

LABORATORIET FOR VARMEISOLERING
DANMARKS TEKNISKE HØJSKOLE

Meddelelse nr. 16

Laboratoriet for varmeisolering 1959-1969

Særtryk af »Forskning« nr. 1, 1969

Laboratoriet for varmeisolering

378.662:061.6:536.2

Af professor Vagn Korsgaard.

Laboratoriet for Varmeisolering er en afdeling af Den polytekniske Lærestalt, Danmarks tekniske Højskole. Laboratoriet blev oprettet som en selvstændig afdeling i 1959. Oprettelsen blev finansieret ved tilskud fra byggematerialeindustrien og forskellige fonds.

Baggrunden for laboratoriets oprettelse.

Den udvikling, der har fundet sted inden for husbygningsteknikken siden den sidste verdenskrig, har især været præget af de mange nye materialer og produkter, der er fremkommet, og af de bestræbelser, der er gjort for at rationalisere og industrialisere byggeriet i et forsøg på at efterkomme den store efterspørgsel efter huse af enhver art.

Det er indlysende, at en så voldsom udvikling som den, der finder sted inden for husbygningsteknikken, der igennem århundreder har været traditionsbestemt, må give anledning til mange tekniske problemer, hvis rette løsning har stor samfundsøkonomisk betydning, da der her i landet bygges huse for flere milliarder kroner om året.

Disse tekniske problemer må primært løses af ingeniører, naturligvis i fornødent samarbejde med arkitekter, økonomer o. a. Det er derfor vigtigt, at der til enhver tid uddannes det nødvendige antal ingeniører med en uddannelse, der gør dem særligt egnede til at løse disse problemer og til aktivt at præge den fremtidige udvikling inden for området.

Når man ser på husbygningens betydning for den menneskelige tilværelse i videste forstand, involverer det medvirken af personer med vidt forskellig uddannelse fra arkitekter og ingeniører til fysiologer og sociologer.

Den ingeniørmæssige uddannelse varetages af Højskolens forskellige afdelinger, primært afdelingerne for bygningsteknik, husbygning, opvarmning og ventilation, teknisk hygiejne og varmeisolering.

Faget varmeisoleringsteknik.

En væsentlig del af et hus udgøres af den ydre skal, klimaskærmen, som skal beskytte boligen henholdsvis arbejdspladsen eller produktionslokalet mod det ydre klimas påvirkninger, så det bliver muligt på økonomisk og hensigtsmæssig måde ved hjælp af varme anlæg eller klima anlæg at skabe et til formålet velegnet indeklima.

Klimaskærmen kan opdeles i tag, vægge, vinduer m. v., hvortil der stilles en række forskellige funktionskrav, som i hovedsagen drejer sig om krav til:

- a. varmetæthed
- b. lufttæthed
- c. vandtæthed.

Kravene må primært fastsættes ud fra hygiejniske, varmeøkonomiske og vedligeholdelsesmæssige synspunkter. For at kunne gøre dette må man have nøje kendskab til de ydre og indre klimapåvirkninger, som de forskellige dele af klimaskærmen udsættes for, samt have et dybtgående kendskab til de love, der gælder for varmetransport, fugttransport og luftstrømning i byggematerialer og sammensatte konstruktioner.

Betegnelsen varmeisoleringsteknik er valgt, fordi de belyser en væsentlig side af faget, og fordi der ikke på dansk findes en kort betegnelse, der er dækkende for fagets indhold, der som det fremgår af foranstående omfatter klimaskærmens funktion og principielle opbygning, så den bedst muligt opfylder sin mission. Med anvendelse af nyere angelsaksiske betegnelser kan faget beskrives som termisk design af bygninger i relation til environmental engineering.

Fagets samfundsøkonomiske betydning beror ikke alene på, at en betydelig del af de milliarder, som årligt anvendes til byggeri, investeres i husenes klimaskærme, og at det derfor er betydningsfuldt, at de udføres funktionelt rigtigt, men også på, at en meget stor post på valutaregnskabet (ca. 800 mill. kr. årligt) skyldes varmetabet igennem klimaskærmen. Tendensen i de senere års arkitektur til at anvende store vinduer kan medføre yderligere valutaforbrug til kuldekalorier til fjernelse af solindfaldet.



Professor Vagn Korsgaard, civilingeniør M 1945. Forskningsstipendiat 1945. I rådgivende ingeniørfirma Birch og Kroghoe 1946-49. Studieophold i U.S.A. 1948. Ved Statens Byggeforskningsinstitut 1949-53. Lærer ved Kunstakademiets Arkitektskole 1952-65. Universitetsadjunkt ved DTH 1953. Docent i opvarmning og ventilation 1957. Initiativtager til oprettelsen af Laboratoriet for Varmeisolering ved DTH og bestyrer af samme 1959. Ekstraordinær professor i varmeisoleringsteknik 1965. Boligministeriets konsulent 1965. Medlem af ATV 1967.

Formand for ATV's Indeklimaudvalg 1968. Tildelt Esso-prisen 1954 og Ingeniør Finn Henriksens mindelegat 1963.

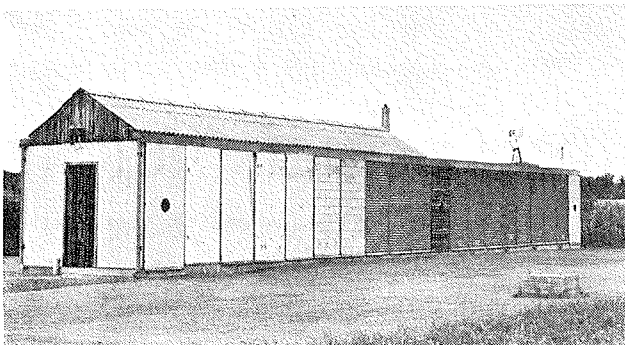


Fig. 1. Forsøgshus til langtidsprøvning af ydervægskonstruktioner.

Da det termiske indeklima har væsentlig indflydelse på arbejds-effekten, og muligheden for at skabe et optimalt indeklima i høj grad beror på klimaskærmens udformning, vil det også af den grund være af samfundsmæssig betydning, at klimaskærmen bygges funktionelt rigtigt. En forudsætning herfor må bl. a. være, at husbygningsingeniører har en rimelig uddannelse i faget, og at der forskes inden for området.

Personale og laboratorium.

Til varetagelse af undervisningen og forskningen har afdelingen et personale bestående af tre amanuenser (civilingeniører) og p. t. en universitetsadjunkt samt en maskinarbejder, en laboratiemedhjælper, en lærling, en kontorassistent og en professor.

Laboratoriets lokaler består af en forsøgshal med et mindre værksted (tilsammen 220 m²) samt 6 små (7 m²) kontorer. Ved overflytningen i 1971 til den nye højskole vil laboratoriet få betydelig bedre pladsforhold.

Undervisningen.

Efter den nye studieplan gives der på 6. halvår for alle bygningsingeniørstuderende en ugentlig forelæsning, og der afholdes skriftlig eksamen ved forprøven. På 9. halvår gives der tre ugentlige forelæsninger og et kursusarbejde for husbygningsretningen. Forelæsningsne er ikke obligatoriske men kan vælges sideordnet med en række andre fag. Der holdes skriftlig eksamen ved slutprøven. De studerende, der har fulgt forelæsningsne, kan vælge at udføre det afsluttende eksamensarbejde i faget. I de forløbne år har ialt 12 valgt at udføre eksamensarbejde i faget. Tre af disse har udført videregående studier, som er afsluttet med tildeling af licentiatgraden. [1], [2], [3].

Forskningen.

Den forskning, som laboratoriet hidtil har udført, må nærmest karakteriseres som målforskning, idet den i de fleste tilfælde har haft et ret umiddelbart praktisk sigte. Hovedparten af det apparatur, som har været nødvendig for at kunne gennemføre denne forskning har været af så speciel natur, at det ikke har kunnet købes men har måttet udvikles og konstrueres på laboratoriet. En betydelig del af medarbejdernes tid har følgelig været anvendt til dette arbejde.

Langtidsprøvning af ydervægge.

Moderne ydervægskonstruktioner, enten de udføres på stedet eller præfabrikeres, udføres oftest som en sandwichkonstruktion med et varmeisolerende lag imellem to beskyttende og evt. bærende lag.

Da et byggematerials varmeisoleringssevne forringes væsentligt, når det bliver fugtigt, skal materialevalget og opbygningen være sådan, at isoleringsmaterialet ikke bli-

ver fugtigt i årenes løb, hverken på grund af slagregn eller kondensation.

Til langtidsprøvning af vægkonstruktioner råder laboratoriet over et forsøgshus (fig. 1), hvori der samtidigt kan prøves 2 x 18 vægelementer evt. vinduer og et antal tagkonstruktioner. Basismålingerne er registreringer af varme-strøm- og temperaturforløb igennem væggene. Varmestrømmen måles med en af laboratoriet udviklet termoelektrisk varmestrømsmåler. Temperaturen måles med Cu-konstantan termoelementer. Registreringen er hidtil sket på telefонтællere, der fotograferes hver time. I tilslutning til prøvehuset findes en vejstation, hvor der foregår en kontinuerlig registrering på hulbånd af lufttemperatur, vindhastighed, slagregn og solskin. Prøvehuset er nærmere beskrevet i laboratoriets meddelelse nr. 8, [7].

Korttidsprøvning af ydervægge.

I forbindelse med byggeriets industrialisering udvikles stadig nye præfabrikerede ydervægselementer. Det er selvfølgelig af stor betydning at kende funktionsdygtigheden i relation til slagregn og vindtæthed af et ny-konstrueret element med de dertil hørende fugeløsninger, inden elementet produceres i de meget store antal, der almindeligvis er tale om. For på kort tid at kunne prøve væg- og vindueselementers og de tilsluttende fugers tæthed overfor regn og vind har laboratoriet konstrueret et såkaldt slagregnsapparat efter norsk forbillede (fig. 2). Apparatet er nærmere beskrevet i laboratoriets meddelelse nr. 12, [8].

Apparatet er velegnet til at demonstrere for de studerende og andre, hvilke forskelle af mere principiel art som kan være afgørende for, om en konstruktion bliver vellykket eller ej, og at det især er udformningen af detaljerne og den håndværksmæssige udførelse, der er udslagsgivende.

Analogimetoder til løsning af termiske problemer.

Bygningsingeniørens hovedopgave er som bekendt projektering af bygværker af en eller anden art. Formålet med

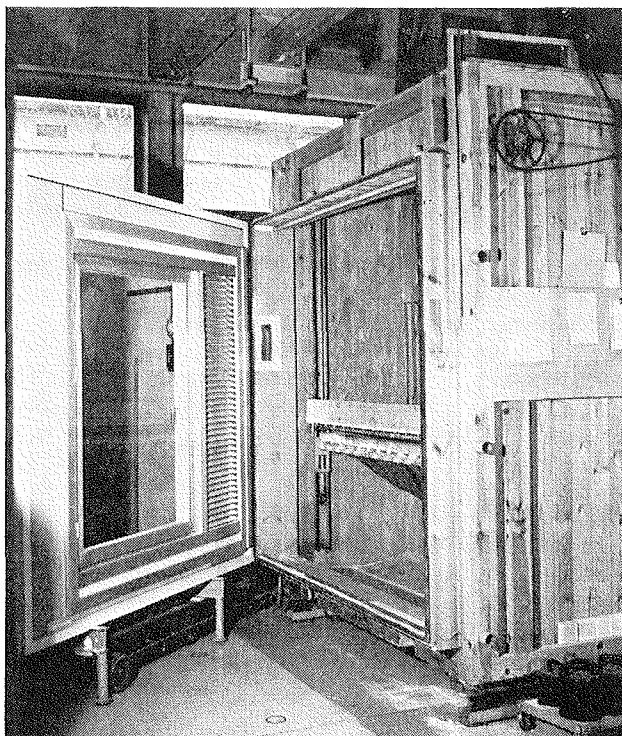


Fig. 2. Slagregns- og vindtæthedsapparat til korttidsprøvning af vægelementer og vinduer.

projekteringen er, at bygværket, når det står færdigt, skal fungere efter hensigten. For at dette skal kunne lade sig gøre må ingeniøren beregningsmæssigt kunne gennemføre en dimensionering af bygværkets enkelte dele på grundlag af relevante kriterier. Her tænkes ikke alene på den statiske dimensionering. Almindeligvis vil et bygværks struktur være meget kompliceret og de ydre påvirkninger være mangfoldige, så en dimensionering kun kan gennemføres under antagelse af en lang række forenklinger, som enten bør være erfaringsmæssigt tilladelige eller kunne teoretisk underbygges. I hvor høj grad det vil være nødvendigt at forenkle for at kunne gennemføre dimensioneringen, vil afhænge af mange ting, bl. a. af, i hvilken udstrækning det er muligt at give de teknisk-fysiske love en matematisk formulering, samt dernæst, hvilke regnetekniske hjælpemidler der står til rådighed til løsningen.

Selv om det principielt er muligt at løse alle matematisk formulerbare problemer ved hjælp af datamater, behøver denne løsningsmetode dog ikke altid at være den bedst egnede, dels fordi regnetiden kan blive lang og løsningen dermed dyr, dels fordi problemet endnu ikke foreligger i programmeret form. Andre løsningsmetoder kan derfor undertiden med fordel komme til anvendelse, det gælder bl. a. el-analogimetoder, hvilket beror på, at en række fysiske fænomener af vidt forskellig natur som bekendt kan gives samme matematiske formulering. Heraf følger imidlertid, at såfremt det er muligt at bygge et fysisk system, som er velegnet til måling af de deri optrædende karakteristiske fysiske størrelser, så kan dette system også simulere et helt andet fysisk system, når blot de to systemer og deres karakteristiske variable kan beskrives ved de samme matematiske udtryk. Et termisk system med de karakteristiske størrelser, temperatur og varmestrøm, eller et hydraulisk system med de karakteristiske størrelser, tryk og vandstrøm, vil ofte med fordel kunne simuleres ved et elektrisk system med de karakteristiske størrelser, spænding og strøm.

De fleste termiske problemer af betydning for bygnings-teknikken kan betragtes som feltproblemer eller potentialstrømningsproblemer. Dette gælder således temperatur- og varmestrømsfeltet i en bygningsdel. Nogle for praksis betydningsfulde eksempler herpå er beregning af temperaturfordelingen omkring kuldebroer og temperaturforløbet i rum med store vinduer.

RC-netværk til simulering af kuldebroer.

Kuldebroer fremkommer, når bærende bygningsdele (bjælker, søjler m. v.), der som regel er godt varmeledende, af konstruktive eller arkitektoniske grunde gennembryder det varmeisolerende lag (fig. 3). Herved opstår indvendigt i husene kolde partier, som misfarves enten på grund af forøget støvaflejring, eller fordi indeluftens fugtighed kondenserer på de koldeste partier. Kondensrisikoen er særlig stor i huse med klimaanlæg, hvor luften befugtes.

En el-model af en kuldebro består af et to- eller tre-dimensionalt netværk af elektriske modstande. Bygningsdelen, hvis termiske felt skal undersøges, tænkes delt i retvinklede dellegemer, for hvilke man beregner varmestandsene efter akseretningerne. Varmestandsene omregnes ved hjælp af de gældende modellove til el-modstande. Såfremt modellen skal bruges til løsning af instationære opgaver, må der i knudepunkterne tilføjes kondensatorer svarende til dellegemernes varmekapacitet. Ved at vælge passende værdier på omregningsfaktorerne kan modellen gøres næsten vilkårlig hurtig, d. v. s. en døgnsvingning i

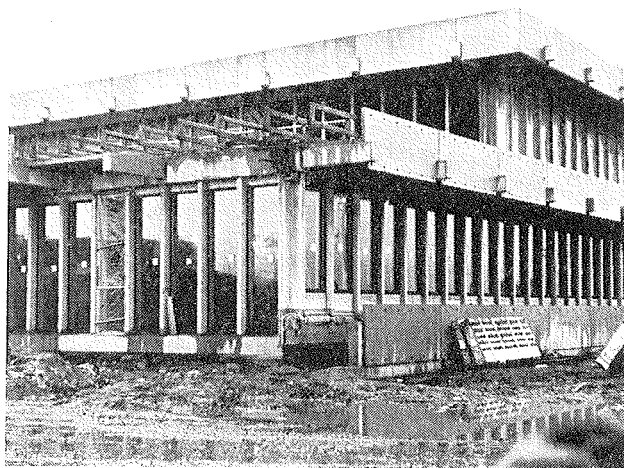


Fig. 3. Betonelement byggeri med mange kuldebroer.

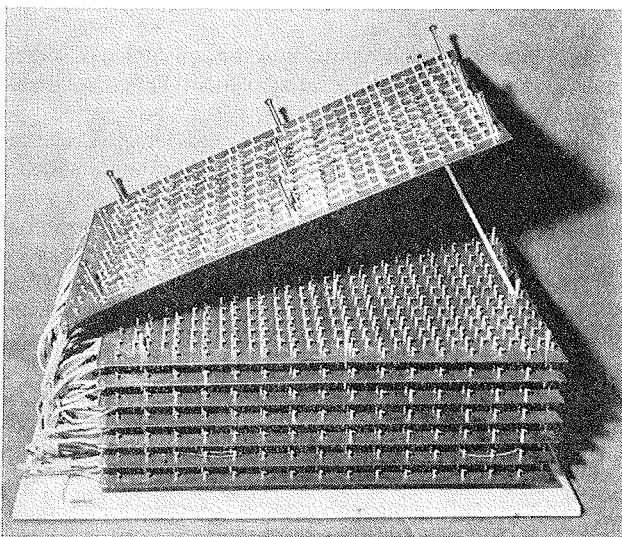


Fig. 4. Pladeapparat til opbygning af RC-netværk af kuldebroer.

det termiske system kan gennemløbes på en brøkdel af et sekund i det elektriske system.

Laboratoriet har udviklet et simpelt pladeapparat til bygning af el-modeller af to- og tre-dimensionale kuldebroer. Apparatet er vist på fig. 4 og er nærmere beskrevet i laboratoriets meddelelse nr. 9 [4]. På fig. 5 er vist et eksempel på en to-dimensional kuldebro med de målte temperaturer (spændinger) i knudepunkterne indskrevet.

Til løsning af to-dimensionale stationære kuldebroproblemer har laboratoriet udarbejdet et datamatprogram.

RC-netværk til simulering af rum.

Det er almindelig kendt, at den moderne arkitektur med store gennemskinnelige glaspazier i facaderne medfører ubehagelige høje temperaturer i de bag facaderne beliggende rum, såfremt der ikke træffes særlige foranstaltninger herimod. Allerede på skitsestadiet er det derfor af betydning at kunne beregne, hvilke rumtemperaturer man kan forvente på solrige dage på forskellige tider af året for derved at kunne træffe beslutning, om det er nødvendigt med solafskærmning eller køling af ventilationsluften.

Et rum i en bygning omsluttet almindeligvis af seks vægge (indbefattet loft og gulv) af mere eller mindre forskellig konstruktion. Væggens udstrækning er som regel stor i forhold til deres tykkelse, og varmestrømmen igennem den enkelte væg kan derfor med god tilnærmelse be-

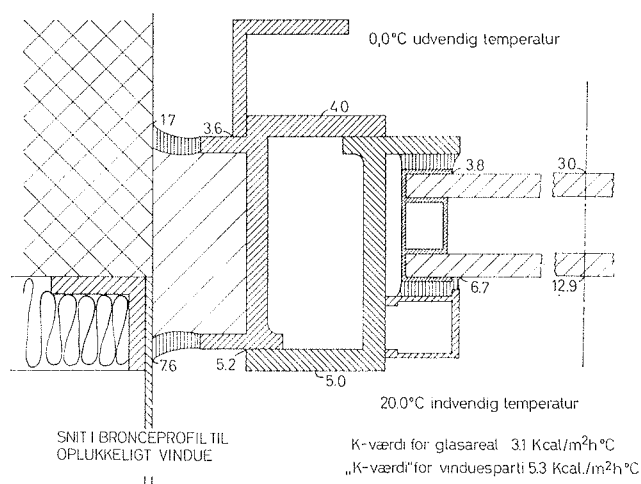


Fig. 5. Temperaturlinje omkring en kuldebro.

tragtes som en-dimensional. Væggen vil normalt enten være homogen eller sammensat af planparallelle lag vinkelret på varmestrømmen.

En sammensat væg kan simulere ved kabelstykker, ét for hvert lag, forbundet i serie. Denne fremgangsmåde er dog upraktisk. Tænkes hvert kabelstykke delt i et antal lige store dele, kan hvert af disse erstattes af en modstand og en kapacitet, et såkaldt RC-led. Herved indføres en fejl, som dog kan gøres vilkårlig lille ved at erstatte kabelstykkerne med tilstrækkelig mange RC-led i serie. I almindelighed vil 1–6 led være nok.

Sammenhængen mellem den termiske original og den elektriske model er givet ved potentialforholdet, modstandsforholdet og tidsskalaen. Det geometriske målestoksforhold er uden betydning ved denne form for analogi.

I et rum står de indvendige overflader af vægge, vinduer, loft og gulv samt møbler m. v. i indbyrdes strålingsudveksling og i konvektiv varmeudveksling med rumluften. I el-modellen simuleres denne termiske sammenkobling ved at forbinde de »indvendige« terminaler på mo-

dellen med hinanden gennem modstande, der svarer til strålings- og konvektionsmodstandene.

De uafhængige variable er dels slostrålingen, udvendig lufttemperatur og vind, dels personer, lys m. v. i rummet.

De uafhængige variable er dels solstrålingen, udvendig strømme, der påtrykkes de respektive terminaler. Automatisk temperaturregulering af klimaanlægget kan også simuleres.

Laboratoriet har udviklet og bygget en analogiregnemaskine specielt til det nævnte formål. Regnemaskinen er en af de største af sin art og er blevet benyttet i betydeligt omfang i forbindelse med større byggeprojekter såvel danske som udenlandske.

Analogiregnemaskinen med det nødvendige ind- og udlæseudstyr er vist på fig. 6, og er nærmere beskrevet i laboratoriets meddelelse nr. 10 [5]. På fig. 7 er vist et eksempel på vinduesstørrelsens indflydelse på rumtemperaturen og kølebehovet. Til løsning af mere rutineprægede opgaver har laboratoriet for nylig afsluttet udarbejdelsen af et datamatprogram.

Solkalorimeter.

Af det foregående fremgår, at laboratoriet beskæftiger sig ret indgående med de termiske problemer, som opstår i forbindelse med det nyere byggeris anvendelse af store vinduer, og laboratoriets el-analogiregnemaskine, som er udviklet specielt til dette formål, er omtalt. For at opnå bedst mulig overensstemmelse mellem beregningerne og de faktiske forhold er det vigtigt at kende solindfaldet gennem den givne vindueskonstruktion så nøjagtigt som muligt, da det er den altdominerende størrelse i problemet. Dette opnås sikrest ved at måle på en prototype af den pågældende vindueskonstruktion. Til dette formål har laboratoriet udviklet og bygget et dobbelt solkalorimeter, som er vist på fig. 8 og nærmere beskrevet i laboratoriets meddelelse nr. 13 [2].

Apparatur til måling af varme- og fugttransport i byggematerialer.

Varmetransport gennem bygningskonstruktioner vil normalt være ledsaget af fugttransport primært ved dif-

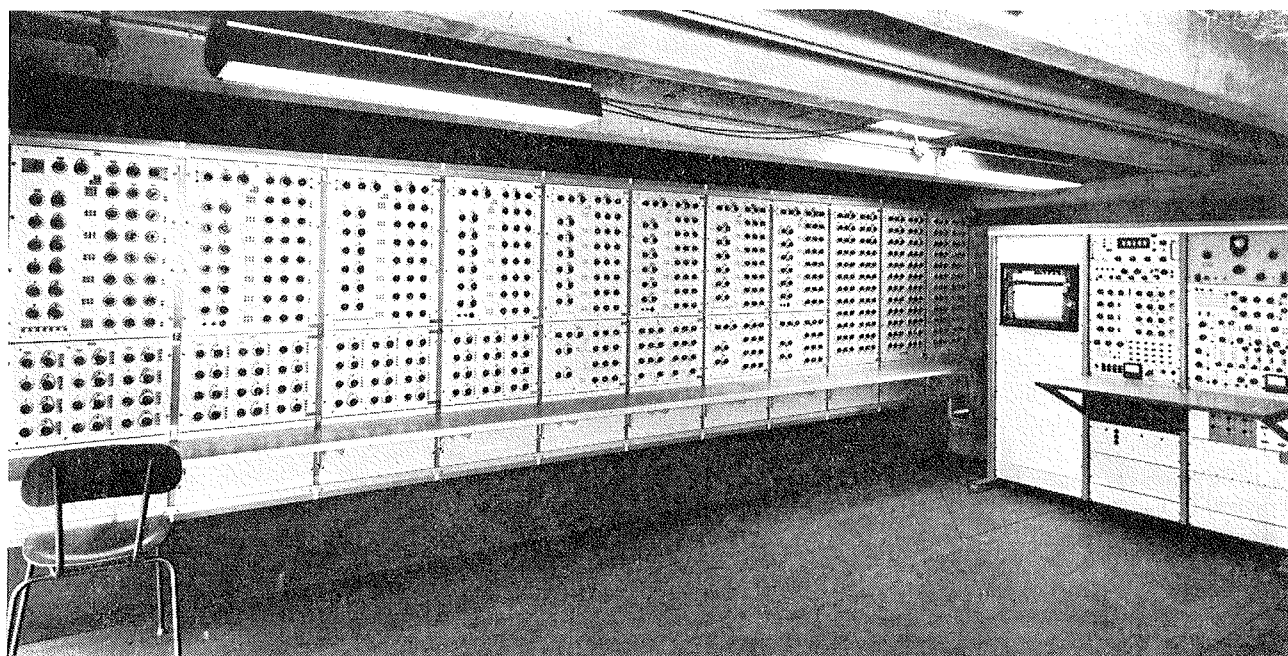


Fig. 6. Analogiregnemaskine til simulering af rum.

fusion. Ved høje fugtindhold i et byggemateriale vil der også kunne ske en betydelig fugttransport ved kapillarsugning. I praksis vil høje fugtindhold, bortset fra byggefugt, sædvanligvis skyldes kondensation af diffunderende vanddamp og må så vidt muligt undgås, da de kan medføre gener af forskellig art og i det lange løb virke nedbrydende på konstruktionen. Bygningskonstruktioner bør derfor udformes under hensyntagen til nævnte forhold, og den projekterende ingeniør må følgelig have et grundigt kendskab til teorien for fugtvandring og til praktisk brugbare beregningsmetoder. Teorien for den kombinerede fugtvandring ved diffusion og kapillarsugning er endnu langt fra fuldt udbygget, og brugbare beregningsmetoder er ikke udviklet. Ved de lave fugtindhold, som bør tilstræbes i praksis, er det formentlig tilladeligt at betragte fugtvandring som ren diffusion og operere med »tilsyneladende diffusionstal«, som under visse omstændigheder indbefatter kapillarsugning.

Ved højere fugtindhold, hvor kapillarsugning kan være dominerende, er denne betragtningsmåde næppe tilladelig. For at få større klarhed over nævnte forhold har laboratoriet bygget det på fig. 9 viste apparatur, som i princippet består af en varm og en kold kasse. I skillevæggen mellem de to kasser findes flere målefelter. Apparatet og de hidtil udførte målinger er nærmere omtalt i laboratoriets meddelelse nr. 15, [3]. Ved en for nyligt påbegyndt måleserie håber vi ved et særligt kunstgreb at kunne adskille diffusion og kapillarsugning.

I forbindelse med varmetabsberegninger m. v. for bygninger er det nødvendigt at kende byggematerialernes varmeledningsevne i afhængighed af fugtindholdet. Sædvanligvis måles varmeledningsevnen i et såkaldt Poensgens

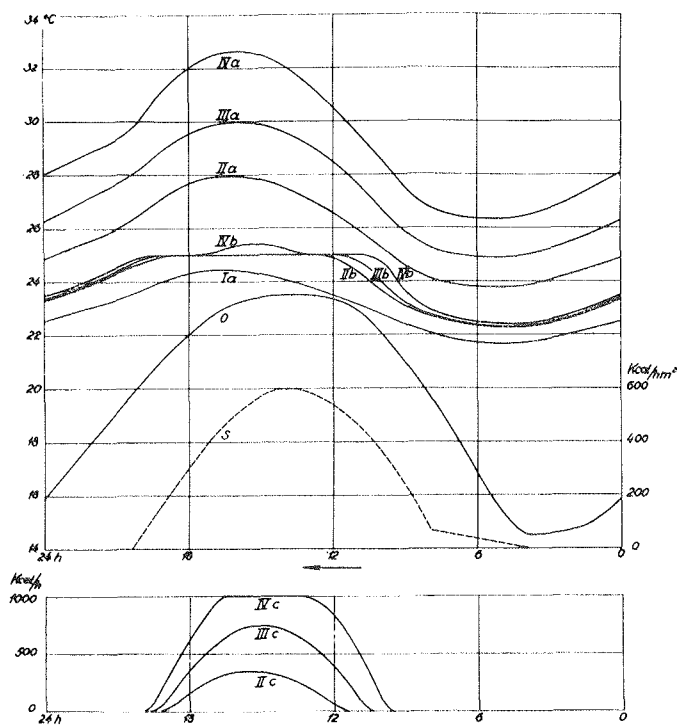


Fig. 7. Vinduesstørrelsens indflydelse på temperaturforløbet og kølebehovet i et solbeskinnat rum.

- o kurve for udv. lufttemperatur
- s kurve for globalstråling
- a kurver for rumlufttemperaturer uden køling ved forskellige vinduesstørrelser
- b kurver for rumlufttemperaturer ved forskellige vinduesstørrelser, men med køling
- c kurver for kølebehovet

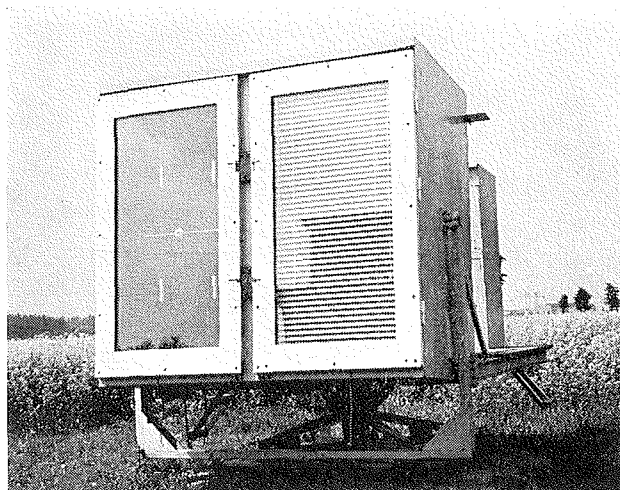


Fig. 8. Solkalorimeter til måling af vindueskonstruktioners afskærmningsfaktor.

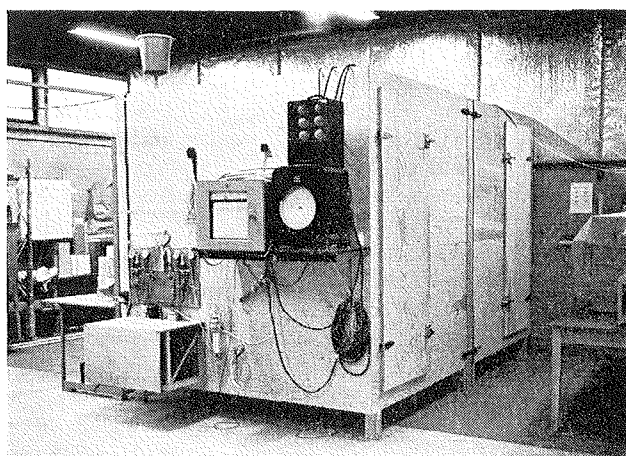


Fig. 9. Apparat til undersøgelse af fugttransport i byggematerialer under ikke-isoterme forhold.

apparat, hvor materialet indbygges mellem en varm og en kold plade. Når forholdene er blevet stationære, måles sammenhørende værdier af varmestrøm og temperaturforskul over materialet. For tørre materialer er metoden vel egnet. Når der skal måles på et fugtigt materiale, konditioneres dette til en bestemt fugtighedsgrad i hele tykkelsen, inden det indlægges i apparatet. Under målingen, der er ret langvarig, sker der en forskydning af fugten fra den varme til den kolde side, hvilket medfører fejlmåling. For at imødegå denne vanskelighed benyttes undertiden hurtige instationære målemetoder, der er omtalt i laboratoriets meddelelse nr. 7, [1].

I praksis er et byggemateriale udsat både for en temperaturgradient og en fugtgradient, som bevirker en skæv fugtfordeling og en fugttransport i materialet. For at kunne måle varmeledningsevnen under sådanne mere realistiske forhold har laboratoriet udviklet og bygget et modificeret Poensgens apparat, se fig. 10, hvor materialestykket ikke er begrænset af tætte varme- og køleplader, men af hulrum, i hvilke luften under de stationære målinger konditioneres til bestemte temperaturer og fugtigheder svarende til dem, hvorunder materialet bruges i praksis.

Måling af det termiske indeklima.

Under omtalen af faget varmeisolering blev nævnt, at klimaskærmen havde til formål at beskytte boligen eller

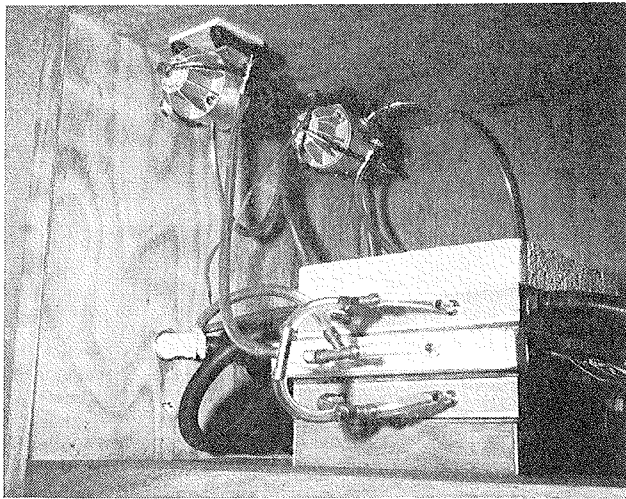


Fig. 10. Modifieret Poegens apparat til måling af fugtige byggematerialers varmeledningsevne.

arbejdspladsen mod det ydre klimas påvirkninger, så det bliver muligt på økonomisk og hensigtsmæssig måde ved hjælp af varme- eller klimaanlæg at skabe et til formålet velegnet indeklima. For at kunne afgøre om klimaskærmen opfylder sin mission i så henseende, må man derfor bl. a. være i stand til om muligt ved måling at afgøre, hvorvidt indeklimaet kan betegnes som velegnet til formålet.

Indeklimaet er imidlertid en særdeles kompliceret størrelse, især når den ses i relation til menneskers trivsel og velvære. Indeklimaets betydning i så henseende har i de senere år været genstand for almen interesse, især i forbindelse med de nye byggemåder, store vinduer og præfabrikerede elementer. På den baggrund har Akademiet for de tekniske Videnskaber nedsat et tværfagligt udvalg kaldt Indeklimaudvalget med det formål aktivt at følge og fremme forskningen inden for indeklimaets område for at klarlægge de enkelte klimakomponenters indflydelse på menneskets velbefindende. For at samle og kritisk vurdere vor nuværende viden på dette område har udvalget nedsat fire arbejdsgrupper: dagslysgruppen, luftgruppen, målegruppen og termogruppen. ATV's initiativ på dette område er for så vidt ikke nyt, idet mange vil erindre det arbejde, som ATV's Boligopvarmningsudvalg med fysiologen August Krog som formand udførte under 2. verdenskrig.

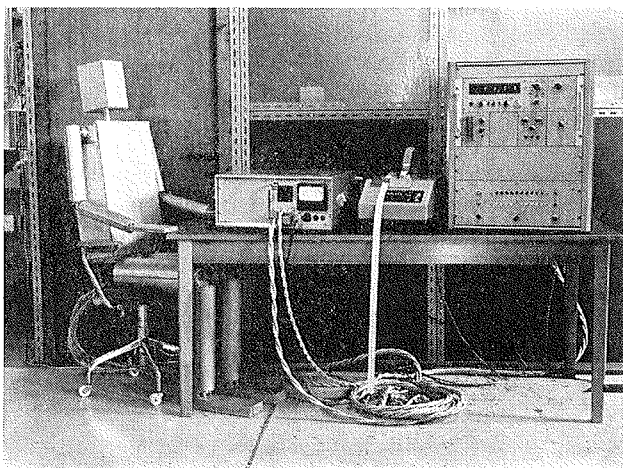


Fig. 11. Termisk mannequin med datalogger udstyr til måling af det termiske indeklima.

Hvis vi skal gøre os håb om at finde frem til de enkelte klimakomponenters indflydelse på velværet, er det nødvendigt at de kan måles på en i forhold til mennesket relevant måde. Især må det fremhæves, at en forudsætning for at finde de mere sekundære komponenters betydning er, at vi har nøje kendskab til og er i stand til at måle den termiske komponents indflydelse, der som bekendt har en meget direkte betydning for muligheden af at opfylde det fundamentale krav, at der skal være balance mellem kroppens varmeproduktion og varmeafgivelsen til omgivelserne. Indendøre udgør klimaskærmen en væsentlig del af omgivelserne, og laboratoriet har på den baggrund udviklet og bygget en avanceret måledukke (termisk mannequin), idet en sådan måledukke må anses for det bedst egnede måleapparat til angivelse af et rums termiske tilstand i relation til menneskets varmeudveksling med omgivelserne. Måledukken med tilhørende datalogger ses på fig. 11 og er nærmere beskrevet i laboratoriets meddelelse nr. 14, [6].

Rekvirentopgaver.

Laboratoriet har i ikke ubetydeligt omfang påtaget sig at løse opgaver for fremmede rekvirenter, i første række byggeindustrien samt rådgivende ingeniører og arkitekter, under anvendelse af de i det foregående omtalte apparatur og udstyr. Laboratoriet vil fortsat påtage sig dette i det omfang, de nuværende begrænsede pladsforhold og personale muliggør det, idet betydningen af vekselvirkningen mellem praksis og undervisning og forskning næppe kan overvurderes.

Samarbejde.

Laboratoriet har i årenes løb haft et stadigt samarbejde med Statens Byggeforskningsinstitut og fagligt beslægtede højskolelaboratorier. For de sidstes vedkommende vil samarbejdet forhåbentlig kunne intensiveres, når laboratoriet i løbet af et par år flytter til den nye højskole og kommer til at bo under tag med laboratorierne for husbygning, byggeteknik og materiallære.

Litteraturliste:

- [1] Laboratoriets meddelelse nr. 7. Rubinstein, Aksel: Metoder til bestemmelse af varmeledningstal. 1963.
- [2] - - - nr. 13. Petersen, Erwin: Solindfald gennem vinduer. 1966.
- [3] - - - nr. 15. Lund-Hansen, Per: Fugttransport i byggematerialer. 1967.
- [4] - - - nr. 9. Korsgaard, Vagn og Byberg, Mogens R.: El-modeller til beregning af flerdimensionale varmestrømme i bygningskonstruktioner. 1965.
- [5] - - - nr. 10. Korsgaard, Vagn og Lund, Hans: En passiv elektrisk analogregnemaskine til rumklimaberegninger. 1965.
- [6] - - - nr. 14. Korsgaard, Vagn og Madsen, Th. Lund: En mannequin til bestemmelse af indendørsklimaets termiske virkninger på mennesket. 1967.
- [7] - - - nr. 8. Korsgaard, Vagn og Madsen, Th. Lund: Isoleringsevnen af nogle typiske ydervægge udsat for det naturlige klima. 1964.
- [8] - - - nr. 12. Korsgaard, Vagn og Byberg, Mogens R.: Driving rain tests with cavity-filled brick walls. 1965.

