

TÆK AF VARMEISOLERINGENS HISTORIE

INDHOLDSFORTEGNELSE

side	1	Indledning
"	1	Bygninger i Middelalderen og Nyere Tid
"	2	Tidlige forsøg og studier
"	3	Tidlig byggelovgivning
"	3	Teoretiske overvejelser
"	6	Tidsskriftet Ingeniøren 1918-1920
"	10	Studierejse i USA i 1919
"	13	Perioden 1920-1925
"	14	Teknologisk Institut's Varmetekniske Afdeling
"	15	Perioden 1925-1940 iøvrigt
"	15	Særtryk af "Danmarks Håndværk og Industri"
"	17	Den Anden Verdenskrig
"	18	Statens Byggeforskningsinstitut
"	19	Laboratoriet for Varmeisolering
"	19	Foreninger
"	20	Byggelovgivning
"	21	Morgendagens løsninger
"	22	Afslutning

INDLEDNING

Energi har ofte været en mangelvare og med mellemrum har der været energikriser.

I det gamle Rom benyttede man slaver som arbejdskraft, og i perioder, hvor den kun førtes få krige, var tilførslen af nye slaver beskeden og priserne på dem derfor stigende. Man havde faktisk en energikrise.

Hvis man prøver at omregne det energiforbrug, som vi har i Danmark i dag til den arbejdsmængde, som slaver kan udføre, viser det sig, at lærer dansker fra spædbarn til olding er omgivet af op i mod et halvhundrede slaver, et tal som må give anledning til overvejelser.

Senere hen i historien har man gjort sig tanker om det stadig stigende energiforbrug. Præsten O.D. Lütken har således omkring 1760 skrevet i Økonomisk Magasin, at: "det ikke går an at påstå i almindelighed, at verdens beboere blive, jo flere, jo mere dyksalige; thi så snart deres mængde oversteg det antal, som vor klode med al sin frugtbarhed af land og vand var mægtig at underholde, så måtte de nødvendig udhungrø hverandre, uden at tale om andre uforbigængelige vanskeligheder, nemlig mangel af andre af livets bekvemmeligheder, uld, hør, tømmer, ildebrand (brændsel) etc. Den vise Skabere, som bød menneskene i begyndelsen at vokse og formere sig, vil dog ikke, siden Han satte grænser for deres bolig og næring, at deres formerelse skal gå ud i det uendelige".

Varmeisolering er en metode til begrænsning af energiforbruget og i det følgende er nogle træk fra udviklingen af denne teknik samlet.

BYGNINGER I MIDDELALDEREN OG NYERE TID.

Det er interessant at betragte ældre bygninger med en isoleringsteknikers briller.

De ældre bøndergårde har ofte været forsynet med stråtag eller tangtag, og tykkelse kan være meget store $\frac{1}{2}$ m eller mere. Fig. 1 og 2. o

Det må imidlertid ikke herudfra sluttes, at bygningerne har været effektivt varmeisolerede, og det er i det hele taget vanskeligt at afgøre, hvorvidt og i hvilken udstrækning man har haft varmeisoleringshensyn i tankerne.

Stråtage varmeisolerer ganske vist godt, hvis den varme luft inde fra rummet ikke kan trække igennem dem, men loftet i opholdsrummene har ofte kun bestået af et lag brædder uden fjer og not. Varmen fra rummet kunne derfor passere og igennem mellemrummene og trække ud gennem stråtaget på grund af skorstensvirkningen. Denne skorstensvirkning blev reduceret noget, men ikke hindret i de tilfælde, hvor man har oplagret halm på loftet. Det er også uvist, om stråtaget eller tangtaget ikke snarere har været anvendt, fordi disse materialer fandtes i nærheden af byggepladsen.

Vinduerne har ganske vist været små, men også her er det et spørgsmål, om det ikke snarere har været glassets pris, som har været afgørende fremfor hensynet til varmetabet. Fig. 3.

Dertil kommer, at gulvene oftest bestod af stampet ler, og derfor var dårligt varmeisolerende.

Det kan således være vanskeligt at afgøre, hvorvidt man overhovedet har gjort sig varmeisoleringshensynene bevidst. Nogle overvejelser må man imidlertid have gjort sig. Siddepladserne har ofte været således indrettet, at fødderne er blevet hævet fra gulvet på lange skamler, ligesom det også er kendt, at sivsko (fig. 4) har været meget benyttede inden døre.

Endelig har alkovesengen gjort det muligt at holde varmen, ihvertilfælde om natten. Fig. 5.

Man kan også konstatere, at adskillige ældre gårde er forsynet med vindfang i indgangspartiet. Fig. 6.

Som bekendt har visse bondegårde haft stald og opholdsrum for mennesker som et lokale for derigennem at drage nytte af dyrenes varmeafgivelse.

Trods alt må det konstateres, at bøndergårdene gennemgående har været bedre i varmeteknisk henseende end herregårde og slotte, hvor man har benyttet tykke teglstensmure, som må have været næsten umulige at varme op, ligesom der må have været betydelige kondensproblemer. Fig. 7.

TIDLIGE FORSØG OG STUDIER.

Det kan således være vanskeligt at afgøre, hvornår man egentlig begyndte at gøre sig varmeisoleringsproblemerne bevidst; men professor Neville Billington omtaler i en artikel nogle forsøg udført af Tredgold omkring 1820, og ligeledes forsøg udført af Box i 1875, hvor man har forsøgt at bestemme varmetabet gennem forskellige konstruktioner.

Tilsyneladende omtaler J. Rondelet i sin bog: "Kunst zu Bauen" i 1833 slet ikke varmeisolerering. Arkitekt Herholdt nævner i sin bog, "Vejledning i Husbygningskunst" (1875), at indskud i etageadskillelser formindsker brandfaren, danner en fuldstændig adskillelse mellem etagerne i henseende til varmeledningen og lydets forplantelse og ved gulvask eller vandspild hindrer vandet i at trænge ned gennem loftet. Ingenieurcapitain E.J. Sommerfeldt nævner i sine forelæsninger over husbygningskunsten for Officersskolens ingeniøraftdeling i 1878

isolering ved indvendig beklædning af muren med brædder eller lærred, som fæstnes på blændrammer, dannet af lister som fastgøres til muren ved hjælp af murstifter. Endelig nævner arkitekt J.E. Gnudtzmann i "Kortfattet lærebog i husbygningskunst" år 1900, at indskud i etageadskillelser kan tjene til formindskelse af brandfaren og gennemtrængeligheden for lyd, varme, luft og vand, ligesom han nævner, at: "Stråtage ere billige og udmærke sig som slette varmeledere ved deres evne til at holde kulden ude om vinteren og varmen om sommeren".

Selvom man således i disse bøger periferisk nævner varmeisolering, er det ikke lykkedes at finde nogen baggrundsviden eller teoretisk begrundelse.

TIDLIG BYGGELOVGIVNING.

Heller ikke i byggelovgivningen kan der hentes mange oplysninger.

I Forslag til Byggelov for Staden København 1909 siges i § 87 om beboelsesrum i loftsetager følgende:

"De dele af tagskråniger, der vender mod et beboelsesrum i en bygnings loftsetage, skal være forsynet med fyldestgørende varmeisolering om hvis nærmere beskaffenhed henvises til bygningsvedtægten", og i forslag til bygningsvedtægt for staden København af 1909 fremgår af § 16 vedrørende isolering af beboelsesrum i loftsetager følgende:

"De dele af tagskråniger, der vender mod et beboelsesrum i en bygnings loftsetage, skal anses som forsynet med fyldestgørende varmeisolering i henhold til byggelovens § 87, når der mellem spærene er anbragt enten et indskud af pløjede brædder, der er høvlede på den mod rummet vendte side, og som i færdig tilstand er mindst 3 cm tykke eller en ru forskalling af mindst 2,5 cm tykke brædder, der er rørede og pudset mod rummet".

TEORETISKE OVERVEJELSER.

Ingeniøren nr. 104 fra 29. december 1917 bringer en artikel om Danmarks brændselsøkonomi af professor P.E. Raaschou, hvor han indleder med at konstatere, at den danske nation står i stor taknemmelighedsgæld til de mænd, som har påtaget sig det vanskelige og i mange tilfælde utaknemmelige arbejde at fremskaffe både indenlandsk og udenlandsk brændsel og fordele forhåndenværende brændsel.

Han gennemgår nu forskellige måder på, hvorledes den enkelte kan udnytte sit brændsel bedst muligt, og det er interessant at konstatere, at man her endnu under den første Verdenskrig slet ikke er inde på varmeisolering som en mulighed. Derimod anbefaler han, at den unge fabriksingeniør, som træder ud i det praktiserende liv, skal kontrollere sin virksomheds brændselsøkonomi, og han fastslår, at han i mange tilfælde straks vil kunne skabe sig en position ved at konstatere et tab på så og så mange tusinde kr.

Artiklen slutter med følgende bemærkning:

"Da brændselsøkonomispørgsmålet muligvis er et livsspørgsmål for megen industri efter krigen og et stort samfundsspørgsmål, kan

Mest interessant er måske den her gengivne tabel over det årlige varmetab i forhold til murværkets pris for forskellige typer murværk:

					Aarligt Varmetab pr. m ² Murflade	Differens	Murværkets Pris pr. m ² Murflade	Diffe- rens
1	Sten	25 cm	1.7	W. E.	5 Kr. 36 Øre		25 Kr.	
						1 Kr. 27 Øre		13 Kr.
1 ^{1/2}	—	38	—	1.3	—	4 - 09	38	13
2	—	51	—	1.1	—	3 - 47	51	13
2 ^{1/2}	—	64	—	0.9	—	2 - 84	64	13
3	—	77	—	0.8	—	2 - 52	77	13
3 ^{1/2}	—	90	—	0.65	—	2 - 05	90	13
4	—	103	—	0.6	—	1 - 89	103	13

Man er altså her meget tæt på egentlige beregninger af økonomiske optimale isoleringstykkelser.

Interessant er også følgende bemærkning:

"Selv om man altså kan opnå en besparelse ved således at forøge murenes tykkelse, tager de tykkere mure jo også mere plads, hvilket naturligvis må betragtes som en gene, og man søger derfor for at nedsætte murens transmissionskoefficient uden at forøge dens dimension så meget, idet man sammensætter den af to dele, den bærende del, der gøres så svær som styrkehensynet kræver, og en isolerende del, hvortil anvendes et særligt isolerende stof, altså et stof med en meget ringe varmeledningsevne".

Der findes også i artiklen en opstilling over økonomien ved dobbelte ruder kontra enkelte ruder, hvor man konkluderer, at det ikke er for meget at sige, at dobbelte vinduer burde påbydes ved lov. Det ville være et nationalt gode med den enorme besparelse disse vil give.

Ikke desto mindre skulle der gå flere årtier og endnu en Verdenskrig, før dette blev vedtaget ved lov.

Efter foredraget fulgte en diskussion, hvor professor Gudmundur Hannesson fra Reykjavik bl.a. var inde på en adskillelse af den bærende og den isolerende funktion, idet han fastslår følgende to hovedtræk:

- " 1. At betonen kun overtager den mekanisk bærende funktion tilligemed at beskytte for regn og vind.
2. At lunheden opnås ved hjælp af dårlige varmeledere (tørvesmuld, græstørv, pimpsten el.lign). Man får med andre ord ikke en ydermur af et og samme materiale, men to i forening af helt forskelligt materiale - en bærende og en isolerende".

Nordisk samarbejde om varmeisolering er heller ikke af ny dato, idet man bl.a. nævner, at hvis samarbejde og tankeudveksling mellem de nordiske folk kunne føre til vigtige forbedringer af vægge og vindueskonstruktion, så ville det være et betydningsfuldt resultat i hygiejnisk og økonomisk henseende.

Spørgsmålet om den relative fugtighed i rummet berøres af stads-læge Chrom, så også denne side af sagen har man været opmærksom på på dette tidspunkt.

Referatet slutter med følgende bemærkning:

"I den derpå følgende frokostpause forevistes i Paladsteatret af Continental Film Agency nogle levende billeder, der viste plejen af ganske spæde børn". Man befandt sig i filmens barn-dom.

TIDSSKRIFTET INGENIØREN 1918-1920:

I perioden 1918-1920 foranlediget af brændselsproblemerne efter den første Verdenskrig fremkom der i Ingeniøren en række artikler og indlæg, som det er interessant at studere.

Ingeniør, cand. polyt. C.J. Tøndering lagde for i Ingeniøren nr. 39, 15. maj 1918, med en artikel: "Betydningen af at beskytte beboelseshuse m.m. mod kulde og fugtighed ved at beklæde ydermurene med isoleringsplader".

Tøndering var på dette tidspunkt ansat hos Emanuel Jensen og Schumacher, og nævner i sin artikel dels korkplader, dels nogle Fragmitplader fremstillet af græsarten Phagmitis Communis. Pladen består af sammenpresede siv eller moserør. Endelig kunne man få nogle såkaldte Sano Isolationsplader, som leveredes færdigpudsede fra fabrikken og forsynet med fals, således at de er lette at opsætte.

Artiklen gennemgår en del af de argumenter, som stadig benyttes for varmeisolering; først og fremmest den økonomiske fordel og valutabesparelsen, samt at der opnås et sundere og behageligere hus med mindre vedligeholdelse, hvor hvidtning, maling og tapetsering holder meget længere.

Det nævnes, at man ved at isolere opnår, at man om vinteren har lune opholdsrum, hvorved kold stråling fra væggene med deraf følgende forkølelsessygdomme, gigt m.m. undgås.

Tøndering nævner hule mure, men fremhæver, at varmeisolerings-evnen af disse ikke er stor, hvis hulrummet ikke udfyldes med varmeisolationsmateriale, som skal bestå af mange små luftfyldte celler.

Foranlediget af denne artikel spørger kommuneingeniør og bygningsinspektør Axel Riis i Ingeniøren nr. 50, 1918, om forskellige forhold vedrørende Fragmitpladernes anvendelse. Og Tøndering svarer i nr. 58, at Fragmitpladerne fabrikkes af A/S Sano, fabrik i Hede-husene (på hvis areal Rockwool International's forskningsafdeling nu ligger, fig.8, 9, ligesom han nævner, at varmeledningstallet ikke kendes nøjagtigt: "Man har nemlig før krigen fået de til bestemmelsen nødvendige forsøg udført i udlandet, f.eks. på Den Kongelige Tekniske Højskole i München. Men under krigen har

vanskeligheden med at få forsøgene udført været meget store. Man har derfor nu henvendt sig til Statsprøveanstalten, og denne har fået nogle Fragmitplader til undersøgelse".

I Ingeniøren nr. 88, november 1918, har ingeniør A. Schlanbusch en lang artikel om ejendommens beskyttelse mod varmetab. At man dengang normalt havde stuepige fremgår af en bemærkning om, at mens nyttevirkningen af en ovn altid til en vis grad er afhængig af pasningen, og der selv med den bedste ovn ved dårlig betjening kan bortødsles store varmeværdier til ingen nytte, er ingen stuepige med sin bedste vilje i stand til at influere på den varmemængde, der går gennem en ydermur ved en bestemt stuetemperatur.

Det problem, som vi stadig kæmper med, at det er nogenlunde let at motivere ejere af enfamiliehuse til at foretage energibesparende foranstaltninger, hvorimod ejere af udlejningsejendomme ikke har den samme interesse, behandles også i ingeniør Schlanbusch's artikel. Det konstateres, at der aldrig vil blive udført isoleringsarbejder i nogen større udstrækning i lejehuse, der opvarmes med kakkelovne, før forholdene ændres således, at ejeren tilskyndes dertil, eller i det mindste ikke afskrækkes derfra. Han foreslår en forhøjelse af lejen, som et middel til at forbedre dette forhold.

Det vides ikke, hvorvidt ingeniør Schlanbusch har opholdt sig i Rusland, men han nævner forskellige eksempler med huse i Moskva, bl.a. et hus, som efter hans udsagn skulle være "3 gange så lunt" som en Københavnsk ejendom.

Han refererer også til Ritschel's koefficienter i nogle betragtninger vedrørende hule mure, ligesom han nævner Recknagel og giver nogle tal fra hans side.

Endelig gennemgår han et eksempel, hvor man forsyner en $1\frac{1}{2}$ stens ydermur med 60 mm Fragmitplader og beregner den årlige besparelse til 1,87 pr. m^2 . Ekstraudgiften for Fragmitbeklædningen fordyrer muren med 12,20 kr. pr. m^2 , men varme anlægget kan gøres billigere, svarende til 8 kr. pr. m^2 ialt en ekstra udgift for isoleringen på 4,20 kr. eller en forrentning på 44,5%.

Vi ser altså, at man allerede på dette tidspunkt er i stand til at foretage ret avancerede beregninger af isoleringens lønsomhed.

Artiklen slutter med følgende bemærkning om eksemplerne:

"Skulle de tillige bidrage til et mere almindeligt samarbejde mellem arkitekt og ingeniør ved planlægningen af byggeforetagener, så at disse virkelig udføres så brændselsbesparende som økonomisk forsvarlig, er dermed den væsentligste hensigt med denne artikel nået".

I Ingeniøren nr. 92, november 1918, slår ingeniør Verner Borchsenius til lyd for dobbelte vinduer, og han fremhæver nogle eksempler fra Stockholm, hvor man om vinteren klistrer papirstrimler langs revner og sprækker ved vinduer, hvilket tilsyneladende skulle give betydelige brændselsbesparelser. Artiklen slutter med følgende bemærkning:

"Da vi sikkert ikke kan vente, at brændselsmaterialerne efter

krigens slutning falder nævneværdig i pris, ihvertfald ikke hvad træ og tørv angår, så vil spørgsmålet som de herrer ingeniører Tøndering og Schlanbusch har fremdraget have en værdi, der rækker langt ud over øjeblikket".

I Ingeniøren nr. 94, ligeledes fra 1918 anfører H.C. Nielsen under "Mindre meddelelser", at det ville være gavnligt, hvis man på en nem og billig måde, kunne give den til fornyelsen nødvendige tilførte luftmængde en forvarmning.

Han er bange for, at tilklistring af vinduer med deraf følgende ringe luftskifte kan være årsag til de åndedrætssygdomme, der "er så udbredte hos den svenske almue".

I parantes bemærket kunne man på samme side læse følgende indkaldelse til forelæsninger:

"Professor, dr.polit Axel Nielsen vil i Dansk Ingeniørforening holde 4 a 5 forelæsninger.

Første forelæsning om valutaspørgsmål finder sted onsdag den 27. november kl. 7,30 i Dansk Ingeniørforenings lokaler, Amaliegade 38.

Efter foredraget serveres:

1. 4 stkr. smørrebrød og øl for 2 kr. Anmeldelse med mærker for 80 g rugbrød og 10 g smør må indsendes dagen før mødet.
2. Kaffe (Surrogat) og 2 honningkager for 50 øre (uden brødmærker) Anmeldelse hertil må ske inden kl. 11 fm. på selve mødedagen.

Endvidere serveres rødvinstoddy for 50 øre.

OBS. Smørrebrød og kaffe serveres kun til dem, der rettidig har tegnet sig.

OBS. Hvis der ønskes både smørrebrød og kaffe, må dette udtrykkelig bemærkes ved tegningen".

Vi er nu nået frem til 1919, hvor vi i Ingeniøren nr. 7, 22. januar 1919, læser en længere artikel af ingeniør Jess Jensen om "Byggemåde kontra Brændselspris", hvor han bl.a. mener, at der er rimelig udsigt til, at han ved nogle modifikationer i vor byggemåde, kan begrænse den direkte brændselsudgift, så den holdes på samme størrelse som før krigen. Han nævner også for familier, der af økonomiske hensyn må begrænse deres boligkrav:

"Dette vil have en ikke ringe social betydning, da kvinder og børn i sådanne familier særlig kommer til at lide under, at boligen er vanskelig at opvarme og ventilere, da tilbøjeligheden i reglen vil gå i retning af netop at spare på denne daglige udgift, når det kniber med at få budgettet til at slå til".

Man noterer sig, at det dengang var helt naturligt, at kvinder og børn befandt sig i hjemmet.

Han gennemgår nu forskellige muligheder for brændselsbesparelser, nemlig tætning ved vinduer og yderdøre, anvendelse af dobbelte vinduer m.m.

En interessant teori fremstiller han i et afsnit om grundluft: "Grundvandets vekslende vandstand medfører, at der ved enhver grundvandsstigning udøves et i forhold til kældergulvenes alm. tæthed uimodståeligt lufttryk mod kældergulvets underside, hvorved der presses grundluft ind i kælderen gennem enhver ubetydelig revne eller porøsitet, der forefindes i selve gulvet eller ved dets tilslutning til yder- og indermure. Da denne i kælderen indtrængende grundluft har passeret jordens porøsitet i sin fordelt tilstand, må den altid karakteriseres som usund, men den kan ligefrem være giftig, når bygningen hviler på opfyldt terræn med humusholdigt indhold, således som tilfældet er for en del af København".

Senere hen resumerer han på følgende måde:

"a. Brændselsbesparelse kan opnås på følgende 4 måder:

1. Stuetemperaturen kan i en lun bolig i gennemsnit for hele varmesæsonen mindst nedsættes fra 20° til 18 °C, hvad der svarer til en besparelse på ca. 10%.
2. Transmissionstabet af varme gennem vinduer, vægge, gulv og loft kan formindskes i meget væsentlig grad ved varmetæt beklædning og ved luftdræn.
3. Luftskiftet kan nogenlunde reguleres efter behovet til enhver tid, så at varmetab i noget omfang ved unødigt ventilation undgås.
4. Overhedning af stueluften medfører jævnligt et unødvendigt varmespild, som særligt på solsiden kan være af ikke ringe omfang; i en lun bolig med stadig opvarmning kan dette varmetab noget nær undgås, når varme og ventilation indrettes så bekvemt, at effektiv pasning og tilsyn kan påregnes.

Den samlede besparelse af brændsel, som kan opnås ved disse 4 foranstaltninger, anslår jeg til normalt at ligge mellem grænserne 20% og 50% af den brændselsmængde, der må anvendes til en bygning af ældre type, idet jeg forudsætter, at varmeapparatet i begge tilfælde passes lige godt".

Den 8. juli 1919 fremkommer C.J. Tøndering med nogle bemærkninger, som er gengivet i Ingeniøren, 2. august 1919. Han slutter her af med:

"På mange områder inden for bygningshygiejnen er der i de sidste år gjort umådelige fremskridt, men på det her omhandlede er der endnu langt tilbage. Begyndelsen og fremskridt er imidlertid allerede gjort. Ingeniørens interesse for sagen er vakt, og dermed er sikkerheden for den rette og retfærdige behandling givet".

STUDIEREJSE I USA I 1919:

I 1919 fik civilingeniør C.J. Tønødering af Larssens legat stillet kr. 1.800,00 til rådighed og ligeledes et beløb af A/S Ikas til en studierejse i Amerika.

Af hans rapport til Larssens legat fremgår bl.a., at man på det tidspunkt i USA benyttede Balsa træ, der jo som bekendt er en meget let træsort til varmeisolering og til andre formål. Balsa-træet havde en isolationsværdi på det nærmeste lig korkens. Balsa rådner imidlertid i løbet af kort tid, og man arbejdede derfor med at finde frem til en passende imprægneringsmetode.

Som bekendt fik Balsatræ aldrig den store udbredelse som varmeisoleringsmateriale.

Han nævner også et materiale Flaxlinum, som han hævder anvendtes i stor udstrækning til bygningsisolering.

Flaxlinum blev lavet af hørfibre og blev leveret i plader fra 1/4 til 1" tykkelse. Han besøgte en byggeplads, hvor dette materiale blev anvendt, og nævner: "at opsætningen gik svimlende hurtigt for sig". Derimod har man åbenbart allerede på det tidspunkt været tilbageholdende med at vise sin fabrikation frem, idet han nævner, at det ikke lykkedes at få lov til at se fabrikken.

Rapporten slutter med en række almindelige bemærkninger, som er meget interessante, når tidspunktet for deres fremkomst (1919) tages i betragtning. Han skriver bl.a.:

"Betydningen af at få en rigtig og tilstrækkelig isolation i alle slags bygværker, det være sig fabrikker, kølehuse og vogne, beboelseshuse o.s.v. er ganske overordentlig stor. Det er et spørgsmål af stor samfundsmæssig vigtighed, ikke mindst for vort eget land. En systematisk gennemført rationel isolation vil nedsætte et menneskes forbrug af netop de stoffer, som i øjeblikket tynger budgetterne mest, nemlig brændselsprodukter og fødevarer. En rationel isolation af alle fabrikker vil formindske forbruget af de dyre indførte kul og gøre produktionsomkostningerne mindre, og derigennem varerne billigere. Isolationen af beboelseshuses ydervægge vil ligeledes nedsætte brændselsforbruget, og det er flere gange 10 mio. kr., der årligt går lige ud i luften her i landet. Isolation i disse tilfælde er en god pengeanbringelse, idet udgifterne til isoleringen ofte dækkes ved et års brændselsbesparelse.

Med hensyn til fødevarerne, så kunne prisen på disse også reduceres betydeligt, hvis der fandtes tilstrækkeligt antal velisolerede varehuse og transportmidler, vogne og skibe. En stor del af prisforøgelsen stammer nemlig fra det enorme spild af disse letfordærlige varer. Kolossale mængder af fødevarer er daglig ikke mindst i krigens tid, hvor så store mængder er blevet sammenstuvet i ganske uegnede varehuse, gået til spilde. Spild, som kunne være undgået, hvis man havde haft de tilstrækkelige velisolerede lagre og transportmidler.

Med den nuværende sammenklumpning af mennesker i de store byer bliver et veludviklet system stærkt påkrævet. Produktionsstederne kræver store kølehuse; endvidere kræves et tilstrækkeligt antal af kølevogne og kølerum i skibe. Disse sidste er det svært småt bevendt med. Det er meget typisk, at alle varer kan assureres under transport til søs, undtagen letfordærlige fødevarer, idet der i skibe sjældent er truffet de simpleste forholdsregler for at udføre en sådan transport.

Ankomst til havn eller banegård i bestemmelsesbyen kræver igen store kølehuse og endelig mindre i butikkerne, der fordeler fødevarerne direkte til forbrugerne, der hvis det skulle være helt fuldkomment må være forsynet med velisolerede isskabe, som forresten er en nødvendighed i mange byer med stærk sommervarme f.eks. New York.

Et sådant vel gennemført system kombineret med en rationel og fuldkommen gennemført fabriks- og bygningsisolation er et fremtidsideal. Man kunne ønske sig, at det allerede var realiseret her i landet. Det ville nedsætte udgifterne på vore vigtigste livsfornødenheder og sikkert også kursen på fremmed valuta. To nedsættelser, som er særlig aktuelle og af afgørende betydning for vort land".

I virkeligheden forudses der med disse bemærkninger hele den udvikling fra køletransport, kølelagring og frem til butikkernes kølediske og hjemmefrysere, som først tog fart i 60'erne.

Hjemkommet fra USA skrev civilingeniør Tøndering i Ingeniøren nr. 74, 15. september 1920 en artikel om ejendommens beskyttelse mod varmetab, hvor han bl.a. refererer til professor Lundbys foredrag, således som det var gengivet i Månedsskrift for Sundhedspleje 1918.

Man opstiller en lang række økonomiske beregninger, bl.a. vedrørende forskellige tykkelser på murværk:

Sten	Mur-tykkelse i cm	Trans-missions-koeff. k	Aarlig Udgift til Varmetab pr. m ²	Diffe-rens Kr.	Mur-værkets omtr. Pris pr. m ²	Diffe-rens Kr.
1/2	11	2,51	12,55		12,90	
1	23	1,75	8,75	3,80	24,70	11,80
1 1/2	35	1,34	6,70	2,05	36,40	11,70
2	47	1,03	5,40	1,30	48,00	11,60
2 1/2	59	0,91	4,55	0,85	59,50	11,50
3	71	0,78	3,90	0,65	71,00	11,50

Han nævner også: "Dobbelte vinduer burde absolut, for de i beboelseshuse almindeligt anvendte konstruktioner påbydes ved lov, og således at det inderste vindue går helt op til toppen, og ikke blot placeres forveden, hvilken konstruktion endnu ofte anbefales som fuldt tilstrækkelig".

Slutafsnittet i artiklen kunne også være brugt i dag, idet han nævner:

"Med de nuværende priser er det økonomisk uforsvarligt ikke at isolere, men med den nuværende rationering, hvor man bliver tildelt ca. 1/3 - for større villaer endnu mindre - af sit normale brændselsforbrug, er det en absolut nødvendighed".

Civilingeniør Tøndering kom siden dette tidspunkt ikke til at beskæftige sig mere med isoleringsproblemer, idet han gik over i oliebranchen, hvori han har virket indtil for nylig.

Og hermed slutter tilsyneladende også et helt kapitel i Danske Ingeniørers engagement i varmeisoleringsspørgsmål. I mange år er der tavst om dette emne i Ingeniøren. Dette skyldes muligvis, at interessen for isolering har været aftagende på grund af, at leveringssituationen for brændsel er blevet bedre i tyverne.

I professor E. Suenson's lærebog om byggematerialer i 1922 findes der dog et kapitel om varmeisolering. Så lidt viden skulle stud. polytterne åbenbart have om dette emne.

Endelig må det nævnes, at der i Ingeniøren, september 1920, findes en artikel om verdens energiforsyning af Svante August Arrhenius, som den 19. maj 1920 ved The Franklin Institute var blevet hædret med Franklin-medaljen i Guld. Artiklen er oversat af ingeniør Rich. Holm.

Artiklen beskæftiger sig ikke med varmeisolering, men med energiforsyning og gennemgår alle de energiformer, som vi også i dag beskæftiger os med. Vi kan nævne mineralolie, hvor han bl.a. fremhæver, at petroleum burde være forbeholdt til højere formål end blot til afbrænding, og konstaterer, at produktionen pr. olie-kilde i Appalachian oliedistrikt er faldet fra 207 barrels i 1861 til 1,73 barrels i 1907. Allerede dengang havde man åbenbart frygt for, at reserverne af olie skulle slippe op.

Om naturgas skrives:

"Endnu mindre er der udsigt til, at man vil kunne klare sig med naturgas, strømmende op fra jorden; herved vil man blot kunne få en ringe brøkdel af, hvad der svarer til oliens energiindhold".

Han berører også vandkraft, tidevandets og bølgernes kraft, solens udstråling samt planteenergi m.m.

Endelig nævner han, at det er meget sandsynligt, at civilisation og kultur, når engang kul og olie er opbrugte, vil vende tilbage til udgangsegnene: i den gamle verden til Middelhavslandene og til Mesopotamien, i den nye til Centralamerika og Inka-landet.

PERIODEN 1920-1925.

Af Ritschel's Leitfaden der Heiz- und Lüftungstechnik' fra 1922 fremgår det, at 1. udgave er fra 1893. Bogen indeholder en detaljeret gennemgang af dimensionering af varmeanlæg med oplysninger om byggematerialers varmetekniske egenskaber, men der findes ingen overvejelser om økonomisk optimal isolering.

Derimod er der i 1922 interessant nyt fra Norge, idet arkitekt Andreas Bugge, som var professor ved Norges Tekniske Højskole i Trondhjem udgiver et hæfte om "Forsøkshuser opført ved Norges Tekniske Højskole". Der må her have været en betydelig interesse for varmeisolering, idet det er nævnt, at der til forsøgene af Stortinget er bevilget 95.000 kr. og at foretaget desuden er støttet af Trondhjem's Kommune og en del byggefirmaer.

Der blev ialt opført 27 forsøgshuse, fig. 10, heraf 17 på Statens regning, 1 træhus for Trondhjem's Kommune, 3 træhuse for A/S Norsk Husbygningskompagni, 2 murhuse for A/S Ikas, 1 af A/S Hy-Rib, Frederiksstad og 1 af "Leansten".

Husene var ens i størrelse og udformning, fig. 11 og 12, men havde forskellige vægkonstruktioner. Målingerne var blevet igangsat i efteråret 1920 og afsluttet den 14. marts 1922.

Det nævnes i rapporten, at:

"Ved bedømmelsen av omkostningerne for en vægs opførelse bør der ikke bare tages hensyn til det momentane utlæg, men huset i bruk bør ogsaa taget i betragtning, og her spiller væggen, saavel materialets som vægkonstruktionens veirbestandighet og varmeisolerende evne en vigtig rolle".

Resuméet indeholder bl.a. følgende bemærkninger:

"Træhus er billigere at opvarme end murhus og væsentlig billigere at opvarme end murhus med kompakt $1\frac{1}{2}$ stens yttervægger.

Engelsk $1\frac{1}{2}$ stens hulmur av teglsten er bedre varmeisolerende end $1\frac{1}{2}$ stens Bergens-hulmur. Den er ogsaa bedre isolerende end Trondhjems-hulmur ($1\frac{3}{4}$ stens tykkelse) og bør ogsaa foretrakkes fremfor denne. Ikke mindst vil det være en fordel at benytte $1\frac{1}{2}$ stens engelsk hulmur på veirhaarde steder, fordi den holder sig tørrere".

Professor Bugge kommer imidlertid igen i 1932 med en bog: "Varme og billige boliger", som refererer til de oprindelige forsøg, men ogsaa til senere udførte.

Han hævder bl.a., at det er første gang, at varmetekniske målinger med forskellige vægkonstruktioner i mur, træ og beton er udført i forsøgshuse, beliggende i fri luft.

Det konkluderes, at hvis man vil have et godt varmt hus, som er forholdsvis billigt i anlæg og drift, bør man bygge af træ, og han slår til lyd for, at man skal lempe reglerne om, at der i større byer skal bygges af sten.

I 1925 skriver overingeniør Karl U. Simonsen i Ingeniøren om "Varmetab fra bygninger med let byggemåde"; at i modsætning til de fleste andre ingeniørfag har danske varmeteknikere i mange år praktisk ta-

get været henvist til udenlandsk litteratur og egne erfaringer, og han nævner, at lektor F.C. Becker (senere professor), har udgivet et hæfte: "Varmetab fra bygninger".

Simonsen nævner, at Dansk Ingeniørforening for nylig har nedsat et udvalg til udarbejdelse af normer for opvarmningsanlæg". Det kan bemærkes, at første udgave af disse normer fremkom i 1931. Dansk Ingeniørforening var bl.a. repræsenteret i udvalget af docent F.C. Becker og professor E. Suenson. For første gang ser vi her regler for varmeisolering, ganske vist af rør og beholdere, så dette må formentlig have været en diciplin, man har dyrket i mange år; antagelig ikke så meget på grund af varmetabet, men for at hindre for kraftig afkøling og undgå berøringsrisiko. Som isoleringsmateriale blev anbefalet kiselgur, papir og filt. Fig. 13.

I det efterfølgende nummer af Ingeniøren (nr. 34, 1925) meddeler F.C. Becker, at han har foreslået Dansk Ingeniørforening nedsættelse af et udvalg til fastsættelse af normer for beregning af varmetab fra bygninger. Der skulle imidlertid gå adskillige år, inden en sådan norm var en realitet.

TEKNOLOGISK INSTITUT'S VARMETEKNISKE AFDELING.

Allerede i 1919 var civilingeniør O. Juel Jørgensen blevet ansat ved Teknologisk Institut, og fra 1923-1926 modnedes nogle planer om at oprette en varmeteknisk afdeling, som blev etableret den 1. april 1926 med et årsbudget på kr. 10.100,-.

I et jubilæumsskrift fra 1951 takker overingeniør O. Juel Jørgensen direktør Gunnar Gregersen på Teknologisk Institut for hans store interesse for afdelingens arbejde.

Afdelingen beskæftigede sig med en lang række opgaver bl.a. vedrørende centralvarmeanlæg, brændsel, skorstene m.v., men også med varmeisolering.

I 1928 fik man stillet lokale til rådighed til det første isoleringslaboratorium, og målinger udført her blev sammenlignet med målinger udført på Forschungsheim für Wärmeschutz i München, og der viste sig at være fuld overensstemmelse. Fig. 14 og 15.

Man var nu ved at gå dybere ind i studierne af temperaturfelterne i lokaler, og instituttet havde i 1936 og 1939 haft ingeniører på studieforsøg ved The Building Research Station i England, hvor man havde indrettet forsøgsrum, som man kunne opvarme på en sådan måde, at den tilførte varmemængde samt overfladetemperaturerne kunne reguleres automatisk.

I 1938 fremsatte Juel Jørgensen forslag om, at forskellige spørgsmål om boligopvarmning blev taget op til undersøgelse i samarbejde mellem fysiologer, læger og varmeteknikere, og det lykkedes ham af Kraks Legat at få bevilget 22.500,- kr. til dette formål. Endelig nedsatte Akademiet for de tekniske Videnskaber et udvalg: "Boligopvarmningsudvalget" og udvalgets formand blev professor, dr.phil August Krogh, og sekretariatet kom til at ligge på Teknologisk Institut.

Udvalget udgav en række rapporter bl.a. om varmeafgivelse ved stråling og konvektion fra et påklædt menneske, idet man havde bygget en varmeteknisk robot "Jernhenrik", fig. 16. Jernhenrik var i

princippet en termostat af samme form og størrelse som et voksent menneske.

På Instituttet udførtes også omkring 1939 af ingeniør H.B. Jespersen en række målinger om varmeledningsevnen for fugtige byggematerialer, og resultaterne af disse målinger benyttes i nogen udstrækning stadigvæk, selvom det må konstateres, at der formentlig ikke har været taget tilstrækkelig hensyn til det faktum, at fugten i måleperioden ikke er stationær i prøvestykket.

PERIODEN 1925-1940 I ØVRIGT.

Det kan nævnes, at ingeniør Christian Kielland Brandt i 1927 i Ingeniøren skriver en artikel om forsøg med varmeisoleringsmidler. Han var ansat ved Statsbanernes Laboratorium og udførte forskellige forsøg, bl.a. for at forbedre kølevognes varmeisoleringssevne.

Han har undersøgt en lang række materialer bl.a. bølgepap, vægpap, kork m.m. samt reflekterende materialer af aluminium og jernblik.

Forsøgene er udført på den måde, at man har tilført en bestemt effekt (100 W) på den ene side af prøvestykket, og målt overfladetemperaturen på den anden.

Ved praktiske forsøg i kølevogne har man noteret opvarmningstiden ved tilførsel af en bestemt effekt i vognen. Der er tilsyneladende ikke taget hensyn til varmekapacitetens indflydelse.

Forlaget Fritz Wedekind og Co. i Stuttgart har udgivet en udateret bog: "Richtig Isolieren", som formentlig er udkommet omkring 1930. Her har man en gennemgang af forskellige isoleringsmaterialer og deres egenskaber, og man nævner nu asbest, glasuld, jute, asbestfibre samt kork.

Det er interessant at bemærke, at man nu opdeler i isolering mod varme, lyd og fugt, således som vi stadig gør.

Endelig nævner man i bogen: "Isoleringsmåtter Arki", som hævdes at være kommet fra Amerika via Sverige, og som består af langfibret søgræs, som er indsyet mellem 2 lag kraftpapir. Nogle vil kunne huske, at Arki-måtter havde en ikke ringe udbredelse på det danske marked i årene fra Den anden Verdenskrigs begyndelse og op til ca. 1955.

Dr. J.S. Cammerer har i sin bog fra 1936: "Die konstruktiven Grundlagen des Wärme- und Kälteschutzes im Wohn- und Industriebau" et afsnit om "Die Wärmeschutz technisch richtige Bemessung von Baukonstruktionen", hvor der bl.a. findes et graddagekort.

SÆRTRYK AF "DANMARKS HÅNDVÆRK OG INDUSTRI".

I 1931 fremkommer et særtryk af artikelserie i: "Danmarks Håndværk og Industri", der bl.a. gengiver en redegørelse om bygningsisolering af O. Juel Jørgensen og et foredrag af dr. ing. I.S. Cammerer fra Berlin om udførelsen af beboelses- og industribygninger under hensyntagen til nutidens varmetekniske måleresultater.

Juel Jørgensen gennemgår de vigtigste varmeisoleringsmaterialer med angivelse af varmeledningstal og giver eksempler på k-værdier.

Om måtter er anført, at disse benyttes i bygninger f.eks. til isolering af forskalling under et tag, isolering af en trempel, isolering af hule vægge og adskillige andre formål. Sådanne måtter "fremstilles af et let og trevlet materiale såsom tang, lidt omdannede plantefibre fra tørvemoser el. lign., som forarbejdes til måtter, der leveres i ruller". Som det ses skulle der endnu hengå nogle år, inden mineralulden kom frem på det danske marked.

Derimod har asbest haft en vis udbredelse allerede på dette tidspunkt, og der nævnes asbestsnor, asbestpluk, asbestlærred m.v.

Juel Jørgensen gengiver et eksempel, som overingeniør C.U. Simonsen fremkom med ved en kongres i Wisbaden i 1927: "Men bygge-måden spiller også en afgørende rolle, hvilket illustreres meget overskueligt og elegant ved nedenstående lille eksempel, som er opstillet af overingeniør C.U. Simonsen, Vejle. (Se Bericht d. XII, Kongress für Heizung og Lüftung, Wisbaden 1927, side 52-55)" fig. 17.

Tankevækkende er følgende bemærkning af Juel Jørgesen:

"Jeg kunne tænke mig, at mangen læser her vilde standse op og sige til sig selv: Det bliver bestandig mere og mere vanskeligt at leve, skal det nu være nødvendigt at foretage omfattende beregninger for at finde ud af, hvilken tykkelse ydermuren i et ganske almindeligt hus skal have? Næppe - men dansk byggehåndværk kan ikke vise dette spørgsmål fra sig, det bør tages op til undersøgelse; og da håndværket har en institution, som har pligt til at udføre sådanne undersøgelser - Teknologisk Institut - er det rimeligt, at Instituttet rejser spørgsmålet og bidrager til dets løsning. Det var ønskeligt, om man kunne gennemføre en række undersøgelser på dette område, og om resultaterne deraf kunne blive, at man for de almindeligst benyttede materialer og almindelig forekommende byggemåder kunne fastsætte minimumstykkelser og udarbejde tabeller ved hjælp af hvilke bygningshåndværkerne så hurtigt og bekvemt som muligt kunne orientere sig, således at de herigennem kunne vejlede deres bygherrer. For bygninger, hvor det drejer sig om større summer, eller hvor særlige byggemåder og specielle materialer kommer i betragtning, vil det måske være nødvendigt at foretage en udregning. For sådanne tilfælde bør man søge at udforme nogle for praksis egnede beregningsmåder samt at tilvejebringe et sådant undersøgelsesmateriale, at man er i stand til at gøre de for beregningens gennemførelse nødvendige forudsætninger med tilstrækkelig sikkerhed.

Der er igennem årene udført en stor række undersøgelser på dette område. I Sverige har professor Kreüger og arkitekt Erikson gennemført værdifulde målinger; i Norge har professor Bugge ligeledes foretaget en del forsøg, som imidlertid mest har interesse for de specifikke norske byggemåder, og navnlig har man i Tyskland udført et stort antal betydningsfulde målinger, - men der er langt endnu til vejs ende. Der foreligger utallige undersøgelser over forskellige materialers varmeledningsevne, eller om man vil isoleringsevne, men en ting er det resultat en laboratorieundersøgelse giver og en anden ting er, hvorledes forholdene stiller sig i praksis. Lad os som eksempel tage en almindelig mur opført af brændte sten. Man kan ikke undvære den grundlæggende og på laboratoriet udførte undersøgelse af, hvorledes varmeledningsevnen er for stenene som sådanne, men det er ikke nok, den må suppleres med målinger, som

udføres på færdige bygninger, der er taget i brug. Varmetabet gennem den færdig udførte mur afhænger foruden af stenenes kvalitet af, hvorledes arbejdet er udført; det afhænger af temperatursvingninger, vindretning og vindstyrke, af luftens fugtighedsindhold og navnlig af, om det er regnvejr, idet varmeledningsevnen varierer meget betydeligt med det pågældende materiales vandindhold".

Indholdet i denne udtalelse har i virkeligheden i høj grad præget den efterfølgende udvikling.

Dr. Cammerer nævner i sit foredrag, som er oversat af ingeniør O.G. Posselt, Teknologisk Institut, at varmeisolering har fået stigende interesse efter den Første Verdenskrig. Han gennemgår en række konstruktive detaljer og nævner bl.a.: "Varmebroer", det vi vel i dag kalder kuldebroer.

Foredraget slutter med en bemærkning om, at det altid er værdifuldt at "kunne rådføre sig med en fagmand eller med et videnskabeligt forsøgslaboratorium, således som det jo her i Danmark på så mønstergyldig måde er til disposition på Teknologisk Institut".

I juli 1932 deltog Juel Jørgensen i Nordisk Byggedag i Helsingfors og holdt her et foredrag om byggemåder og brændselsforbrug. Og man ser her for første gang en beregning af økonomisk optimale isoleringstykkelser.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ydermur	Villaens maksimale Varmehov kg ^o /h	Pris for 162 m ² exp. Kork Kr.	Pris for Varme-anlægget Kr.	Pris for Korkisolering + Varmeanlæg Kr.	7 % af Korkisolering + Varmeanlæg	Brændselsforbrug kg	Brændselsforbrug Kr.	Samlede Driftsudgifter Kr.
1 St.								
Hulmur ..	23150	0	3240	3240	227	9260	324	551
do + 1,2 cm exp.								
Kork	20280	770	2840	3610	253	8110	284	537
do + 2 cm exp.								
Kork	19530	900	2730	3630	254	7810	273	527
do + 3 cm exp.								
Kork	18750	1060	2630	3690	258	7510	263	521
do + 4 cm exp.								
Kork	18130	1340	2540	3880	272	7250	254	526

DEN ANDEN VERDENSKRIG.

Så er det krigstid og krisetid igen, og varmeisolering og brændselsbesparelse bliver atter væsentlige ting.

Foreningen Dansk Arbejde udsendte den 30. oktober 1940 en foreløbig beretning fra deres brændselstekniske udvalg vedrørende tætning af døre og vinduer m.v.

Der er ikke i rapporten nævnt nogle navne, men forsøgene er sikkert

udført på Teknologisk Institut.

Man har bl.a. gennemført en lang række målinger af varmeafgivelsen gennem vinduer med og uden forsatsrammer samt med gardiner af forskellig art og afblænding. Det er så vidt vides noget af det eneste materiale, som foreligger på tryk om måling af gardiner og forhængs betydning for vinduers isolering.

Stigende aktivitet med henblik på at gøre befolkningen opmærksom på unødigt varmespild og træffe foranstaltninger imod dette blev iværksat. Bl.a. blev der på Århus Permanente byggeudstilling i 1940 afholdt en udstilling: "Varmen til vinter". Det er nævnt, at udstillingen i kortfattet populær form gav en række gode råd og vink med hensyn til fyring m.m. samt instruktiv sammenligning mellem varmeisolering af ydermure af forskellige konstruktioner.

Isoleringsmaterialerne begynder nu også at optræde på udstillinger, idet det også er nævnt, at en række byggematerialefirmaer havde anskueliggjort forskellige isoleringsmaterialers nyttevirkning.

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT.

Efter krigen, i 1947, blev Statens Byggeforskningsinstitut oprettet, og på et bestyrelsesmøde den 8. august 1947 blev det besluttet at tage spørgsmålet om ydervægges varmeisolering op til nærmere undersøgelse. Det nævnes, at baggrunden for bestyrelsens beslutning herom var den interesse, der i de senere år har været om denne sag på grund af de stærkt forøgede brændselsudgifter og vanskelighederne med at fremskaffe brændsel.

Undersøgelsen skulle foreløbig begrænses til udarbejdelsen af vejledning om bestemmelse af den mest hensigtsmæssige varmeisolering og undersøgelsen skulle forestås af forskningsleder, civilingeniør P. Becher, som jo i de kommende år var en af dem, der kom til at præge udviklingen inden for varmeisolering.

I årsberetningen fra Byggeforskningsinstituttet 1948-1949 er gengivet en tabel over økonomisk optimale isoleringstykkelser:

Isoleringsmateriale	Mest økonomiske tykkelse i cm
Asfaltkorkplader.....	3-4
Træuldbeton.....	10
Tangmætter i trævæg.....	5
Mineralulds­mætter.....	10
Granuleret mineraluld.....	10
Klinkerbetonmursten i bagmure.....	11
Betonklinker i hulrum.....	13
Molersten i bagmure.....	11-15
Gasbeton på betonvægge.....	17,5

Det konstateres, at specielt teglstensmure uden isolering er meget dyre i drift, og endelig nævner man, at merprisen for dobbelte vinduer i forhold til enkelte dækkes af mindreprisen på varmeanlægget. Brændselsbesparelsen ved de dobbelte vinduer fås altså uden ekstra byggeudgift.

Man var således nu kommet så langt, at et offentligt institut konkluderede det, som var blevet sagt allerede i 1918, og dette skulle jo også resultere i, at der efterhånden i Bygningsreglementet kom krav

om effektiv varmeisolering, herunder anvendelse af dobbelte vinduer.

LABORATORIET FOR VARMEISOLERING.

På Danmarks Tekniske Højskole arbejdede i begyndelsen af halvtredserne på Laboratoriet for Opvarmning og Ventilation civilingeniør (senere professor) Vagn Korsgaard, som ville få stor betydning for udviklingen inden for området i de følgende mange år.

I 1956 lykkedes det ham at få midler stillet til rådighed til opførelse af et mindre varmeteknisk forsøgshus på taget på DTH's bygninger ved Øster Voldgade. Hovedformålet var at få bekræftet, at man ved passende udformning af varme- og reguleringsanlæg kunne skabe et tilfredsstillende klima inden døre også når huset var højisoleret og tæt. Fig. 18.

Midler til opførelsen af huset var stillet til rådighed af interesserede firmaer, og i de kommende år blev der udført en lang række målinger, som bl.a. viste, at det varmetab, som man finder frem til ved anvendelse af Dansk Ingeniørforenings regler for beregning af varmetab fra bygninger for så vidt angik transmissionstabet, gav god overensstemmelse med målte værdier, hvorimod omhyggelig håndværksmæssig udførelse kunne give væsentlig mindre fugetab end efter beregningsreglerne.

I 1958 fik Korsgaard stillet 3 huse i Virum til disposition for varmetekniske målinger. Det ene hus var uisolert, det andet isoleret i henhold til de daværende statslånskrav og det tredje isoleret op til det man på daværende tidspunkt regne som økonomisk optimalt. Det viste sig, at forbrugene forholdt sig som 100-72-43.

I 1959 lykkedes det Vagn Korsgaard at få stillet midler til rådighed til start af et beskedent laboratorium for varmeisolering.

Laboratoriet blev indrettet i en tilbygning til Hydro- og Aerodynamisk Laboratorium i Lundtofte, og de samlede udgifter beløb sig til 258.000 kr., som blev skaffet til veje fra private virksomheder og fra offentlige institutioner. Fra Danmarks Tekniske Højskole blev det i brev af 29. maj 1959 til docent, civilingeniør Vagn Korsgaard præciseret, at laboratoriets oprettelse ikke måtte medføre udgifter for højskolen.

Mange vil sikkert huske forsøgshuset på Sletten, hvor man afprøvede forskellige vægelementers isoleringsevne, fig. 19, ligesom den på laboratoriet udviklede analogregnemaskine, som blev benyttet i stor udstrækning til simulering af temperaturforholdene i rum (fig. 20).

I disse lokaler arbejdede laboratoriets medarbejdere indtil udflytningen til det ny Polytekniske Lærestat i Lundtofte fandt sted, og hvor man omsider fik gode muligheder for at kunne gennemføre de meget vigtige opgaver, som laboratoriet beskæftigede sig med.

FORENINGER.

Egentlig varmeisolering af bygninger er som vi har set af forholdsvis ny dato. Derimod har man tilsyneladende i mange år isoleret rør og beholdere; vel ikke så meget af hensyn til varmetabet som for at begrænse berøringsrisikoen og formindske temperaturfaldet langs ledningerne.

Allerede omkring århundredeskiftet fandtes en række uorganiserede

isoleringsfirmaer og den 13. februar 1904 afholdtes et møde for at drøfte muligheden for at oprette en faglig sammenslutning. Formand for denne første forening blev N.M. Kjer fra A/S Hakon H. Salomonsens Fabrikker.

10. marts 1904 optages Foreningen af Isoleringsfabrikanter i Dansk Arbejdsgiver- og Mesterforening.

I de kommende år sker der en jævn udvikling i foreningen, og i 1936 træder den i forbindelse med Teknologisk Institut's Varmetekniske Laboratorium for at undersøge spørgsmålet om opstilling af tabeller på udregning af isolationens betydning og deltager samtidig i udgivelsen af bladet Varme.

I 1938 deles foreningen i 2 foreninger, nemlig en øst og en vest for Storebælt. Som bekendt er foreningerne nu igen blevet sluttet sammen i en forening, nemlig Danske Isoleringsfirmaers Branche-forening.

I modsætning til Danske Isoleringsfirmaers Branche-forening, som består af udførende firmaer, består VIF-foreningen af fabrikanter og eneforhandlere af varmeisoleringsmaterialer.

Foreningens oprindelige navn var: "Foreningen af Fabrikanter af Danske Varmeisoleringsmaterialer", men er senere blevet ændret til "Dansk Forening af Fabrikanter af Varmeisoleringsmaterialer".

Foreningen blev startet i 1945/46 på initiativ af civilingeniør O. Juel Jørgensen på Teknologisk Institut, og i tilknytning til foreningen blev oprettet et kontroludvalg, som skulle sikre den rette kvalitet af medlemmernes materialer.

Kontrolordningen har fungeret lige siden og er nu blevet afløst af "Varmeisoleringskontrollen", hvis formand udpeges af Boligministeriet.

Foreningen VIF har bl.a. med mellemrum udgivet hæfter med k-værdier for almindelige bygningskonstruktioner.

BYGGELOVGIVNING.

I modsætning til i dag, hvor vi har en fælles byggelov og et fælles bygningsreglement gældende for hele landet var tidligere tiders regler for byggeri ret lokalt præget.

Imidlertid fremkom der i forbindelse med statslånsbyggeriet nogle tekniske regler, som gjaldt over hele landet. Statens Bygningsdirektorat under Indenrigsministeriet opstiller således i november 1943 nogle krav til projekteringen og udførelsen af parcel- og rækkehuse til hvis opførelse, der søges statslån, og her kan man læse i § 17: "Under flade tage må ikke lægges ler som indskud i tagbjælkelaget, men der skal temperaturisoleres med f.eks. isolationsmaatter mindst 20 mm tykke på et lag 1" forskalling eller med gulvpap mellem forskalling og et lag 1" pløjede brædder".

I 1948 udgiver Ministeriet for Byggeri- og Boligvæsen: "Krav til projektering og udførelse af etagebyggeri (bygninger med mere end 2 lejligheder), til hvis opførelse der søges statslån", og her er anført, at varmegennemgangstallet for ydervægge ikke må være højere end 1,00, ligesom det nævnes, at tage skal isoleres med måtter der i bestandighed og termisk henseende svarer til en 20 mm måtte af mineralfibre, målt med en belastning på 10 g/cm².

Det er alt i alt stadig meget beskedne krav, der stilles, men i 1953 altså nogle år efter oprettelsen af Statens Byggeforskningsinstitut udgiver Indenrigs- og Boligministeriet: "Tekniske krav og vejledning til etagebyggeri", og her har man i afsnit II, stk. 7, en ret detaljeret gennemgang af krav til varmeisolering.

Det anføres bl.a., at teglstensmures k-værdi ikke må være højere end $1,2 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{C}$ beregnet efter Dansk Ingeniørforenings regler for varmetabsberegninger. På tilsvarende måde angives regler for etageadskillelser og tage.

I afsnittet gengives også en tabel over den mest økonomiske isoleringstykkelse baseret på de undersøgelser, som det i 1947 oprettede Statens Byggeforskningsinstitut havde foretaget.

Endelig indeholder afsnittet en temmelig omfattende oversigt over almindelige konstruktioners k-værdi.

Det er imidlertid først med fremkomsten af Bygningsreglementet gældende for hele landet i 1961, at der kommer nogenlunde tilfredsstillende krav til varmeisoleringen gældende for alt byggeri.

MORGENDAGENS LØSNINGER:

ROCKWOOL INTERNATIONAL A/S' nye forsknings- og udviklingscenter er selv et eksperiment, hvor nogle af morgendagens byggeløsninger bliver afprøvet. Fig. 21.

Centret, der er rammen om 120 medarbejderes daglige job med forskning og udvikling, er en 1-etages kontorbygning på 2.800 m^2 . Under bygningen er etableret en 4.000 m^2 stor parkeringsplads. Arkitekterne er Leif Eriksen & Vagn Thorsmark M.A.A., og de projekterende ingeniører er Hauch og Tvilstegaard ApS, F.R.I. Byggeriet er udformet, så der indvendig er fire store atriumgårde med beplantning, der også kan danne en god kreativ ramme omkring medarbejderne.

Bygningen er højisoleret med produkter fra ROCKWOOL A/S. Energiforbruget til lys og varme vil således komme til at være ca. 40% af det normale for et tilsvarende traditionelt byggeri.

Ialt er der gået 300 tons Rockwool mineraluld til isolering - og til en række spændende eksperimenter med nye anvendelser af vore produkter.

Forsknings- og udviklingscentret overholder principperne for lavenergihuse. I praksis vil dags- og elektrisk lys m.v. næsten kunne varme huset op, hvis man ser bort fra årets 2-3 koldeste måneder.

Endelig er alle ventilationskanaler af Rocklit, der dæmper støj og som samtidig er varme- og brandisolerende.

AFSLUTNING.

Vi har her fulgt en udvikling, som har forløbet ihverttilfælde over 70 år. Vi har set, hvorledes man omkring 1920 har opstillet de første beregninger over isoleringens økonomi, og efterhånden har bygget en teoretisk og praktisk viden om varmeisolering op.

Først efter Den anden Verdenskrig, hvor Statens Byggeforskningsinstitut og Laboratoriet for Varmeisolering på Danmarks Tekniske Højskole blev etableret, er der kommet rigtig fart i tingene, selvom man må konstatere, at de kloge ord, der blev sagt allerede omkring 1920 burde have båret frugt længe før.

Varmeisoleringsteknikken er nu så gammel, at det var fristende at samle visse historiske oplysninger og måske deraf uddrage nogle erfaringer, som f.eks., at tingene ofte skal siges flere gange, inden de praktiske konsekvenser bliver draget.



Fig. 1: Stråtag



Fig. 2: Tangtag



Fig. 3: Vinduerne var små



Fig. 4: Sivsko

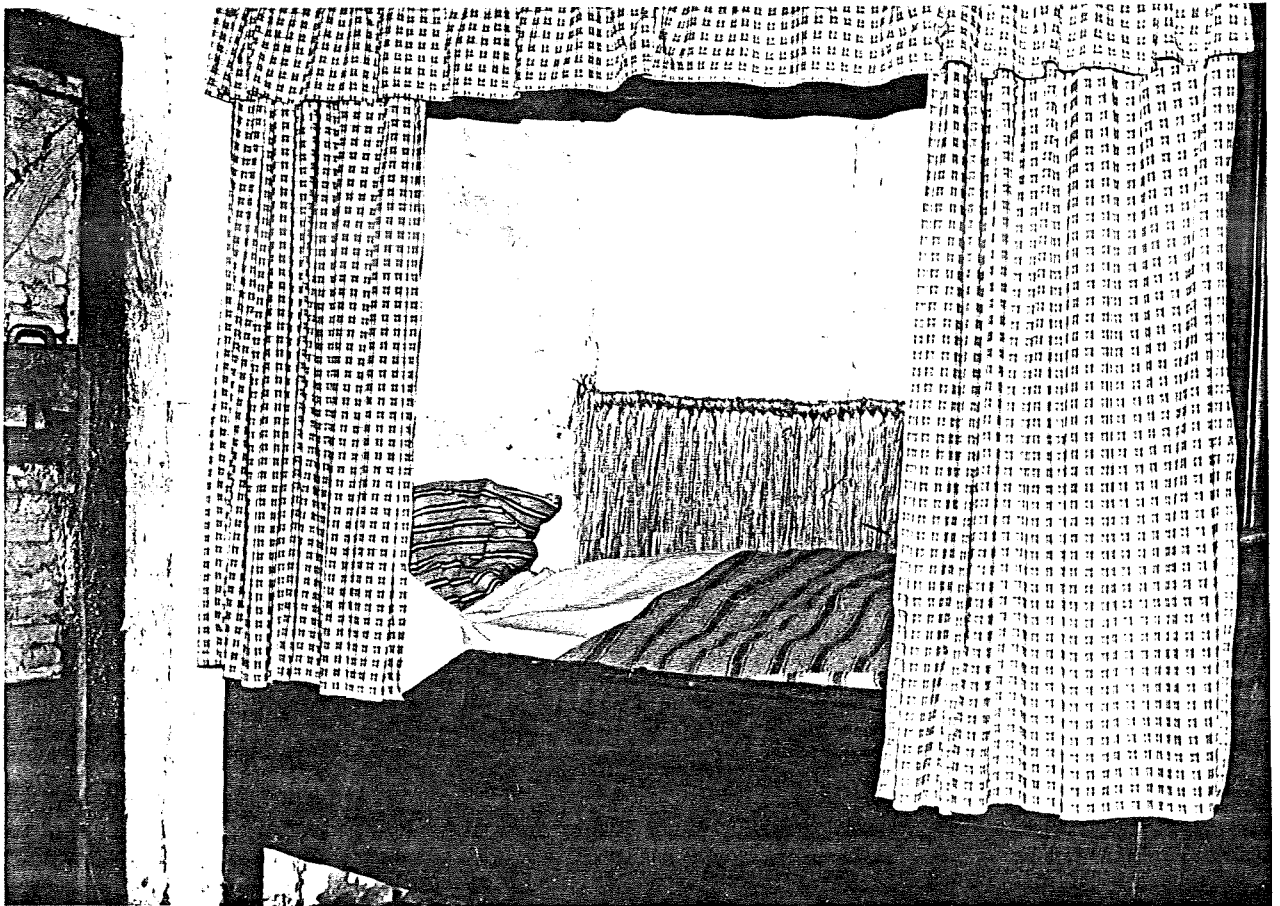


Fig. 5: Alkoveseng

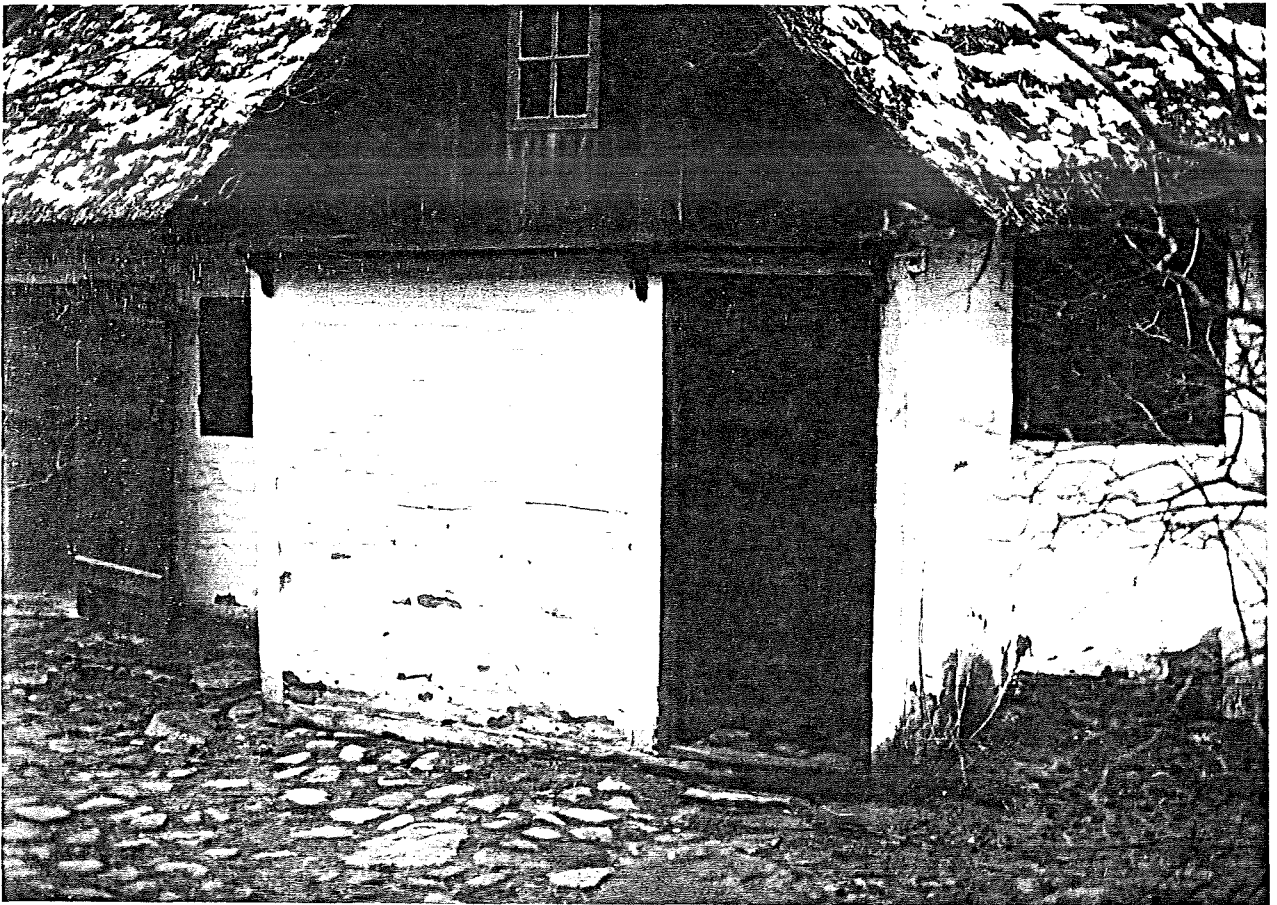


Fig. 6: Vindfang



Fig. 7: Udvendig isolering af ydervæg



Fig. 8: ROCKWOOL INTERNATIONAL A/S
Indkørsel til forskningscenter

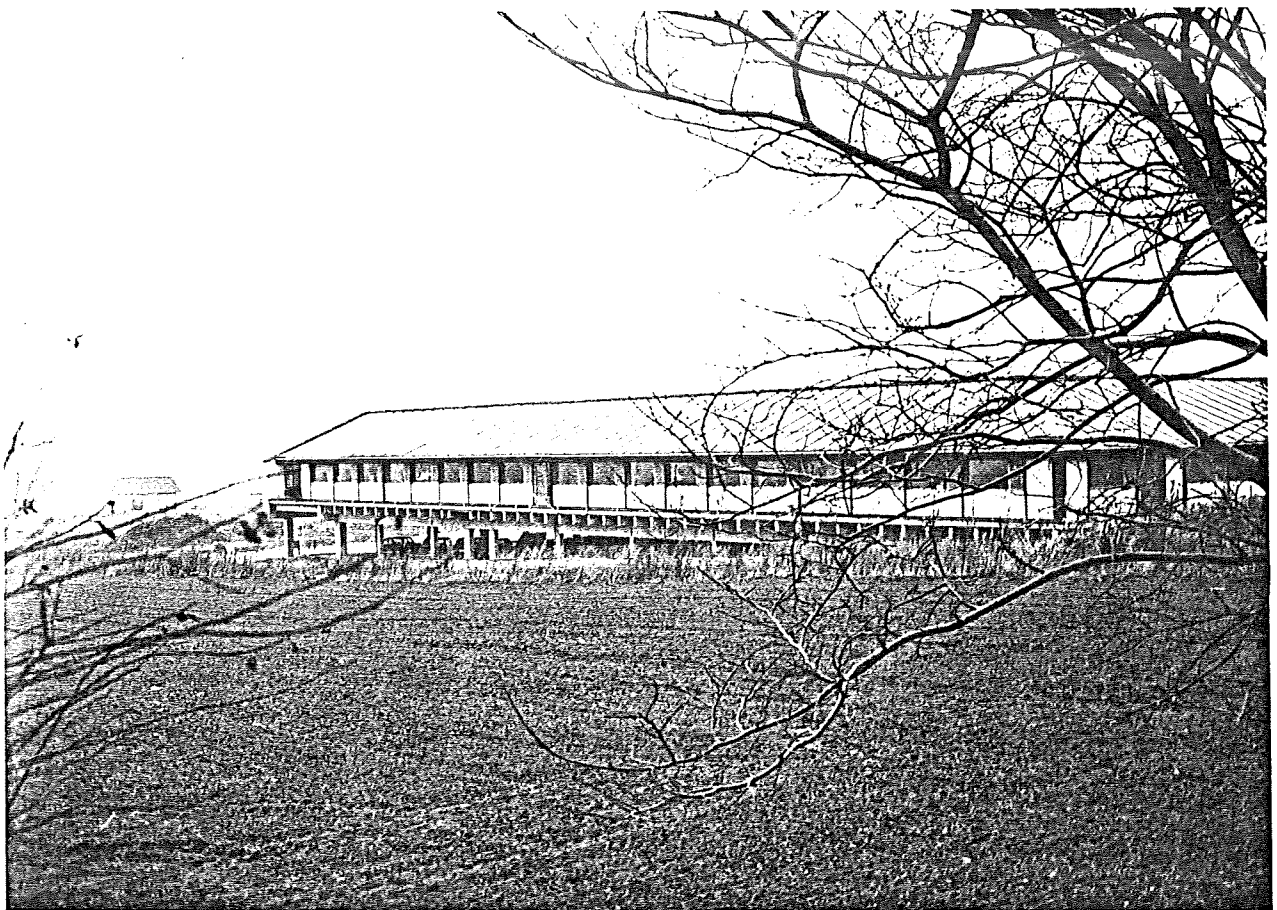


Fig. 9: ROCKWOOL INTERNATIONAL A/S' ny forskningscenter

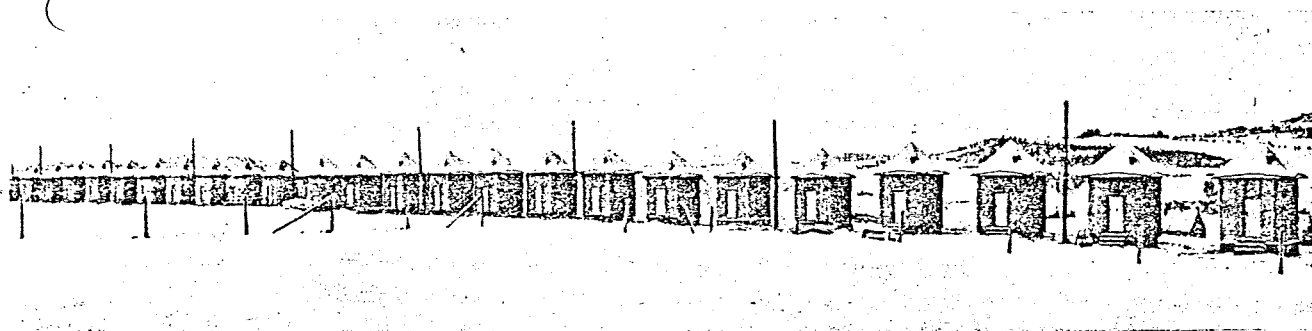


Fig. 10: Forsøgshuse ved Norges Tekniske Højskole, 1922

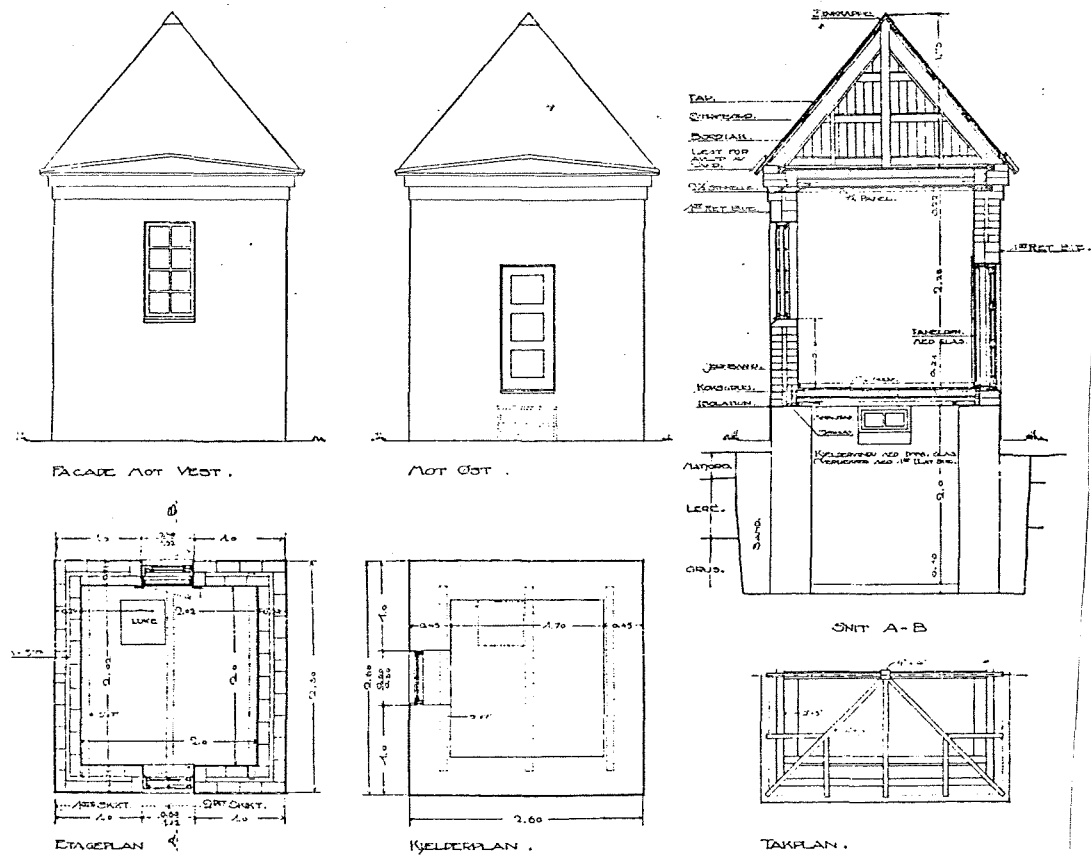


Fig. 11: Forsøgshus ved Norges Tekniske Højskole, 1922.
 Facader, plan og snit

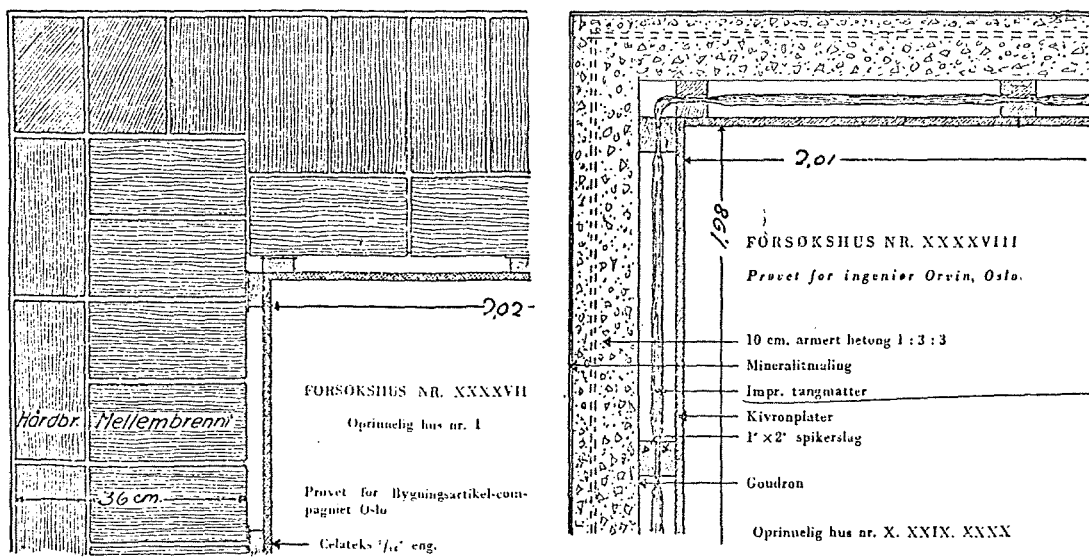


Fig. 12: Vandrette snit i forsøgshuse fra 1922 ved Norges Tekniske Højskole

Isolationstabel

Den færdige Isolation skal for de enkelte Rørdimensioner og for den forskellige Anvendelse have følgende Tykkelse (mm) af de angivne Lag.

Rørdiameter i mm		10	13	20	25	32	40	50	70	80	90	100	125— 150
A. Lavtryksdamprør	Kiselgur	10	10	10	15	15	15	20	20	20	20	20	20
	Papir	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	Filt Nr. 2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Gulvpap	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Lærred	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	Tykkelse ialt...	21,6	21,6	21,6	26,6	26,6	26,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6
B. Lavtryksdamprør. Hvis Rørene isoleres kolde, anvendes i Stedet for Kiselgur, Papir og Filt.	Asbest 2 Plader ...	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4
	Filt Nr. 4 eller 5 ..	15	15	15	15	20	20	20	20	20	20	20	20
	Tykkelse ialt...	18,5	18,5	18,5	18,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5
C. Varmtvands- eller Rørrør	Kiselgur	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Papir	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	Filt Nr. 2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Gulvpap	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Lærred	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	Tykkelse ialt...	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6
D. Varmtvands- eller Rørrør. Hvis Rørene isoleres kolde, anvendes i Stedet for Kiselgur, Papir og Filt	Asbest	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
	Filt Nr. 4	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	Tykkelse ialt...	17,5	17,5	17,5	17,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5
E. Rør for Lavtryksdamp kun med Kiselgur og Lærred	Kiselgur	25	25	25	30	30	30	35	35	35	35	35	35
	Lærred	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	Tykkelse ialt...	25,1	25,1	25,1	30,1	30,1	30,1	35,1	35,1	35,1	35,1	35,1	35,1
F. Rør for Vand kun med Kiselgur og Lærred	Kiselgur	20	20	20	25	25	25	30	30	30	30	30	30
	Lærred	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	Tykkelse ialt...	20,1	20,1	20,1	25,1	25,1	25,1	30,1	30,1	30,1	30,1	30,1	30,1
G. Rør for koldt Vand, der skal isoleres mod Dryp	Asfaltpap	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Filt Nr. 2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Asfaltpap	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Gulvpap	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Lærred	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	Tykkelse ialt...	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5
H. Rør for koldt Vand, der skal isoleres mod Frost	Asfaltpap	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Filt Nr. 2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Gulvpap	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Filt Nr. 2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Gulvpap	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Lærred	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Tykkelse ialt...	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	
I. Rør f. overhedet Damp	Garanti: Temperaturfald 0,5° pr. 1 m												
K. Kedler	Isoleres efter Kedlens Størrelse og Art												
L. Beholdere	Varmtvandsbeholdere og Ekspansionsbeholdere Kiselgur: 15 mm, Filt Nr. 2: 10 mm, Pap: 1 mm, Lærred: 0,5 mm. Ialt 26,5 mm eller 2 mm Asbest, Filt Nr. 5: 20 mm, Pap: 1 mm, Lærred: 0,5 mm. Ialt 23,5 mm.												
	Dampbeholdere (Lavtryk) Kiselgur: 20 mm, Filt Nr. 2: 10 mm, Pap: 1 mm, Lærred: 0,5 mm. Ialt 31,5 mm eller 2 × 2 mm Asbest, Filt Nr. 5: 20 mm, Pap: 1 mm, Lærred: 0,5 mm. Ialt 25,5 mm.												

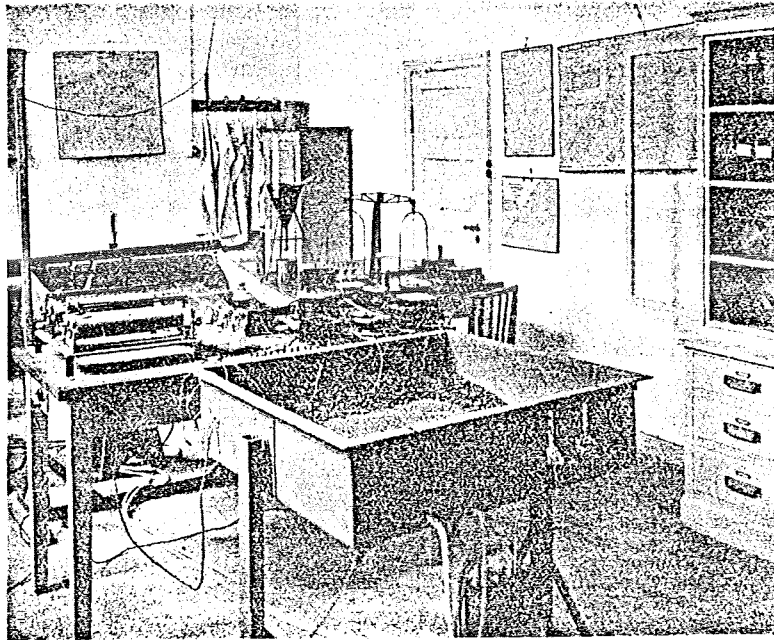


Fig. 14: Det første isoleringslaboratorium for 1930 på Teknologisk Institut

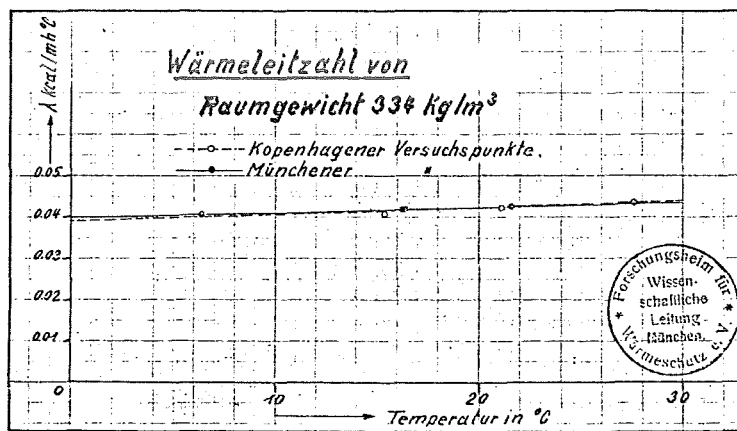


Fig. 18. Attest fra Forschungsheim für Wärmeschutz.

Fig. 15: Attest fra Forschungsheim für Wärmeschutz



Fig. 16: Jernhenrik

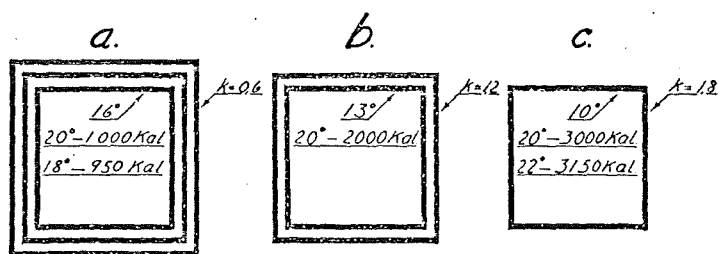


Fig. 17: C.U. Simonsen's eksempel fra Kongress i Wiesbaden 1927

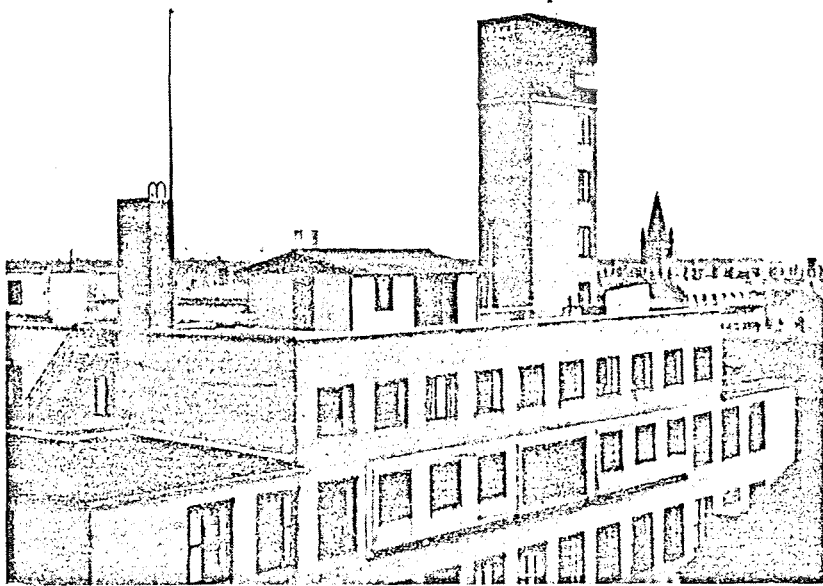


Fig. 18: Forsøgshuset på taget af Danmarks
Tekniske Højskole

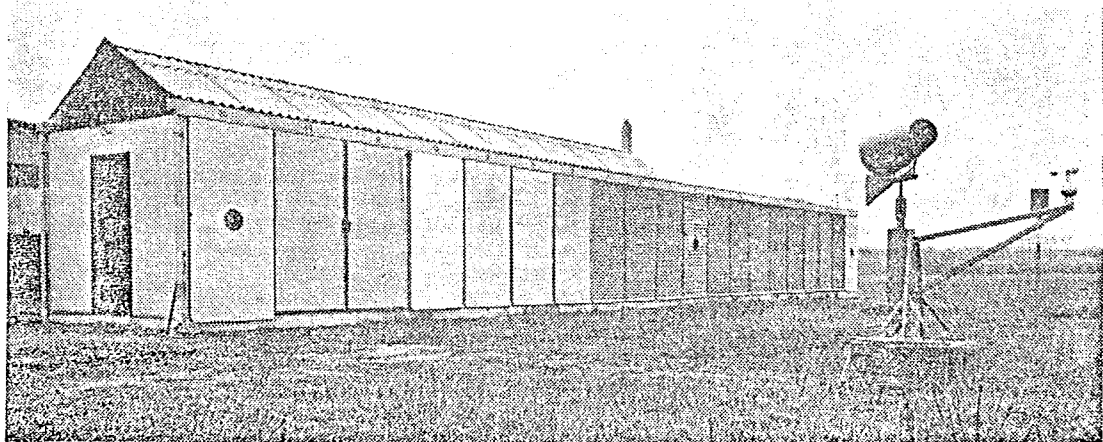


Fig. 19: Prøvehuset til langtidsprøvning af bygnings-
elementers isoleringsevne m.v.
Laboratoriet for Varmeisolering

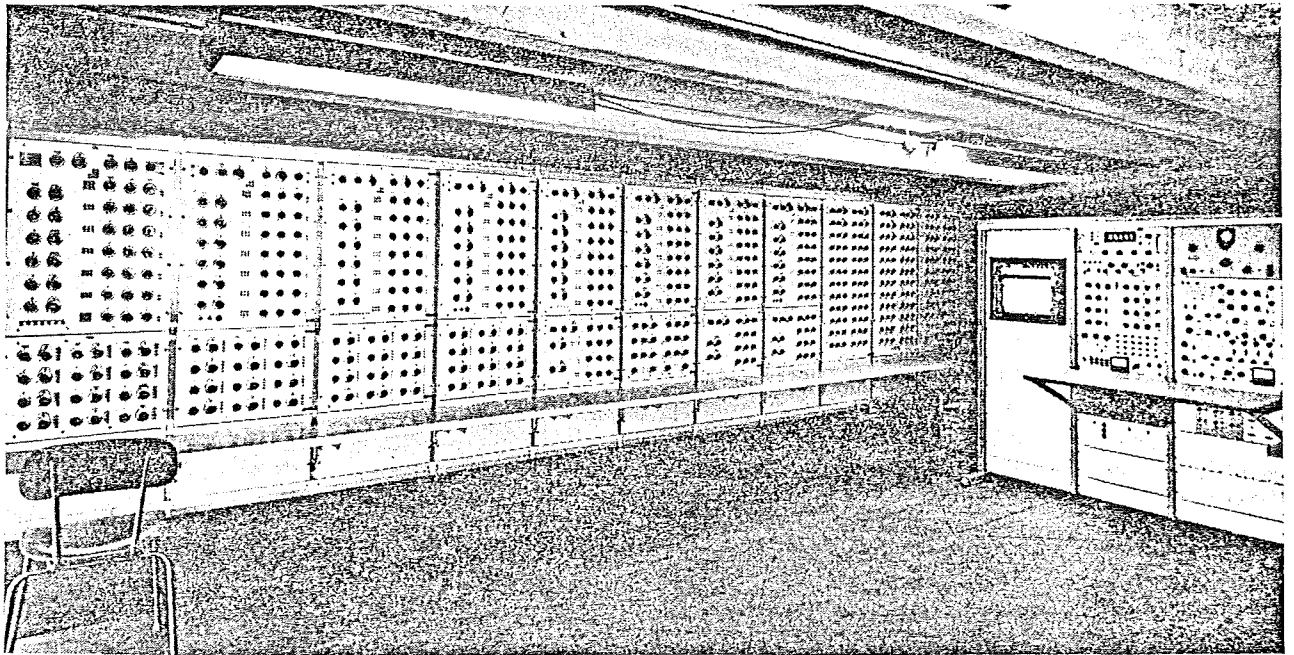
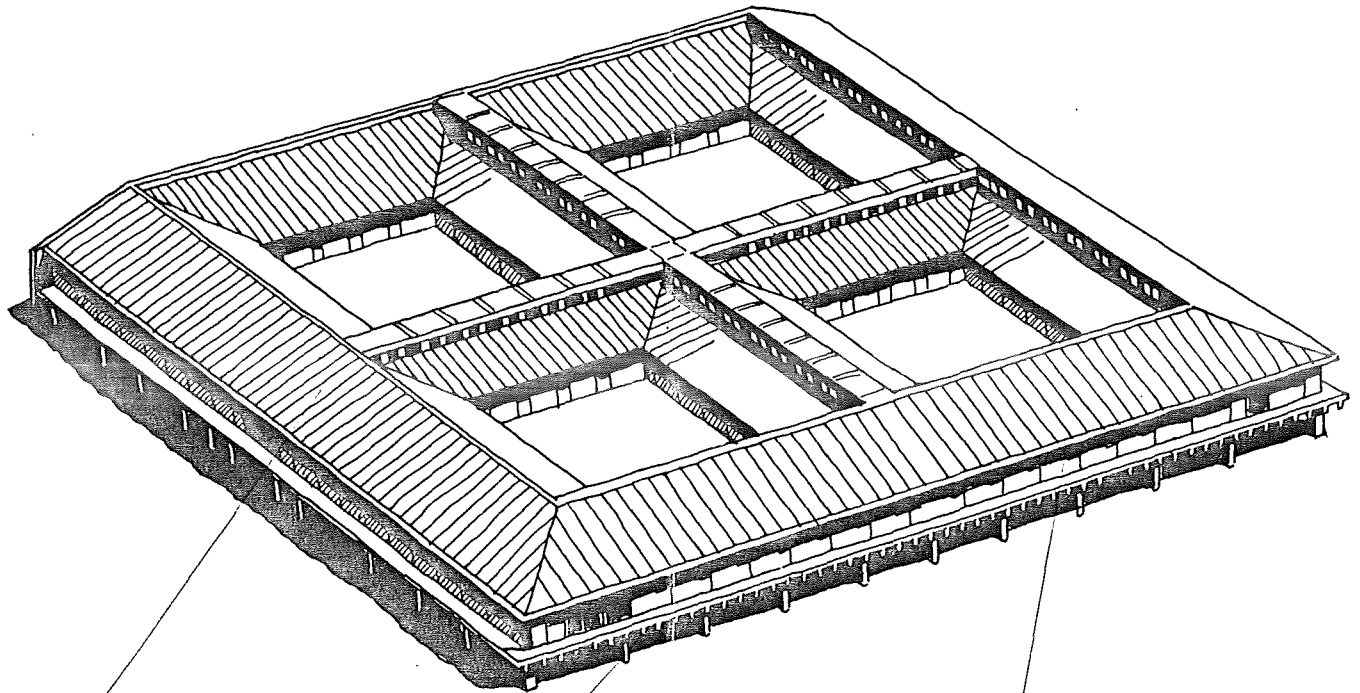
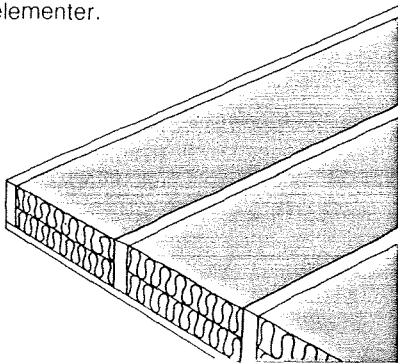


Fig. 2o: Analogregnemaskine til simulering af rum
Laboratoriet for Varmeisolering



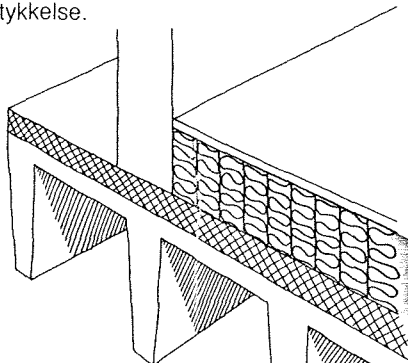
Tagdækning

Ved tagdækningen er der bl.a. anvendt "omvendte" stress-elementer.



Gulv

Gulvkonstruktionen er udført som Rockwool Lamelguive – med 200 mm tykkelse.



Vægge

Ydervæggene består af 250 mm tykke Rockwool Lameelementer.

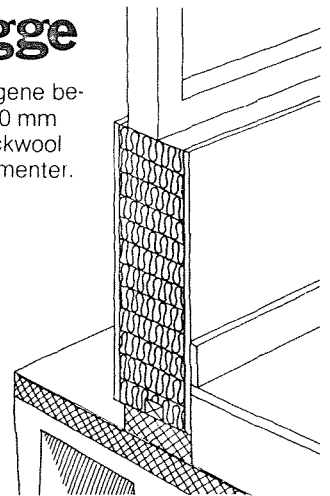


Fig. 21: ROCKWOOL INTERNATIONAL A/S' nye forsknings- og udviklingscenter. Ialt 2.800 m² kontorer og 4.000 m² P-kælder.

HVEM ER ROCKWOOL INTERNATIONAL A/S OG
ROCKWOOL A/S

ROCKWOOL INTERNATIONAL A/S er den danskejede Rockwool gruppens moderselskab, der med Hedehusene som hovedkontor varetager såvel management som forsknings- og udviklingsaktiviteter for alle Rockwool gruppens datterselskaber i Skandinavien, Vesttyskland, Holland, England og Frankrig.

ROCKWOOL A/S er datterselskab af ROCKWOOL INTERNATIONAL A/S og varetager med 3 fabrikker i Hedehusene, Vamdrup og Doense produktion og markedsføring af Rockwool mineraluld i Danmark.

Rockwool gruppen omsatte i 1980 for 1,7 mia kr., heraf 550 mill.kr. i Danmark og beskæftigede 4.000 medarbejdere heraf 1.600 i Danmark.

Rockwool[®] Rocklit[®] Rockfon[®] og Batts[®]
er indregistrerede varemærker.

ROCKWOOL

ROCKWOOL A/S, 2640 Hedehusene. Tlf. (02) 16 16 16