°C resp. 32°C. (FIG. 3.)

Relativa ljusflödet bestämdes som funktion av frånluftsflöde och temperaturskillnad Δt . (FIG. 4.)

Beträffande vattenkylda armaturer föreligger i USA ett förslag till testning och redovisning. Arbetsgruppen införskaffade vid sitt studiebesök i USA en vattenkyld armatur, som kommer att användas vid vidare undersökningar som speciellt gäller system med sådana armaturer.

Det har visat sig omöjligt att få fram

data från integrerade anläggningar i drift. Att utföra fältmätningar på sådana anläggningar torde vara ett lämpligt examensarbete vid t.ex. KTH.

I rapporten lämnas förslag i form av ett formulär till vilka data som skall inskaffas från integrerade ljus-, värme- och ventilationsanläggningar i drift.

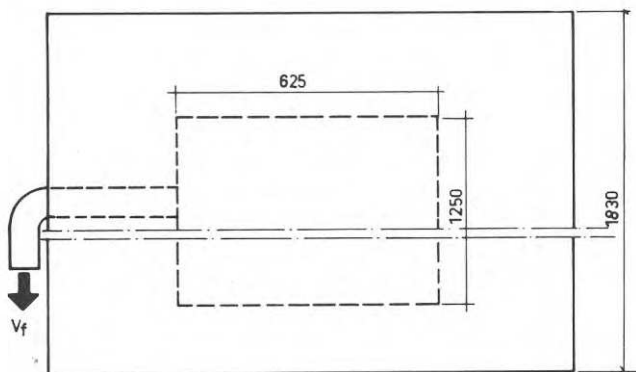


FIG. 2. Kalorimeterns dimensioner samt placering av termoelement. Plan och sektion.
 V =luftflöde, t =mätpunkter för temperaturer.

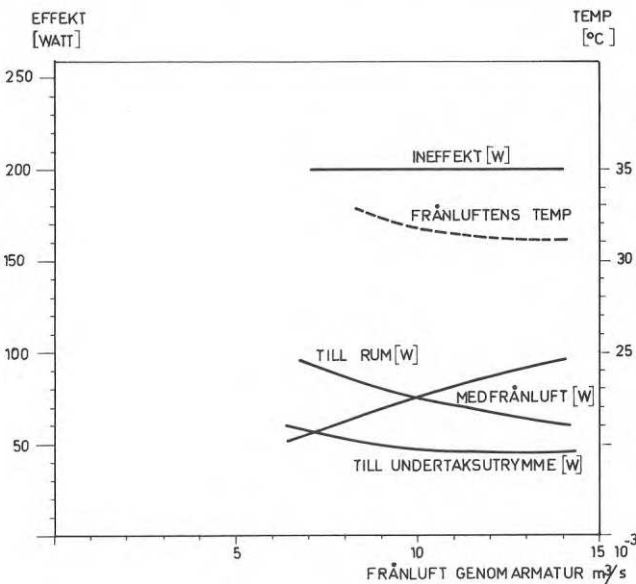
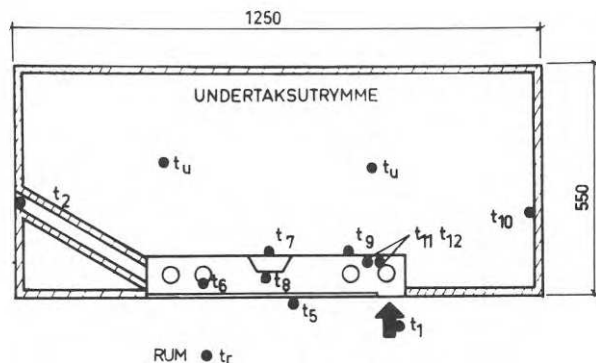


FIG. 3. Effektfördelning för provad armatur med rumstemperaturer 25,5°C och temperatur i undertaksutrymme 28°C.

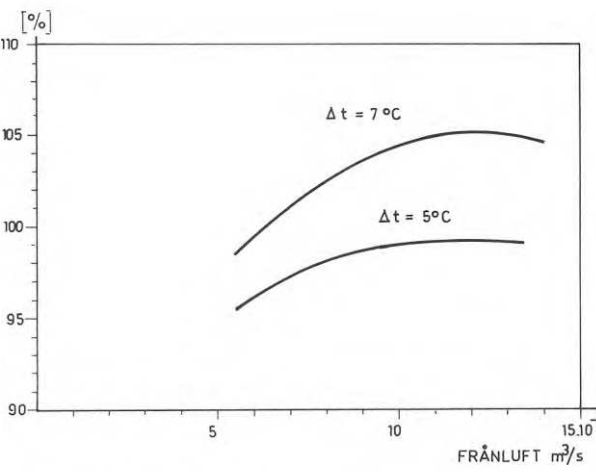


FIG. 4. Relativa ljusflödet som funktion av frånluftsflöde och temperaturskillnad Δt för provad armatur.

Lighting, heating and ventilation. Part 2

Lars Carlsson, Jan Gustavsson,
Hans Hedlund & Jan Holmberg

National Swedish Building Research Summaries

R5:1971

Report R5:1971 proposes the introduction of a standard method for testing and recording the power distribution in ventilated lighting fittings and supplies complete descriptions of a calorimeter, measuring equipment and procedure.

The report also contains a draft of a form for recording of data on integrated lighting, heating and ventilation systems assembled during field studies.

An inventory was made in the autumn of 1968 of the studies and tests of integrated systems for lighting, heating and ventilation that had been carried out both in Sweden and abroad. The work was supported by a grant from the Swedish Council for Building Research and was carried out by the authors of the present report. The results were published by the National Swedish Institute for Building Research as report 38:1969, Heating, Lighting and Ventilation. Part 1.

The survey revealed that qualitative assessments of systems and components were extremely difficult since the documentation available on them varies so widely; in the case of ventilated lighting fittings, for instance, each manufacturer applies largely his own method of measurement and documentation.

Report R5:1971 presents a draft of a standard measurement and documentation method for ventilated lighting fittings.

It contains definitions plus an example of documentation of data on distribution of power, description and dimensional details of a calorimeter, specification of necessary measurement equipment, calculation methods and description of methods of testing fittings designed for connection to exhaust air ducts, fittings for

connection to supply air ducts, fittings for connection to exhaust air ducts with supply air inlets, fittings with laterally connected exhaust air outlet and fittings for exhaust air not for connection to ducts.

Contact with lighting experts in different countries revealed that no recommendations for standards exist. The Illuminating Engineering Society in the United States has, however, produced a draft of a testing and documentation method.

A rough draft of a standard measurement and documentation method for ventilated fittings was circulated for comment to a number of interested parties in the autumn of 1969 after which a final draft was drawn up. The team was particularly impressed by the reply received from the Department of Electric Power Systems Engineering at the Royal Institute of Technology in Stockholm on existing systems for determination and documentation of the illuminating properties of lighting fittings.

Different types of calorimeters may be used to obtain the necessary data for a fitting.

The type recommended here is a calorimeter with calibrated heat loss. The temperature inside the instrument is controlled and kept constant by means of an electric heating cable fixed to the inside. A calorimeter of this type has been constructed of plywood® and a series of test measurements of 4×40 W fluorescent lighting fittings connected to ventilation ducts has been conducted at the Department of Heating and Ventilation, at the Royal Institute of Technology (FIGS. 1 and 2).

Measurement by this method proved completely feasible. Some difficulty was

Key words:

fittings (lighting), ventilation, power distribution, testing method, documentation method

installation system, integrated, lighting, heating, ventilation

lighting, artificial lighting, integrated system, lighting, heating, ventilation.

Report R5:1971 has been supported by Grant D 428 from the Swedish Council for Building Research to Lars Carlsson, Jan Gustavsson, Hans Hedlund & Jan Holmberg.

UDC 628.93
53.083
697.97

Summary of:

Carlsson, L, Gustavsson, J, Hedlund, H & Holmberg, J, 1971, *Integrerade anläggningar för ljus, värme och ventilation. Del 2. Förslag till enhetlig metod för provning och redovisning av effektfördelning i ventilerade belysningsarmaturer*. Lighting, heating and ventilation. Part 2. Draft of a standard method for testing and documentation of power distribution in ventilated lighting fittings. (Statens institut för byggnadsforskning) Stockholm. Rapport R5:1971, 52 p., ill. 12 Sw. kr.

The report is in Swedish with Swedish and English summaries.

Distribution:

Svensk Byggtjänst
Box 1403, S-111 84 Stockholm
Sweden

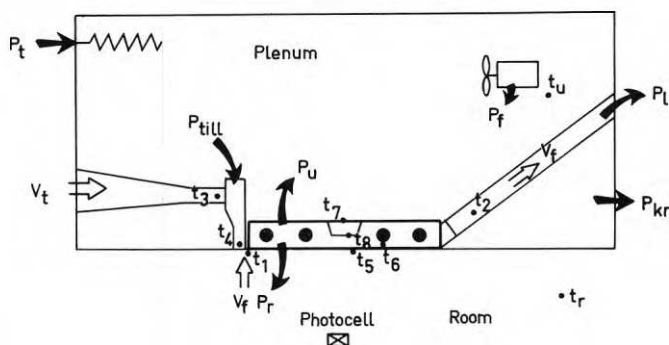


FIG. 1. Diagram of calorimeter.
 P =terms in the power balance, V =air flows, t =points for measurement of temperature.

experienced in stabilizing the calorimeter, but in its final form a state of equilibrium was attained in the system in 2—3 hours.

There is evidence that the calorimeter could be made from a material with a lower heat capacity; e.g. thin aluminium sheet combined with a light insulating material such as urethane plastic.

At these measurements the power distribution in a fitting was determined for two

different temperatures, 28°C and 32°C, in the plenum (FIG. 3).

The relative light output was determined as a function of exhaust air flow and temperature difference Δt (FIG. 4).

A draft for a method of testing and documentation of water-cooled fittings has been produced in the United States and an example of a water-cooled fitting was acquired by the team during a study visit to the country. This fitting will be used

in further studies specially relating to this type of fitting.

It has proved impossible to obtain data on integrated systems already in use. Field studies of such systems would be a suitable subject for diploma work purposes, e.g. at the Royal Institute of Technology.

This report contains proposals as to the data which should be assembled on integrated lighting, heating and ventilation systems in operation.

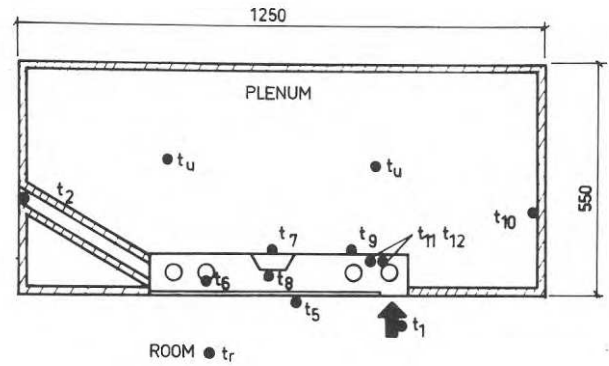
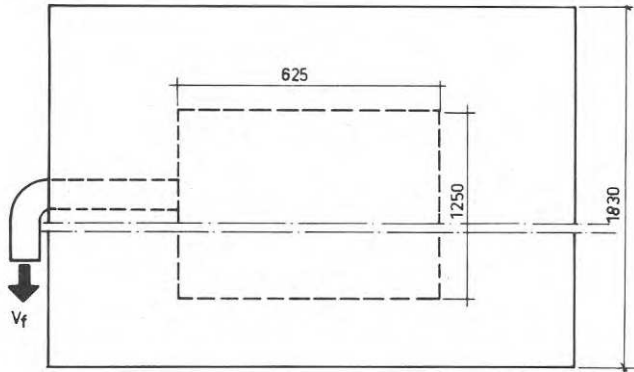


FIG. 2. Dimensions of the calorimeter and positions of the thermocouples. Plan and section. V =air flows, t =points for measurement of temperature.

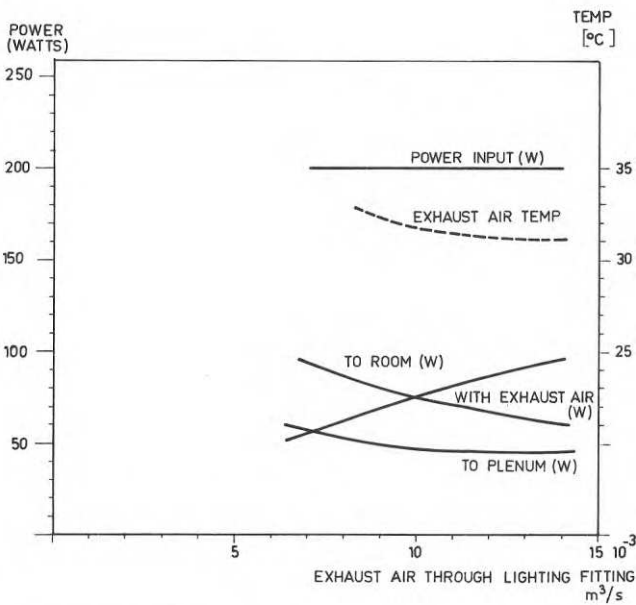


FIG. 3. Power distribution for fitting tested at a room temperature of 25.5°C and temperature in the plenum of 28°C.

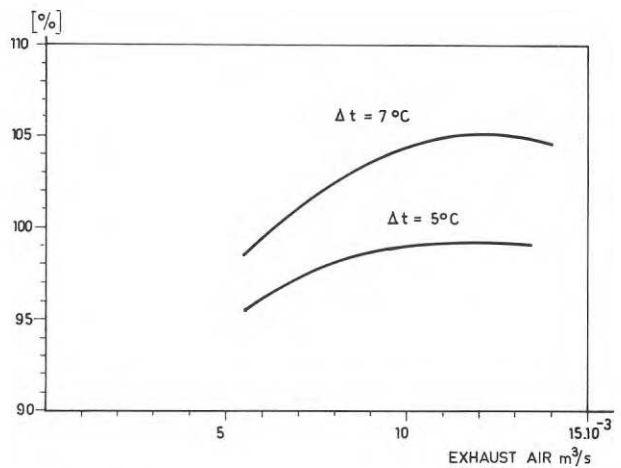


FIG. 4. Relative light output as a function of exhaust air flow and temperature difference Δt for fitting tested.

Rapport R5:1971

INTEGRERADE ANLÄGGNINGAR FÖR LJUS, VÄRME OCH VENTILATION. DEL 2

Förslag till enhetlig metod för provning och redovisning
av effektfördelning i ventilerade belysningsarmaturer.

LIGHTING, HEATING AND VENTILATION. PART 2

Draft of a standard method for testing and documentation
of power distribution in ventilated lighting fittings.

av Lars Carlsson, Jan Gustavsson, Hans Hedlund & Jan Holmberg

Denna rapport avser anslag nr D 428 från Statens råd för byggnadsforskning till överingenjör Hans Hedlund och ingenjör Lars Carlsson, Hans Hedlund & Co AB, överingenjör Jan Holmberg, Hugo Theorells Ingeniörsbyrå AB och civilingenjör Jan Gustavsson. Försäljningsintäkterna tillfaller fonden för byggnadsforskning.

Statens institut för byggnadsforskning, Stockholm

Rotbeckman AB, Stockholm 1971, 10 9005 1

INNEHÅLL

1.	INLEDNING	5
2.	BAKGRUND, SYFTE OCH METODIK	6
3.	DEFINITIONER	8
4.	REDOVISNING AV DATA	11
5.	KALORIMETRI	13
5.1	Kalorimeter med kalibrerad värmeförlust	13
5.2	Armatyr - lysrör	13
5.3	Omgivning	15
6.	BERÄKNINGAR OCH FÖRFARINGSSÄTT	16
6.1	Använda beteckningar och symboler	16
6.2	Kalibrering	17
6.3	Kanalansluten armatur - endast frånluft	17
6.3.1	Ljusflöde	17
6.3.2	Kalibrering	18
6.3.3	Effektfördelning	18
6.4	Kanalansluten armatur - endast tilluft	19
6.4.1	Ljusflöde	19
6.4.2	Kalibrering	19
6.4.3	Effektfördelning	20
6.5	Kanalansluten armatur för frånluft med tilluftsdon	21
6.5.1	Ljusflöde	21
6.5.2	Kalibrering	21
6.5.3	Effektfördelning	21
6.6	Armatyr med sidoanslutna frånluftsdon	21
6.6.1	Ljusflöde	22
6.6.2	Kalibrering	22
6.6.3	Effektfördelning	22
6.7	Icke kanalansluten ("öppen") armatur	22
7.	REFERENSER	23
	BILAGA 1: Provning vid KTH	25
	BILAGA 2: Erfarenheter från utländska anläggningar	37
	BILAGA 3: Formulär för fältstudier av ljus- och ventilationsanläggningar i drift	45
	BILAGA 4: Remisslista	49

1 INLEDNING

Den ökade belysningsstyrkan har medfört att värme från belysningsarmaturer utgör en alltmer dominerande faktor i rummets värmebalans.

För att kunna bestämma värmebalansen i en lokal fordras att armaturens effektfördelning är känd. För närvarande tillämpas ett antal principiellt olika provningsmetoder för bestämning av armaturers effektfördelning och resultaten redovisas på olika sätt.

Avsikten med denna rapport är att åstadkomma:

- a. Enhetlig redovisning av effektfördelning och relativt ljusflöde från armaturer.
- b. Enhetlig provningsmetod.
- c. Ett förslag på provningsanordning med råd och anvisningar för mätutrustning och tillvägagångssätt.
- d. Förslag till vilka data som skall inskaffas för uppföljning av integrerade ljus-, värme- och ventilationsanläggningar i drift.

Som framkom i tidigare rapport (Integrerade anläggningar för ljus, värme och ventilation, del 1. Rapport 38:1969 från Statens institut för byggnadsforskning) finns i Sverige ingen enhetlig metod för testning och redovisning av ventilerade belysningsarmaturer. Varje armaturfabrikant använder i stort sett sin egen mätmetod och de i kataloger redovisade data gäller alltså under olika förutsättningar. Att göra tekniskt-kvalitativa jämförelser mellan olika armaturfabrikat går alltså ej. Avsikten med denna rapport har bl.a. varit att lämna förslag till en enhetlig mät- och redovisningsmetod för ventilerade belysningsarmaturer samt att ge ett förslag till kalorimeter, mätutrustning och tillvägagångssätt.

Ett utkast till ett sådant förslag utarbetades och utsändes på remiss hösten 1969. Det benämndes då: "Förslag till svensk norm för testning och redovisning av energifördelning för ventilerade belysningsarmaturer".

Förteckning över vilka som erhållit förslaget på remiss finns i BILAGA 4.

Inkomna remissvar, 20 st, har bearbetats och har tillsammans med praktiska prov på bl.a. KTH legat till grund för förslaget.

För att prova föreslagen mätmetod, byggdes en kalorimeter vid Institutionen för Uppvärmnings- och ventilationsteknik, KTH. En serie mätningar har utförts på en lysrörsarmatur 4 x 40 W avsedd för anslutning till frånluftskanal. Kalorimetern har under provens gång ändrats något bl.a. för att man skall kunna förkorta tiden för att uppnå jämvikt i systemet.

Resultat av proven, liksom förslag till mätutrustning, redovisas i BILAGA 1.

För att studera bl.a. anläggningars utförande, ta reda på drift-
erfarenheter och vilka mätmetoder som används för ventilerade
belysningsarmaturer, företogs 1969 en studieresa till USA
(BILAGA 2).

Hur installerade ljus-, värme- och ventilationsanläggningar beter
sig i drift är av speciellt intresse. Uppmätta data på luftflöden,
temperaturer, värmeackumulation m.m. har visat sig omöjligt att
få fram för anläggningar i drift.

För att precisera vilka data som här bör inskaffas och redovisas
har ett formulär utarbetats. Detta återfinns i BILAGA 3.

3 DEFINITIONER

Kalorimeter - Anordning för att mäta värmemängd eller värmefflöde. I detta sammanhang utgörs kalorimetern av en lådformad konstruktion i vilken armaturen placeras.

Kalorimetri - Mätförfarandet vid bestämning av värmemängd och värmefflöde.

Undertaksutrymme - Utrymmet mellan överkant undertak och underkant ovanliggande bjälklag. I provsammanhang och i fortsättningen betecknar undertaksutrymmet utrymmet inuti själva kalorimetern.

Rum eller lokal - Med rum eller lokal menas i detta sammanhang utrymmet i vilket kalorimetern är placerad.

Systemets gräns - En godtyckligt tänkt begränsningsyta över vilken alla energi- och volymflöden bestäms för beräkning av effektbalansen.

Effektbalans - Den matematiska bestämningen av alla effekttransporter över systemets gräns.

Relativt ljusflöde - Ljusflödet relativt ett visst definierat förhållande.

Tilluft - Luft som tillförs lokal; kan tillföras från det fria eller genom anordning för återluft.

Frånluft - Luft som bortförs från lokal; kan föras ut i det fria eller genom anordning för återluft.

Frånluftsdon - Ventil, galler o.d. genom vilket frånluft passerar.

Tilluftsdon - Ventil, galler o.d. genom vilket tilluft passerar.

Ventilerad armatur - Belysningsarmatur anordnad som frånluftsdon och/eller tilluftsdon.

Kanalansluten armatur - Armatur ansluten till en större samlingskanal via kanal upptill eller på sidan av armaturen.

Ventilerad icke kanalansluten ("öppen") armatur - Armatur med öppningar mot undertaksutrymmet. Genom att hålla ett undertryck i undertaksutrymmet relativt lokalen sugas luft genom armaturen till detta. Bortföringen av frånluft sker via undertaksutrymmet till skillnad från kanalanslutna armaturer där luften bortföres via kanal.

Statiskt tryck - Det tryck som en vätska eller gas utövar på omgivande väggar. Det statistiska trycket är ett mått på den potentiella energin. Enheten är N/m^2 .

Dynamiskt tryck - Det dynamiska trycket är ett mått på mediets rörelseenergi. Enheten är densamma som för statiskt tryck N/m^2 .

Totaltryck - Med totaltryck menas summan av det dynamiska och statistiska trycket. I ett system utan friktionsförlust och höjdskillnad mellan betraktade punkter är det totala trycket konstant oberoende av de statistiska och dynamiska tryckens inbördes variationer. Enheten är N/m^2 .

Tryckfall - Energiförlust orsakad av motstånd mot vätskans eller gasens strömning. Tryckfallet mäts i N/m^2 .

Armatuverkningsgrad - Förhållandet mellan det från armaturen avgivna ljusflödet och det från ljuskällan avgivna ljusflödet.

Reaktor (drossel) - För lysrörets drift erforderlig strömbe-gränsande, induktiv förkopplingsapparat.

Inbränt lysrör - Lysrör vars sammanlagda bränntid uppgått till minst 100 timmar.

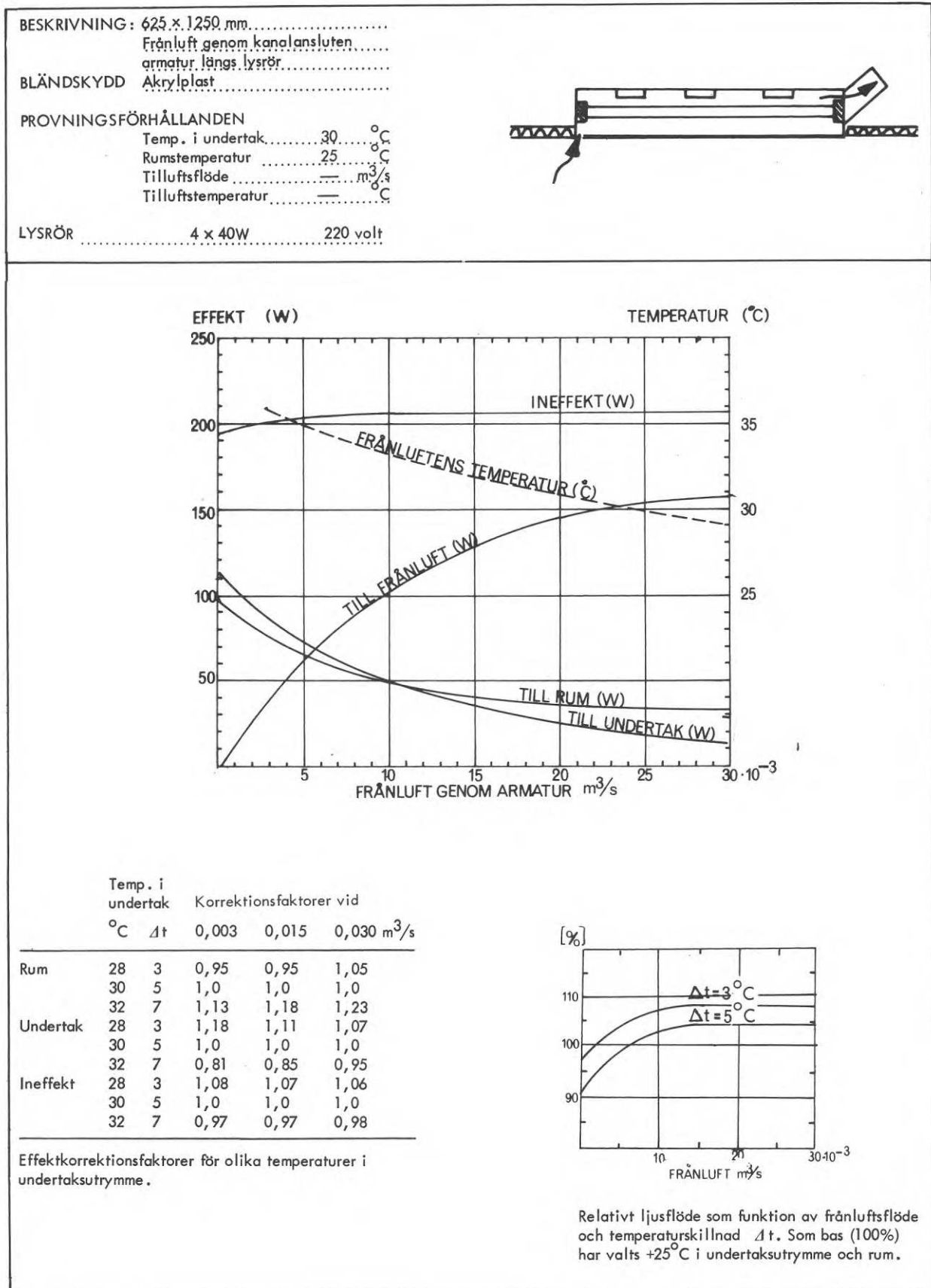


FIG. 1 Exempel på redovisning av effektfördelning för en kanalansluten armatur utan tilluftsdon.

Example of documentation of power distribution of a fitting connected to a ventilation duct and without supply air inlet.

Vid redovisning av data från belysningsarmaturer skall följande anges: (Se FIG. 1)

1. Beskrivning av och mått på armatur. Skiss av armatur.
2. Armaturens funktions- eller arbetssätt såsom exempelvis: kanalansluten eller icke kanalansluten (öppen) armatur, armatur med tilluftsdon på en eller två sidor, armatur med sidoanslutna frånluftsdon etc.
3. Provningsförhållanden
 - a. rumstemperatur
 - b. undertaksutrymmets temperatur
 - c. tilluftstemperatur och -flöde för frånluftsarmaturer med tilluftsdon
4. Antal och typ av lysrör. Spänning.
5. Typ av bländskydd.

Följande data bör anges i kurvform med en temperatur i undertaksutrymmet på 30°C och en rumstemperatur på 25°C som bas. Värdena och kurvorna redovisas från 0 till max. luftflöde som armaturen är avsedd för.

6. Elektrisk ineffekt till armatur som funktion av frånluftsflöde¹⁾.
7. Effekt till undertaksutrymme som funktion av frånluftsflöde¹⁾.
8. Effekt till rum som funktion av frånluftsflöde¹⁾.
9. Effekt bortförd med frånluft som funktion av frånluftsflöde¹⁾.
10. Relativa ljusflödet som funktion av frånluftsflöde¹⁾ och temperaturskillnad Δt mellan undertaksutrymme och rum²⁾. För relativa ljusflödet 100 % används 25°C som bas både för undertaksutrymmets och rummets temperatur.
11. Frånluftens temperatur som funktion av frånluftsflöde¹⁾.

1) För armatur avsedd enbart som tilluftsdon används tilluftsfloede i stället.

2) Alternativt kan armaturens verkningsgrad redovisas som funktion av frånluftsflöde och Δt .

12. För andra temperaturer i undertaksutrymmet än 30°C kan redovisas:
Tabell med effektkorrektionsfaktorer för andra temperaturer i undertaksutrymmet.
13. Tryckfall, ljudalstring och kastlängder för armaturer redovisas enligt ER-nämndens förslag beträffande ventilationsdon.

Olika typer av kalorimetrar kan konstrueras för att erhålla de under punkt 4 föreslagna data för en armatur. FIG. 2 visar skiss av en rekommenderad kalorimeter som utförligare beskrivs nedan.

5.1 Kalorimeter med kalibrerad värmeförlust

Kalorimetern består av en låda (trä eller metall) i vilken armaturen som skall provas placeras. Värmeförlust från kalorimetern till rum (omgivning) bestäms genom mätning av den effekt som måste tillföras undertaksutrymmet för att hålla konstant temperatur i detta. Vid denna kalibrering skall armaturen vara på plats utan att vara tänd och utan något luftflöde. En liten fläkt i kalorimetern förhindrar luften att skiktas. Dess effekt ingår i energibalansen.

Temperaturen inuti kalorimetern kan hållas konstant med elektrisk uppvärmning eller vattenslingor. Med el-slingor kan den tillförda effekten lätt mätas. Med vattenslingor är detta däremot besvärligare, men man har i detta fall möjlighet att både kyla och värma. Genom lämplig konstruktion kan kalorimetern utföras så att kylbehovet elimineras.

Fördelen med den här beskrivna kalorimetern med kalibrerad värmeförlust är att den är billig att bygga, att temperaturen inuti snabbt och enkelt kan ändras samt att jämvikt uppnås relativt fort.

5.2 Armatyr - lysrör

Under provningen skall spänningen hållas konstant med tillåten avvikelse högst $\pm 0,5\%$ från märkspänning. Klirrfaktorn skall ej överstiga 3% . Endast inbrända lysrör skall användas. Reaktorer avsedda för armaturtypen i fråga skall användas. Reaktorer skall ha ström- och effektvärden som motsvarar medelvärden ur en större produktion.

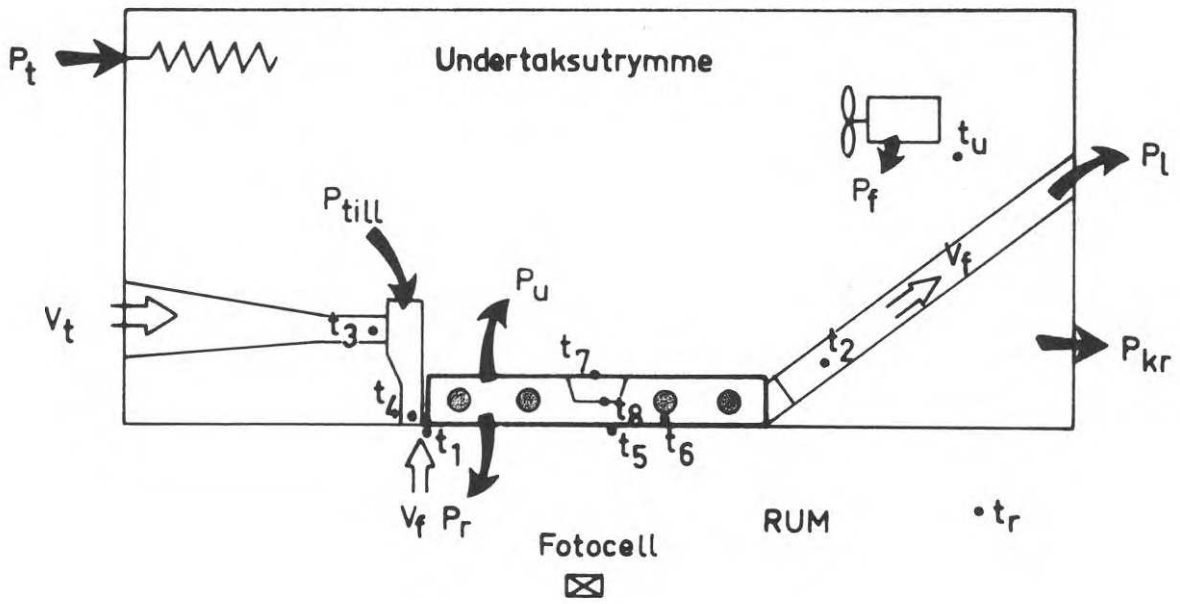


FIG. 2. Schematisk skiss av kalorimeter.

Diagram of calorimeter.

5.3 Omgivning

Rummet i vilket kalorimetern är placerad utgör en del av kalorimetern själv. Temperatur och luftrörelse måste hållas inom snäva gränser. Variationer av dessa kan i hög grad påverka mätresultaten och omöjliggöra att jämvikt uppnås. Följande bör gälla för provrummet:

Temperatur. Rumstemperaturen skall hållas inom $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ av vald provningstemperatur.

Luftrörelse. Luftens hastighet i rummet skall hållas konstant och inte överstiga 0,5 m/s. Genom att detta krav uppfylls påverkas inte värmeöverföringstalet på kalorimeterns utsida i någon större grad och värmeflödet från undertaksutrymmet till rum hålls relativt konstant.

Rumsplacering. Rummet skall vara så beläget att det inte påverkas av yttre förhållanden. Det är önskvärt att rummet placeras så att ingen av väggarna utgör yttervägg till fasad.

Mätutrustning. Instrument som erfordras vid kalorimetri av armaturer måste vara så noggranna att små avvikelser från totalbeloppet kan mätas. Mätinstrumenten skall täcka följande mätningar:

Temperatur

Luftflöde

(Vattenflöde)

Elektriska storheter

Ljusflöde

6.1 Använda beteckningar och symboler (se FIG. 2)

P_{in}	=	Ineffekt till system (W)
P_u	=	Effekt från armatur till undertaksutrymme (W)
P_r	=	Effekt från armatur till rum (W)
P_l	=	Effekt från armatur till luften som passerar genom armaturen (W)
P_a	=	Elektrisk ineffekt till armatur (W)
P_t	=	Effekt som behövs för att hålla bestämd temperatur i undertaksutrymme (W)
P_f	=	Effekt till fläkt i undertaksutrymme (W)
P_{kr}	=	Effekt från kalorimeter till rum vid jämviktstillstånd (W)
P_{till}	=	Av tilluften upptagen effekt i undertaksutrymme (W)
K	=	Kalibreringsfaktor eller effektförlust vid jämviktstillstånd (W/°C)
V_f	=	Frånluftsflöde genom armatur (m ³ /s)
V_t	=	Tillluftsflöde (m ³ /s)
V_{fs}	=	Frånluftsflöde enbart vid sidan om armatur (m ³ /s)
ρ	=	Luftens densitet (kg/m ³)
c_p	=	Luftens specifika värme (W/kg, °C)
t_u	=	Temperatur i undertaksutrymme (°C)
t_r	=	Rumstemperatur (°C)
t_1	=	Medeltemperatur på frånluften vid inträde till armatur (°C)
t_2	=	Medeltemperatur på frånluften när den passerat genom armatur (°C)
t_3	=	Medeltemperatur på tilluften när den passerar in i tillluftsdon (°C) (se FIG. 2)
t_4	=	Vägd medeltemperatur på tilluften vid inträde till rum (°C)
$t_5^1)$	=	Medeltemperatur på bländskydd (°C)

1) Data som ej behövs för beräkningarna, men som har betydelse

- $t_6^{1)}$ = Lysrörets yttemperatur i kallaste punkten ($^{\circ}\text{C}$)
 $t_7^{1)}$ = Yttemperatur på reaktor (upptill) ($^{\circ}\text{C}$)
 $t_8^{1)}$ = Yttemperatur på reaktor (nedtill) ($^{\circ}\text{C}$)

6.2 Kalibrering

Innan provet startar skall temperaturen i både undertaksutrymme och rum ställas in på 25°C varefter belysningsstyrkan avläses. Detta värde utgör sedan bas- eller referensvärde (= 100 %) för det relativa ljusflödet.

Kalibrering sker utan luftflöde genom armatur. Armaturen skall installeras i kalorimetern och tätas så att inget luftläckage uppstår. Energi tillförs sedan kalorimetern med hjälp av den inre värmekällan till dess att temperaturen i undertaksutrymmet uppnår en bestämd temperatur, exempelvis 30°C . Systemet tillåts stabilisera sig så att termisk jämvikt uppnås, dvs. temperaturen förblir konstant. När stabilitet erhållits avläses temperaturen i undertaksutrymme (t_u), rumstemperaturen (t_r) och tillförd effekt ($P_t + P_f$). (Obs. att armaturen inte skall tillföras någon effekt under kalibreringen.) Denna kalibrering utförs för varje temperatur i undertaksutrymme som armaturens effektfördelning skall bestämmas för.

Kalibreringsfaktorn bestäms enligt följande:

$$K = \frac{P_f + P_t}{t_p - t_r} \quad (\text{W}/^{\circ}\text{C})$$

6.3 Kanalansluten armatur - endast frånluft

6.3.1 Ljusflöde

Referensvärde för relativa ljusflödet bestäms enligt 6.2.

1) Data som ej behövs för beräkningarna, men som har betydelse för bedömning av armaturen bl.a. ur elektrisk säkerhetssynpunkt och dess livslängd.

6.3.2 Kalibrering

Kalibreringsfaktorn K bestäms enligt punkt 6.2.

6.3.3 Effektfördelning

Efter kalibrering höjs temperaturen i undertaksutrymmet till önskat värde, exempelvis 30°C. Frånluften sugas ut genom undertaksutrymmet via en isolerad och omsorgsfullt tätad kanal. Isoleringen bör vara av minst 25 mm mineralull eller liknande. Temperaturen på frånluften mäts där den lämnar kalorimetern. Den eventuella effekt som tillkommer eller bortgår från frånluften när den passerar genom undertaksutrymmet medtas i beräkningen av värmebalansen.

I och med att luftflödet ändras under provet måste effekten till den inre värmekällan justeras så att önskad temperatur i undertaksutrymmet kan bibehållas. Följande data avläses:

Elektrisk ineffekt till armatur (W)	P_a
Effekt som behövs för att hålla bestämd temperatur i undertaksutrymme + effekt till fläkt i undertaksutrymme (W)	$P_t + P_f$
Temperatur i undertaksutrymme (°C)	t_u
Rumstemperatur (°C)	t_r
Medeltemperatur på frånluften vid inträde till armatur (°C)	t_1
Medeltemperatur på frånluften, när den passerat genom armatur (°C)	t_2
Frånluftsflöde genom armatur (m ³ /s)	V_f
Relativa ljusflödet	(anges i %)
Medeltemperatur på bländskydd (°C)	t_5
Lysrörets yttemperatur i kallaste punkten ¹⁾	t_6
Yttemperatur på reaktor (upptill) (°C) ¹⁾	t_7
Yttemperatur på reaktor (nedtill) (°C) ¹⁾	t_8

¹⁾ Ej nödvändigt för provning.

Beräkning sker enligt följande:

$$P_a = P_u + P_r + P_l \quad (1)$$

$$P_{kr} = K(t_u - t_r) \quad (2)$$

$$P_l = V_f \cdot \rho \cdot c_p (t_2 - t_1) \quad (3)$$

$$P_u = P_{kr} - (P_t + P_f) \quad (4)$$

Dessa fyra ekvationer ger dels effekt till undertaksutrymme och dels effekt till rum.

$$P_u = K(t_u - t_r) - (P_t + P_f) \quad (5)$$

$$P_r = P_a - P_u - V_f \cdot \rho \cdot c_p (t_2 - t_1) \quad (6)$$

Sista termen i ekvationen (6) bortgår då armaturen provas vid 0 m³/s.

6.4 Kanalansluten armatur - endast tilluft (ingen frånluft)

6.4.1 Ljusflöde

Referensvärdet för relativa ljusflödet bestäms enligt 6.2 utan tilluft.

6.4.2 Kalibrering

Kalibreringsfaktorn K måste bestämmas för varje tilluftsflöde. Ett tilluftsflöde väljs och kalorimeter med insatt armatur kalibreras på samma sätt som i punkt 6.2 men med tilluftsflöde. Tilluftens temperatur bör vara den som normalt används vid dessa armaturer, t.ex. 13°C. Kan armaturen kombineras med olika tilluftsdon, exempelvis på en eller två sidor, isolerade eller oisolerade, provas varje armaturkombination individuellt.

För kalibrering och bestämning av den värmeeffekt tilluften upptar vid passage genom undertaksutrymmet avläses följande värden när jämvikt uppnåtts:

Effekt som behövs för att hålla bestämmd temperatur i undertaksutrymme + effekt till fläkt i undertaksutrymme (W)	$P_t + P_f$
Tillluftsflöde (m^3/s)	V_t
Temperatur i undertaksutrymme ($^{\circ}C$)	t_u
Rumstemperatur ($^{\circ}C$)	t_r
Medeltemperatur på tilluften när den passerar in i tilluftsdon ($^{\circ}C$)	t_3
Vägd medeltemperatur på tilluften vid inträde till rum ($^{\circ}C$)	t_4

Kalibreringsfaktorn bestäms med följande ekvationer:

$$P_{till} = (P_t + P_f) - K(t_u - t_r) \quad (7)$$

$$P_{till} = V_t \cdot \rho \cdot c_p (t_4 - t_3) \quad (8)$$

Ekvationerna (7) och (8) ger kalibreringsfaktorn

$$K = \frac{(P_t + P_f) - V_t \cdot \rho \cdot c_p (t_4 - t_3)}{t_u - t_r} \quad (9)$$

6.4.3 Effektfördelning

Efter varje kalibrering vid bestämt tilluftsflöde tänds armaturen och samma data som i punkt 6.3 (kanalansluten armatur med frånluft) avläses. Effektbalansen beräknas i analogi med punkt 6.3.3 och då frånluftsflödet är $0 m^3/s$ fås effekt till undertaksutrymme och rum enligt följande:

$$P_u = K(t_u - t_r) - (P_t + P_f) \quad (10)$$

$$P_r = P_a - P_u \quad (11)$$

6.5 Kanalansluten armatur för frånluft med tilluftsdon

6.5.1 Ljusflöde

Referensvärde för relativa ljusflödet bestäms enligt 6.2.

6.5.2 Kalibrering

Utgångsläget skall vara 0 m³/s frånluft genom armatur samt det tilluftsflöde som armaturen är avsedd för. Rekommenderade tilluftsflöden är 0,06 m³/s för armatur med tilluftsdon på två sidor och 0,04 m³/s för armatur med tilluftsdon på en sida.

Temperaturen på tilluften skall vara 13°C. Dessa två tilluftsflöden utgör medelvärden och är valda så att maximala värmeöverföringen i regel uppnåtts och att ökat flöde inte medför någon nämnvärd ökning av värmeöverföringen.

Kalibreringsfaktorn bestäms analogt med 6.4.2 för respektive tilluftsflöde.

$$K = \frac{(P_t + P_f) - V_t \cdot \rho \cdot c_p (t_4 - t_3)}{t_u - t_r} \quad (12)$$

6.5.3 Effektfördelning

Effekt till undertaksutrymme och rum fås på samma sätt som i punkt 6.3.3

$$P_u = K(t_u - t_r) - (P_t + P_f) \quad (13)$$

$$P_r = P_a - P_u - V_f \cdot \rho \cdot c_p (t_2 - t_1) \quad (14)$$

6.6 Armatur med sidoanslutna frånluftsdon

(Ingen luft genom armatur och kring lysrör.)

6.6.1 Ljusflöde

Referensvärde för relativa ljusflödet bestäms enligt 6.2.

6.6.2 Kalibrering

Kalibreringsfaktorn bestäms analogt med 6.4.2 (armatur med enbart tilluft) för varierande frånluftsflöden.

$$K = \frac{(P_t + P_f) - V_{fs} \cdot \rho \cdot c_p (t_2 - t_1)}{t_u - t_r} \quad (15)$$

6.6.3 Effektfördelning

Efter varje kalibrering vid bestämt frånluftsflöde tänds armaturen och effekten till undertaksutrymme och rum bestäms på samma sätt som i 6.3.3, dvs.:

$$P_u = K(t_u - t_r) - (P_t + P_f) \quad (16)$$

$$P_r = P_a - P_u \quad (17)$$

6.7 Icke kanalanslutna ("öppen") armatur

Provningsen tillgår på samma sätt som under 6.3 men armaturen är i detta fall icke försedd med kanal för utsugning genom undertaksutrymmet. Frånluft sugas i stället genom armatur direkt till undertaksutrymmet. Frånluftsflödet varieras genom ändring av det statiska undertrycket i undertaksutrymmet.

Vid prov med icke kanalanslutna armaturer skall kalorimetern noga tätas och provas med avseende på luftläckage. Detta kan göras genom att man tätar armaturen med plastfolie eller liknande och håller undertryck i undertaksutrymmet. Vid ett undertryck av 250 N/m² skall luftläckaget inte överstiga ca 0,005 m³/s.

7 REFERENSER

Ballman, T L, Bradley, R D, Hoelscher, E C, Calorimetry of Fluorescent Luminaires. Illuminating Engineering, 1969, December, New York.

Hedlund, H & Holmberg, J, Integrerade anläggningar för ljus, värme och ventilation, Del 1 (Statens institut för byggnadsforskning) Rapport 38:1969, 6 p. Stockholm.

Holmberg, J & Gustavsson, J, Bestämning av armaturs energifördelning - kalorimetri. VVS-Ingenjören, 1969, nr 3.

IES Approved Method for the Photometric and Thermal Testing of Air and Liquid Cooled Heat Transfer Luminaires. Part I - Air Cooled Luminaires, (Illuminating Engineering Society), 1968, November, New York.

IES Approved Method for the Photometric and Thermal Testing of Air and Liquid Cooled Heat Transfer Luminaires, Part II - Water and Air - Water Cooled Troffers. (Illuminating Engineering Society), New York.

PROVNING VID KTH

För att bestämma validiteten av mätmetoden har en undersökning utförts vid Institutionen för Uppvärmnings- och ventilationsteknik, KTH.

Mätningarna har utförts av ingenjör J. Niemerko under ledning av civilingenjör J. Hendersen.

Mätutrustning

Mätmetoden innebär användandet av en kalorimeter, som i föreliggande fall var utförd av 12 mm vattenfast plywood. Kalorimeterns dimensioner och utformning framgår av FIG. 1:1 och 1:2.

Armatur - kanalansluten 4 x 40 W armatur med frånluft tvärs lysrör via intag på ena långsidan. Storlek 625 x 1 250 mm. Bländskydd av akrylplast.

Temperatur - Temperaturerna registrerades med hjälp av a) en 12-punkts skrivare fabrikat "Philips" nr 110.404/03, mätområde 0-100°C, mätnoggrannhet 0,1°C samt b) en 12-punkts skrivare av fabrikat "BROWN", mätområde 0,5 mV, noggrannhet 0,001 mV. Kontrollmätningar utfördes med kvicksilvertermometrar. Frånluftens och undertaksutrymmets temperatur uppmättes i fyra punkter.

Samtliga termoelement för bestämning av lufttemperatur var försedda med strålningsavskärmning. Placeringen av termoelementen framgår av FIG. 1:1. Följande temperaturer uppmättes:

t_u	= temperatur i undertaksutrymme (°C)
t_r	= rumstemperatur (°C)
t_1	= medeltemperatur på frånluften vid inträde till armatur (°C)
t_2	= medeltemperatur på frånluften, när den passerat genom armatur (°C)
t_5	= medeltemperatur på bländskydd (°C)

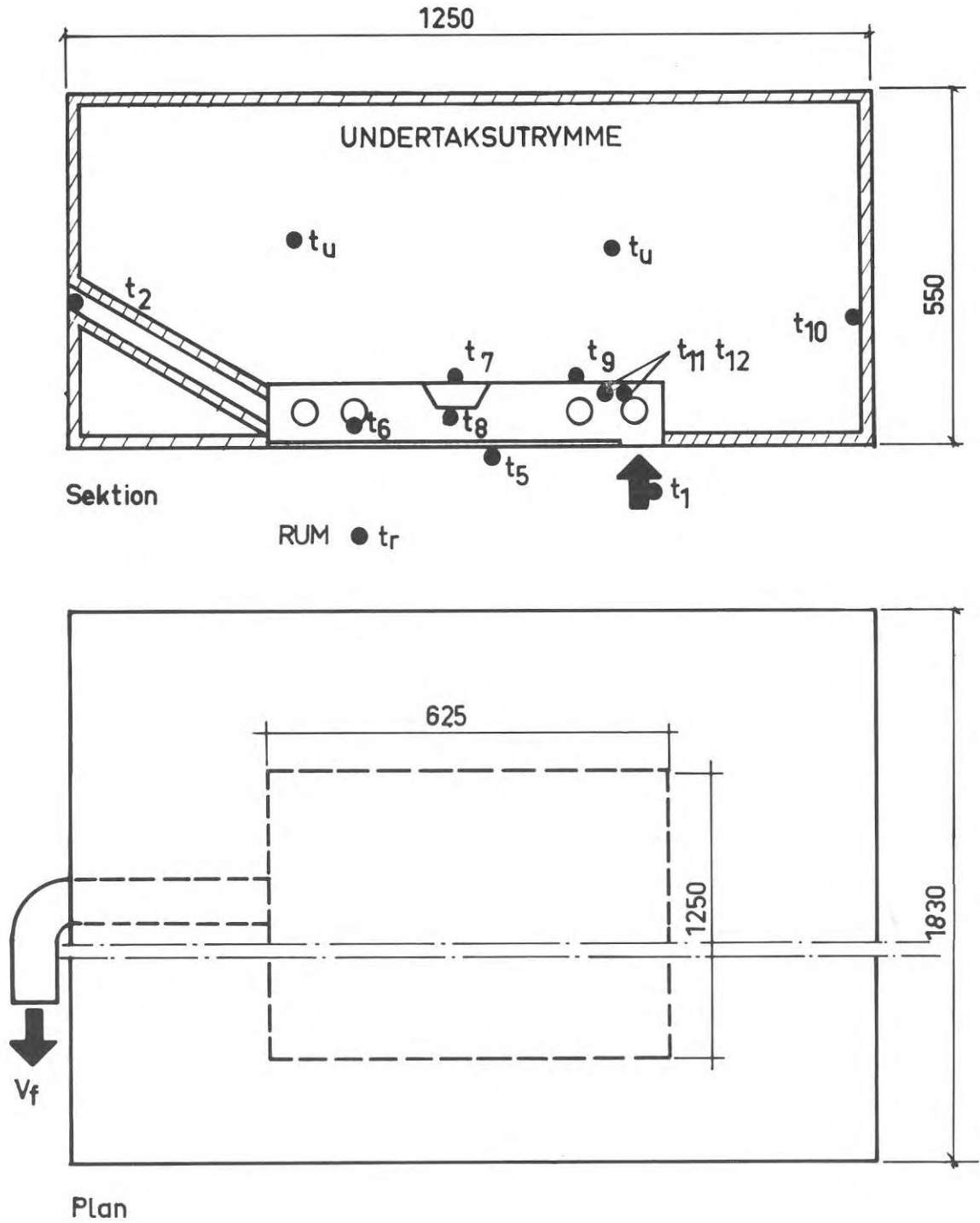


FIG. 1:1 Kalorimeterns dimensioner samt placering av termoelement.

Dimensions of the calorimeter and positions of the thermocouples.

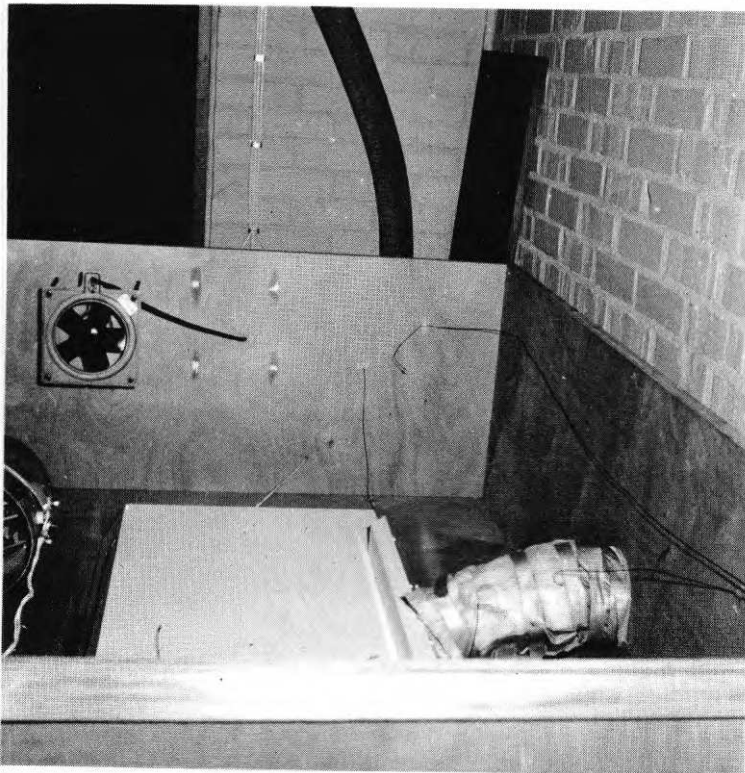
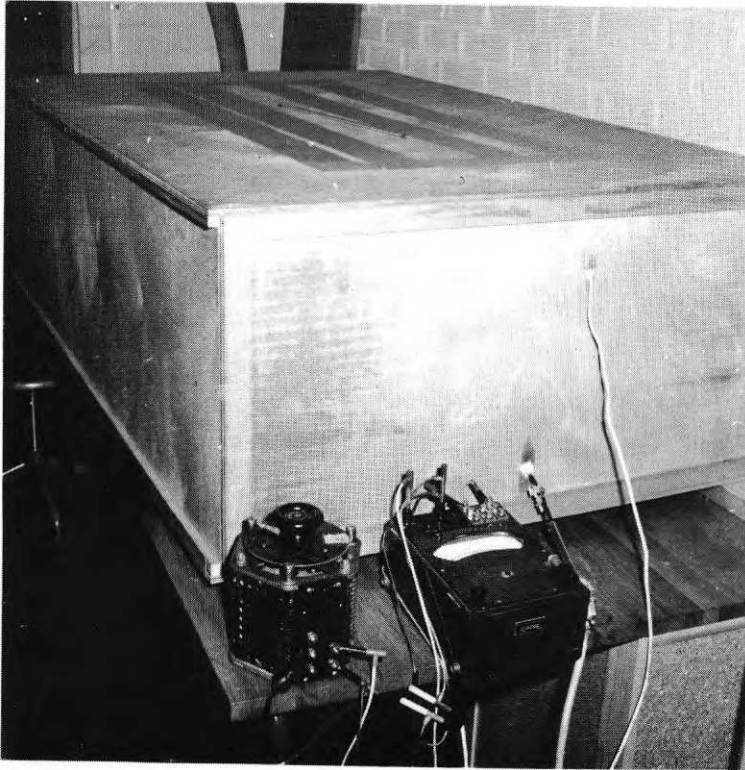


FIG. 1:2 Foto av kalorimeter, KTH.

Photograph of the calorimeter,
Royal Institute of Technology.

- t_6 = lysrörets yttemperatur i kallaste punkten ($^{\circ}\text{C}$)
 $t_7 - t_8$ = reaktorns yttemperatur upptill resp. nedtill ($^{\circ}\text{C}$)
 t_9 = armaturens yttemperatur
 t_{10} = väggtemperatur i undertaksutrymme
 t_{11}, t_{12} = armaturens innertemperatur

Temperaturerna t_u , t_r , t_1 och t_2 bör bestämmas med en noggrannhet av $\pm 0,01^{\circ}\text{C}$ bl.a. beroende på de små temperaturdifferenserna.

Effekt - All tillförd effekt uppmättes med en wattmeter av fabrikat "NORMA", nr 973592, mätområde 0-1300 W, noggrannhet 1,0 W.

Luftflöde - Frånluften genom armaturen reglerades med hjälp av en fläkt med variabelt varvtal. Mätning av flödet gjordes med hjälp av en kalibrerad tryckreduceringsanordning och tryckfallet bestämdes med en mikromanometer av fabrikat "FUESS", mätnoggrannhet 0,1 mm H_2O .

Ljusflöde - Det relativa ljusflödet uppmättes med en färg- och cosinuskorrigerad luxmeter typ Ljuskultur nr 713, mätområde 0-11 000 lux.

Under provet tillfördes effekten P_t med hjälp av en värmekabel, som placerades längs kalorimeterns periferi. En fläkt tillförde kalorimetern effekten P_f .

Beräkningar

Kalibrering - Kalibreringsfaktorn K enligt punkt 6.2 s. 17 bestämdes genom uppmätning av tillförd effekt ($P_t + P_f$) vid olika temperaturer i undertaksutrymme. FIG. 1:3 visar hur K enligt denna kalibrering varierar med temperaturen i undertaksutrymmet.

KALIBRERINGSFAKTOR K

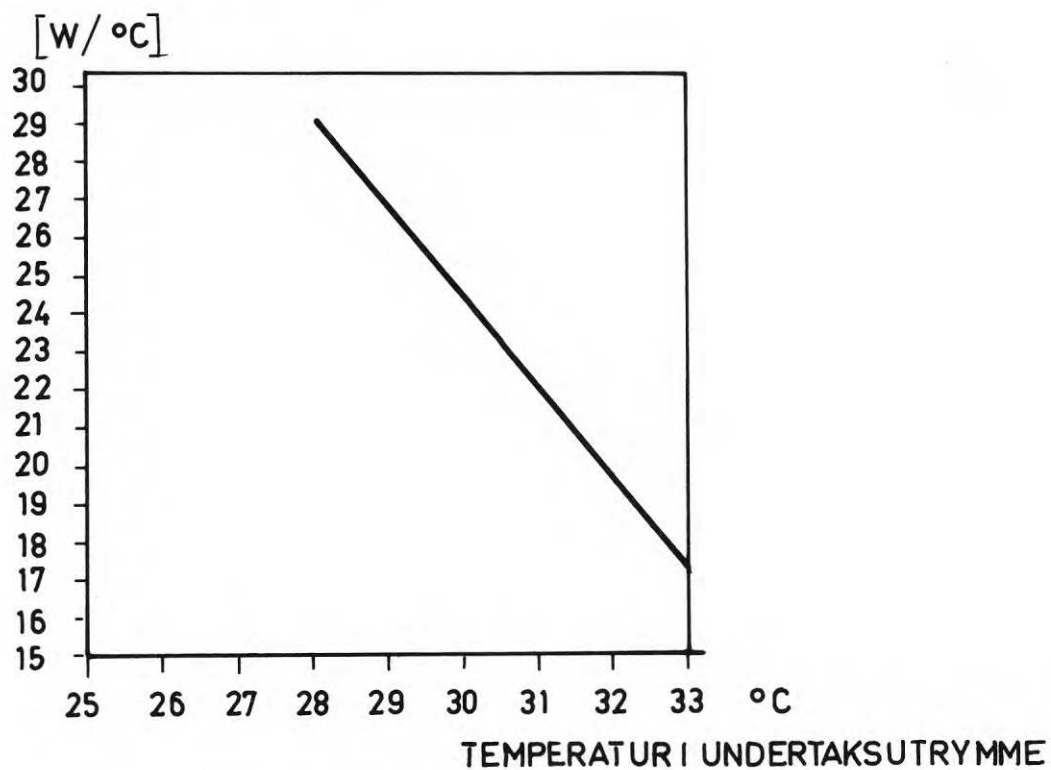


FIG. 1:3 Kalibreringsfaktor K för provad kalorimeter.

Calibration factor K för kalorimeter tested.

$$K = \frac{P_f + P_t}{t_u - t_r} \quad (\text{W/}^\circ\text{C})$$

P_f = effekt till fläkt i undertaksutrymme (W)

P_t = effekt som behövs för att hålla bestämd temperatur i undertaksutrymme (W)

t_u = temperatur i undertaksutrymme ($^\circ\text{C}$)

t_r = rumstemperatur ($^\circ\text{C}$)

Bestämning av effektfördelning - Armaturens effektfördelning bestämdes för två olika temperaturer i undertaksutrymmet, 28°C resp. 32°C . I TABELL på s. 36 visas uppmätta värden på effekter och temperaturer. I FIG. 1:4 och 1:5 visas effektfördelningen i diagramform. Effekt till undertaksutrymme och rum beräknas enligt formlerna (5) och (6) i 6.3.3.

$$P_u = K(t_u - t_r) - (P_t + P_f) \quad (5)$$

$$P_r = P_a - P_u - V_f \cdot \rho \cdot c_p(t_2 - t_1) \quad (6)$$

P_u = Effekt från armatur till undertaksutrymme (W)

P_r = Effekt från armatur till rum (W)

P_a = Elektrisk ineffekt till armatur (W)

P_t = Effekt som behövs för att hålla bestämd temperatur i undertaksutrymme (W)

P_f = Effekt till fläkt i undertaksutrymme (W)

K = Kalibreringsfaktor eller effektförlust vid jämviktstillstånd ($\text{W/}^\circ\text{C}$)

V_f = Frånluftsflöde genom armatur (m^3/s)

ρ = Luftens densitet (kg/m^3)

c_p = Luftens specifika värme ($\text{W}/\text{kg}, ^\circ\text{C}$)

t_u = Temperatur i undertaksutrymme ($^\circ\text{C}$)

t_r = Rumstemperatur ($^\circ\text{C}$)

t_1 = Medeltemperatur på frånluften vid inträde till armatur ($^\circ\text{C}$)

t_2 = Medeltemperatur på frånluften när den passerat genom armatur ($^\circ\text{C}$)

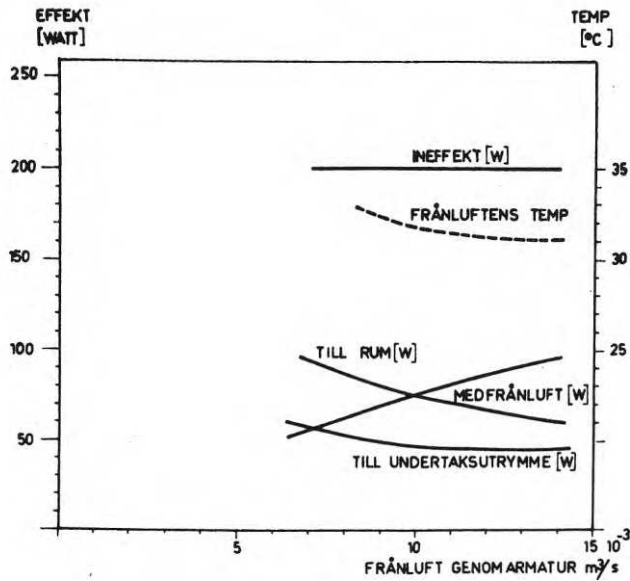


FIG. 1:4 Effektfördelning för provad armatur med rumstemperatur $25,5^{\circ}\text{C}$ och temperatur i undertaksutrymme 28°C .

Power distribution for fitting tested at a room temperature of 25.5°C and temperature in the plenum of 28°C .

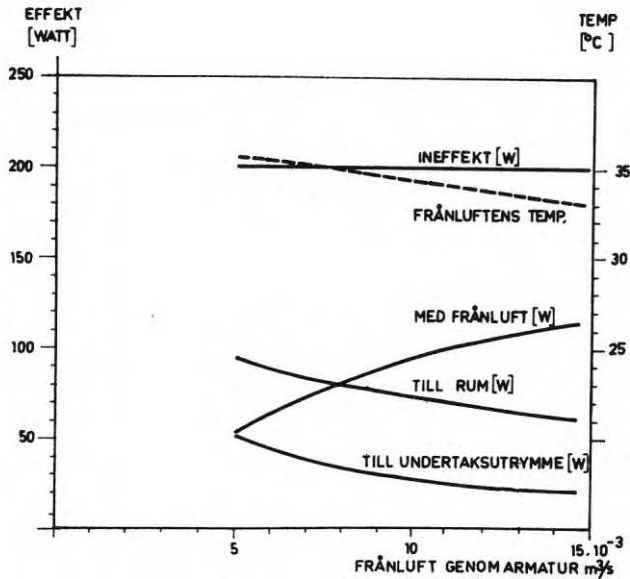


FIG. 1:5 Effektfördelning för provad armatur med rumstemperatur 26°C och en temperatur i undertaksutrymme 32°C .

Power distribution of fitting tested at room temperature of 26°C and a temperature in the plenum of 32°C .

Relativa ljusflödet som funktion av frånluftsflöde och temperaturskillnad Δt framgår av FIG. 1:6.

Mätnoggrannhet

Formeln

$$P_r = P_a - [K(t_u - t_r) - (P_f + P_t) - V_f \cdot \rho \cdot c_p \cdot (t_2 - t_1)]$$

skrivs som

$$P_r = K_1 - q_1 \cdot q_2 - K_2 \cdot q_3 + K_2 \cdot q_3 + q_4 \cdot q_5 \cdot K_3$$

där

$K_1 - K_3 =$ konstanter

$q_1 - q_5 =$ variabler

Osäkerheten vid bestämning av $q_1 - q_5$ samt deras medelvärden framgår av följande.

Variabel	beteckning	värde	osäkerhet
q_1	K	20-26 W/°C	± 10 %
q_2	$t_u - t_r$	3-8°C	± 15 %
q_3	P_t	0-90 W	± 3 %
q_4	V_f	5-15 · 10 ⁻³ m ³ /s	± 2 %
q_5	$t_2 - t_1$	7-10°C	± 10 %

Beräkning av det totala felet enligt "minsta kvadratmetoden" visar att det är osäkerheten hos $t_u - t_r$ som är avgörande. Det gäller således att bestämma temperaturdifferenser $t_u - t_r$ så noggrant som möjligt för att uppnå en acceptabel tolerans för mätningarna. Vid de utförda mätningarna värderades osäkerheten av $t_u - t_r$ till ± 15 %.

Kommentar - Med ovannämnda mätutrustning kan man uppnå jämvikt i systemet på ca 2-3 timmar. För att uppnå snabbare mätningar kan man med fördel minska kalorimeterns värmekapacitet. En konstruktion bestående av tunna aluminiumplåtar och ett lätt isoleringsmaterial (uretanplast) kan rekommenderas.

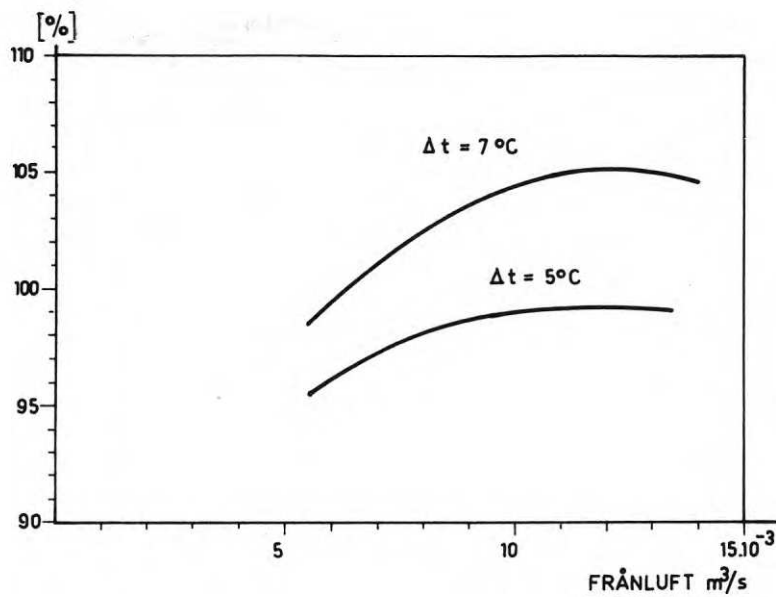


FIG. 1:6 Relativa ljusflödet som funktion av frånluftsflöde och temperaturskillnad Δt för provad armatur.

Relative light output as a function of exhaust air flow and temperature difference Δt for fitting tested.

TABELL

Erhållna data vid bestämning av armaturs effektfördelning

t_u (°C)	V_f (m^3/s)	t_r (°C)	t_2 (°C)	t_1 (°C)	K (W/°C)	$K(t_u - t_r)$ (W)	P_t (W)	P_f (W)	ρ (kg/m^3)	c_p ($W/kg, ^\circ C$)	$P_L =$ $V_f \cdot \rho \cdot c_p (t_2 - t_1)$ (W)	P_a (W)	P_u (W)	P_r (W)
28,25	$8,35 \cdot 10^{-3}$	26,0	32,95	26,0	26,2	59,0	0	8	1,116	10^3	64,6	200	51,0	84,4
28,20	$10,4 \cdot 10^{-3}$	25,45	31,5	24,9	26,2	72,0	16	8	1,123	10^3	77,0	200	48,0	75,0
28,25	$13,95 \cdot 10^{-3}$	25,25	31,2	25,2	26,2	78,5	25	8	1,124	10^3	94,0	200	45,5	60,5
31,75	$5,0 \cdot 10^{-3}$	25,7	35,5	25,8	20,0	121,0	61	8	1,102	10^3	53,5	200	52,0	94,5
32,25	$10,4 \cdot 10^{-3}$	25,6	34,2	26,0	19,0	119,0	85	8	1,111	10^3	99,0	200	26,0	75,0
32,0	$14,6 \cdot 10^{-3}$	26,0	33,0	26,0	19,5	117,0	86	8	1,114	10^3	114,0	200	23,0	63,0

ERFARENHETER FRÅN UTLÄNDSKA ANLÄGGNINGAR

I syfte att vinna erfarenheter om hur integrerade ljus-värme-ventilationsanläggningar utförts, och hur de fungerar, företogs en studieresa till USA och Kanada under hösten 1969. Besök gjordes också hos en firma som uteslutande sysslar med provningar av all slags elektrisk materiel och utrustningar som t.ex. ventilerade lysrörsarmaturer.

Följande städer besöktes: New York, Philadelphia, Washington, Cleveland, Chicago, Toronto och Boston.

Förteckning över besök:

1. Illuminating Engineering Society, New York
2. Electrical Testing Laboratories, New York
3. General Electric (kontor), New York
4. 345 Park Aveny (kontorsbyggnad), New York
5. CBS Building (kontorsbyggnad), New York
6. Lightolier Inc. (armaturtillverkare), New York
7. Bankers Trust (kontorsbyggnad), New York
8. Starr, Miller and Serot (VVS-konsult), New York
9. The Kulhan Building (kontorsbyggnad, ej integrerat system), Philadelphia
10. IBM (kontorsbyggnad, ej integrerat system), Philadelphia
11. General Engineers Ass. (el- och belysningskonsulter), Washington
12. 1225 Connecticut Aveny (kontorsbyggnad), Washington
13. Suffridge Building (kontorsbyggnad), Washington
14. The World Bank Building (kontorsbyggnad, ej integrerat system), Washington
15. General Electric Lighting Institute, Cleveland
16. The first National Bank Building (kontorsbyggnad) Chicago
17. John Hancock Building (kontorsbyggnad, ej integrerat system), Chicago
18. C.F. Murphy Ass. and The Perkins & Will Partnership (el- och VVS-konsult), Chicago
19. Commonwealth Edison Comp., Chicago
20. Canada Trust Building (kontorsbyggnad), Toronto

21. New City Hall (kontorsbyggnad, ej integrerat system), Toronto
22. G.E. Mullvey & Co Ltd. (el-, belysnings- och VVS-konsult), Toronto
23. Treis Industries Ltd. (armaturtillverkare), Toronto
24. Sylvania Lighting Center, Danvers
25. The Prudential Building (kontorsbyggnad, ej integrerat system), Boston.

SAMMANFATTNING AV IAKTTAGELSER

Det installeras alltså många nya anläggningar i USA där belysnings- och ventilationsanläggningarna inte är integrerade.

För de integrerade anläggningarna kan inte förmärkas användningen av något speciellt system, utan man tycks, liksom i Sverige, välja typ av belysnings- och ventilationssystem för resp. anläggning. Det förekommer dock förvånansvärt många anläggningar där frånluften tas upp omkring armaturen till undertaket i stället för igenom armaturen som ger ett bättre resultat.

BELYSNING

Nivåer m.m.

Belysningsstyrkor i kontorslokaler 1 000 - 3 000 lux.

Belysningsstyrkor i bankhallar 1 000 - 2 000 lux.

Belysningsstyrkor i korridorer inom kontorsbyggnader 600 - 1 500 lux.

Oftast användes 40 W-lysrör, men även 20 W- och 30 W-lysrör förekommer.

Armatyr

Huvudsakligen användes lysrörsarmaturer i format 600 x 1 200 mm (2 x 4 ft). Som bländskydd användes företrädesvis skivor av prismatisk akryl- eller styrenplast.

Genomgående har armaturerna fällbara bländskyddsramar i mycket fint mekaniskt utförande, så att man erhåller god passning i armaturhuset intill till- och frånluftsslitsar.

Slitsar för frånluft i armatur är oftast utförda som en dammfälla så att frånluften hindras att direkt passera in i armaturhuset.

För justering av frånluftsflödet finns i många armaturkonstruktioner reglerbara spjäll i armaturhusets överdel.

Övrigt

I en anläggning, General Electric Nela Park, hade man, som komplement till ljusvärmen i varje kontorsrum, 2 st 1 000 W infrastrålarare placerade ovanför och intill ytterfasaden och riktade mot denna. Dessa strålarare hade till uppgift att ombesörja en konstant väggtemperatur och in- och urkopplas via känselorgan som inbyggts i fasadväggen.

Vid diskussioner med personer som handhar skötsel och underhåll av belysningsanläggningar har framkommit, att ventilerade lysrörsarmaturer icke utgör något problem vad gäller nedsmutsning. Snarare har dessa armaturer en bättre bibehållning än icke genomventilerade armaturer. Detta överensstämde också med de erfarenheter som både General Electric och Sylvania hade.

Hos General Electric pågick prov med att försöka använda nya typer av kvicksilverlampor för kontorsbelysning. Det största problemet med denna typ av belysning var att klara bländningen. Armaturerna för dessa lampor var icke ventilerade.

Genomventilerade glödlampsarmaturer förekommer i stor utsträckning. Man har i princip försett armaturen med en yttre huv, vilken anslutes till frånluftskanal. Sådana armaturer hade levererats av bl.a. Prescolite och Lightolier.

VENTILATION

Frånluft

I de integrerade belysnings- och ventilationsanläggningarna förekommer att frånluften tages såväl igenom som runtomkring armaturerna. Mest förekommande synes dock vara att ta frånluften igenom armaturerna, varvid dessa då som regel är anslutna till kanal.

Luftflöde per armatur 35 - 170 m³/h.

Tilluft

Kombinationen tilluft via fönsterapparater i zonen 5 m från fönster och tilluft via spaltluftspridare sammanbyggda med armatur i den inre zonen är det vanligaste systemet. Spaltluftspridaren är placerad utmed en eller två av armaturens sidor.

Tilluftflöden per armatur vid sidoanslutna spridare: 170 - 255 m³/h. Vid högre flöden än 255 m³/h finns risk för ljudproblem.

Övrigt

I en anläggning, General Electric Nela Park, visades kontorsrum i vilka fanns lysrörsarmaturer för såväl luft- som vattenkylning, i ett integrerat system.

Data från några besökta anläggningar enligt uppställning på s. 44.

MÄTNING OCH PROVNING AV VENTILERADE ARMATURER

Några rekommendationer om enhetlig mätmetod, eller hur data skall redovisas, finns icke i USA. Förslag till sådana finns emellertid utarbetade av IES.

Electrical Testing Laboratories, ETL, vilka sysslar med mätningar och provningar av bl.a. ljusarmaturer, har på uppdrag av armaturfabrikanter gjort några mätningar på ventilerade lysrörsarmaturer. ETL uppgav att de har alla de instrument som erford-

ras, men har icke, p.g.a. att rekommendationer saknas, någon fast installerad kalorimeter. Från fall till fall har man byggt upp en kalorimeter av en enkel trälåda, isolerad med glasfiber, invändigt försedd med elslingor för temperaturhållning.

ANLÄGGNING		BELYSNING	ARMATUR	VENTILATION	ÖVRIGT		
Anläggning Färdigställd	Lokaltyp	Undertak, typ	Belysnings- styrka Effekt	Bestyckning Typ, utförande	System Tilluft - Frånluft	Belysning	Värme Ventilation
1225 Connecticut Av. 1967	Kontors- hus. Cellkon- tor	Fiberplattor på synliga T-profiler	1100 lux 44 W/m ²	4x40 W Infälld med bländskydd av prismatisk klar- plast. Avsedd för från- luft som tas in via slitsar vid gavlarna. In- ställbara ut- loppsöppningar i armaturlådans tak.	Yttre zon: Tilluft via fönster- apparater. Inre zon: Tilluft via spalt- luftspridare, sam- manbyggda på arma- turens långsidor. Frånluft via arma- turer genom under- taksutrymmet.	Lysrörsfärg: Varmvit.	Värmesystem: 3-rörs in- duktionssystem
Suffridge Building Washington 1969	Kontors- hus. Cellkon- tor och storkon- tor	Fiberplattor	1000 lux 45 W/m ²	2x40 W Infälld med bländskydd av prismatisk klar- plast. Slitsar på arma- turens långsidor för frånluft om- kring armatur- huset resp. för tilluft genom spaltluftsprid- are.	Yttre zon: Tilluft via fön- sterapparater. Inre zon: Tilluft via spalt- luftspridare sam- manbyggda på arma- turens långsidor. Frånluft omkring armaturen, genom undertaksutrymmet.	Lysrörsfärg: Cool white.	
First National Bank Chicago 1969	Bank - Kontors- hus	Fiberplattor	1900 lux 61 W/m ²	4x40 W Infälld med bländskydd av svagt guldfär- gad prismatisk klarplast. Avsedd för från- luft som tas in via slitsar på långsidorna. Stosanslutning till frånluft- kanal.	Yttre 4,5 m zonen: Tilluft via fönster- apparater. Inre zon: Tilluft via spalt- luftspridare sam- manbyggda på arma- turens långsidor. (Endast vissa ar- maturer.) Tvåkanalsystem med blandboxar. Frånluft via arma- turen till från- luftkanal. Luftflöde genom varje armatur: 170 m ³ /h.	Lysrörsfärg: Varmvit. Efter 12000 timmars drift utbytes samt- liga lysrör. Rengöring av armatur och bländskydd 1 gång per år.	Uppvärmning, ventilation och luftkonditione- ring helt elekt- riskt. Elvärmeelement vid fönster för att motverka värmeförluster, ca 660 W/m. 4 st våningsplan utnyttjas för fläktar, centra- ler m.m. Rumstemperatur ca 24°C som kontrolleras med eftervärnings- batterier. Kyltorn.
CBS-Building New York 1968	Kontors- hus Cell- kontor. Stor- kontor	Fiberplattor	850 lux ca 40 W/m ²	4x20 W Infälld kvadra- tisk armatur med bländskydd av prismatisk klarplast. Slit- sar på två si- dor om bländ- skyddsramen för till- resp. frånluft.	Tilluft via induk- tionsapparater vid fönster som täcker yttre zonen 5 m från fönster. Vid inre zon tilluft genom spaltluft- spridare utmed en av armaturens si- dor. Frånluft via ar- maturererna genom undertaksutrym- met. Luftflöde ge- nom varje arma- tur: 90 m ³ /h.		Kyltorn: Ångturbiner för kyla 2 st à 1250 HK.
Bankers Trust Building New York	Kontors- hus. Cell- kontor. Stor- kontor	Fiberplattor	Ca 1100 lux	6x30 W Infälld kvadra- tisk armatur med bländskydd av s.k. optiskt raster. Slitsar intill två av armaturens si- dor för från- luft omkring armaturhuset.	Tilluft via spalt- luftspridare utmed två av armaturens sidor. Frånluft via slit- sar intill arma- turhuset genom undertaksutrymmet.	Lysrörsfärg: Varmvit.	

FORMULÄR FÖR FÄLTSTUDIER AV LJUS- OCH VENTILATIONSANLÄGGNINGAR
I DRIFT

FORMULÄR FÖR FÄLTSTUDIER AV LJUS- OCH VENTILATIONSANLÄGGNINGAR
I DRIFT

Anläggning:

Togs i drift:

Datum för mätning:

Ansvarig för mätningarna:

Data om belysningsanläggningen

1. Tag reda på hur många timmar lysrören varit i drift.
2. Vilken typ av lysrör användes? Effekt, ljusfärg.
3. Effekt per armatur, antal lysrör.
4. Vilken typ av bländskydd har armaturen?
5. Hur är armaturen integrerad med ventilationen?
 - a. Är den avsedd för såväl till- som frånluft eller en-dera av dessa?
 - b. Är den ansluten till kanal eller ej?
6. Hur tas frånluften in i armaturen?
 - a. Genom springa vid kortsida.
 - b. Genom springa i långsida.
 - c. Genom öppet raster.
 - d. (andra alternativ)
7. Hur många Watt/m² utgör belysningen i rummet? (Räkna 48 W per 40 W-rör och 76 W per 65 W-rör).
8. Vilken typ av undertak användes?
 - a. Plåtkassetter.
 - b. Kassetter av fibermaterial.
 - c. (andra alternativ)

Skötsel av belysningsanläggningen

1. Lampbyten, intervall.
2. Rengöring av armatur, intervall.

Ljusbmätning

1. Uppmät medelbelysningsstyrkan i rummet. Mät 0,8 m över golv.

För stora rum mätes ett antal punkter med avståndet 2 m i längd och bredd. (En mätpunkt i en ruta på 2 x 2 m².) För mindre rum användes avståndet 1 m mellan mätpunkterna.

Luxmeter med färg- och cosinuskorrigerad fotocell skall användas.

Data om luft- och ventilationsanläggningen

1. Tilluft.
Hur tillföres denna rummet?
Luftflöde totalt, m³/h/m² golvyta.
2. Frånluft.
 - a. Genom kanalansluten armatur.
 - b. Genom undertaksutrymme.
 - c. (andra alternativ)
 Hur stort luftflöde genom varje armatur, m³/h?
3. Antal luftväxlingar per timme.
4. Tilluftstemperatur.)
5. Rumstemperatur.) Önskade värden.
6. Rumsfuktighet.)

Luft-temperaturmätningar

1. Utetemperaturen.
2. Medeltemperatur i rummet.
3. Medeltemperatur i undertaksutrymmet.
4. Temperatur på frånluft vid inträde i armatur.
5. Yttemperatur på lysrör. Flera mätpunkter.
6. Yttemperatur på reflektorplåt i armatur. Flera mätpunkter.
7. Temperatur på frånluft när den lämnar armaturen.
8. Yttemperatur på undertak.

Värmeackumulation i bjälklag

1. Mätning av temperatur inuti bjälklag.
2. Värmebalansberäkning.

REMISSLISTA

Förslaget har skickats på remiss till företag och institutioner enligt följande förteckning.

ARMATURFABRIKANTER

Järnkonst AB, Landskrona
Fagerhults El. AB, Habo
CEBE-ASEA, Svalöv
AB Taiba, Örnsköldsvik
Luma-Lampan AB, Stockholm
El. AB Exaktor, Värnamo
AB Bruno Herbst, Vårby
Lilux Belysnings AB, Stockholm
Siemens AB, Stockholm
AEG, Solna
Svenska AB Philips, Stockholm

KONSULTER

Wahlings Konstruktionsbyrå AB, Danderyd
L K L Ingenjörbyrå, Lötzberg, Källqvist & Lind AB, Farsta
KFAI AB, Stockholm
Richard Nilsson Konstruktionsbyrå AB, Göteborg
HSB, Stockholm
Ingenjörfirman Bergman & Co AB, Stockholm
Magnusson Konsulterande Ingenjörbyrå AB, Stockholm
ELPA, Malmö

FORSKARE m.fl.

Professor Claes Allander, KTH, Institutionen för Värmeteknik,
Stockholm
Professor John Rydberg, KTH, Institutionen för Värmeteknik,
Stockholm

Professor Bo Adamsson, LTH, Institutionen för Byggkonstruktionslära, Lund

Civ.ing. Allan Ottosson, KTH, Institutionen för Elektrisk Anläggningsteknik, Stockholm

Ljuskultur, Stockholm

Svenska Belysningssällskapet, Stockholm

FERA, Stockholm

SEMKO, Stockholm

Sveriges Standardiseringskommission, Stockholm

VVS-Tekniska Föreningen, Stockholm

VENT. ENTREPRENÖRER

AB Svenska Fläktfabriken, Jönköping

AB Bahco, Enköping

AR-Ventilations AB, Stockholm

Nordzent Teknik AB, Sollentuna

R5:1971

Denna rapport avser anslag nr D 428:2 från Statens råd för byggnadsforskning till Lars Carlsson och Hans Hedlund, Stockholm

Distriktion: Svensk Byggtjänst, Box 1403, 111 84 Stockholm
Abonnemangsgrupp: i (installation)

Pris: 12 kronor